



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

sid.inpe.br/mtc-m21b/2017/02.06.19.45-TDI

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

Cristiane Mariano Zavati Silva

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 20 de fevereiro de 2017.

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34P/3NAUL4B>>

INPE  
São José dos Campos  
2017

## **PUBLICADO POR:**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Gabinete do Diretor (GB)

Serviço de Informação e Documentação (SID)

Caixa Postal 515 - CEP 12.245-970

São José dos Campos - SP - Brasil

Tel.:(012) 3208-6923/6921

Fax: (012) 3208-6919

E-mail: pubtc@inpe.br

## **COMISSÃO DO CONSELHO DE EDITORAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA PRODUÇÃO INTELECTUAL DO INPE (DE/DIR-544):**

### **Presidente:**

Maria do Carmo de Andrade Nono - Conselho de Pós-Graduação (CPG)

### **Membros:**

Dr. Plínio Carlos Alvalá - Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CST)

Dr. André de Castro Milone - Coordenação de Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA)

Dra. Carina de Barros Melo - Coordenação de Laboratórios Associados (CTE)

Dr. Evandro Marconi Rocco - Coordenação de Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE)

Dr. Hermann Johann Heinrich Kux - Coordenação de Observação da Terra (OBT)

Dr. Marley Cavalcante de Lima Moscati - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPT)

Silvia Castro Marcelino - Serviço de Informação e Documentação (SID)

### **BIBLIOTECA DIGITAL:**

Dr. Gerald Jean Francis Banon

Clayton Martins Pereira - Serviço de Informação e Documentação (SID)

### **REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA:**

Simone Angélica Del Ducca Barbedo - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Yolanda Ribeiro da Silva Souza - Serviço de Informação e Documentação (SID)

### **EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:**

Marcelo de Castro Pazos - Serviço de Informação e Documentação (SID)

André Luis Dias Fernandes - Serviço de Informação e Documentação (SID)



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

sid.inpe.br/mtc-m21b/2017/02.06.19.45-TDI

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

Cristiane Mariano Zavati Silva

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 20 de fevereiro de 2017.

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34P/3NAUL4B>>

INPE  
São José dos Campos  
2017

---

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

Si38i Silva, Cristiane Mariano Zavati.  
Identificação de um processo da garantia do produto espacial (INPE) e proposição de seu aperfeiçoamento baseada na sumarização de um correspondente processo aeronáutico (ANAC) / Cristiane Mariano Zavati Silva. – São José dos Campos : INPE, 2017.  
xxx + 191 p. ; (sid.inpe.br/mtc-m21b/2017/02.06.19.45-TDI)

Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia Espaciais/Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2017.

Orientador : Dr. Marcelo Lopes de Oliveira e Souza.

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

CDU 658.56:629.78

---



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/).

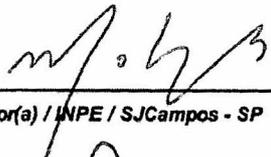
Aluno (a): **Cristiane Mariano Zavati Silva**  
"IDENTIFICAÇÃO DE UM PROCESSO DA GARANTIA DO PRODUTO ESPACIAL(INPE) E PROPOSIÇÃO DE SEU APERFEIÇOAMENTO BASEADA NA SUMARIZAÇÃO DE UM CORRESPONDENTE PROCESSO AERONÁUTICO (ANAC)"

Aprovado (a) pela Banca Examinadora  
em cumprimento ao requisito exigido para  
obtenção do Título de **Mestre** em  
**Engenharia e Tecnologia Espaciais/Eng.  
Gerenc. de Sistemas Espaciais**

Dr. Otávio Luiz Bogossian

  
\_\_\_\_\_  
Presidente / INPE / São José dos Campos - SP

Dr. Marcelo Lopes de Oliveira e Souza

  
\_\_\_\_\_  
Orientador(a) / INPE / SJCampos - SP

Dra. Andreia Fatima Sorice Genaro

  
\_\_\_\_\_  
Membro da Banca / INPE / São José dos Campos - SP

Dr. Mario Niwa

  
\_\_\_\_\_  
Convidado(a) / IFI/DCTA / São José dos Campos - SP

**Este trabalho foi aprovado por:**

maioria simples

unanimidade



*“Seja a mudança que você deseja ver no mundo”.*

*Mahatma Gandhi.*



*Nunca deixe sua busca por conhecimento para amanhã. Seja sincero com seus ideais e se redescubra a cada instante. Assim, terá uma caminhada leve e em*

*paiz.*

*Autora.*



*Dedico esta obra ao Divino que me inspirou e a todos aqueles que fizeram parte dessa jornada. Com especial destaque, posso citar meu esposo Guilherme; meus pais Maria e Wanderley; meus irmãos Romulo e Katia; meus sobrinhos Beatriz e Matheus; e todos aqueles considerados família, incluindo os incríveis Jack e Luke.*



## AGRADECIMENTOS

A busca pelo conhecimento é uma arte ao mesmo tempo apreciável e exaustiva. Além de contribuir para o rejuvenescimento da alma e diminuir a amargura da velhice, liberta o sujeito das amarras da ignorância e suaviza o amanhã.

A evidência da minha busca por conhecimento, concretizada neste trabalho, por meio de uma produção científica, apenas foi possível através da contribuição de algumas pessoas especiais. Para essas pessoas, preciso reservar algumas linhas visando tecer-lhes os agradecimentos pertinentes.

Primeiramente, gostaria de agradecer ao Divino pelo dom da vida e pelas possibilidades reservadas a mim, além dos momentos de inspiração e força.

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.

Ao meu esposo, Guilherme, reservo meu agradecimento pelos momentos de apoio, companheirismo e carinho, possibilitando-me trilhar rumo ao nosso objetivo de tentar dominar o mundo.

Ao meu orientador, Dr. Marcelo Lopes, minha mais profunda gratidão pelas horas de orientação, as quais foram fundamentais e determinantes para a conclusão deste trabalho.

Agradeço, ainda, ao INPE e aos colegas do Serviço de Engenharia da Qualidade (SEQ/ ETE) do INPE, por terem me apoiado nos momentos em que precisei me ausentar para atender a compromissos acadêmicos, além de contribuir com leituras e avaliações dos textos aqui relatados. Posso citar especialmente: Suely Gondo, Inaldo Albuquerque, Gledson Diniz, Eduardo May, Lucas Lopes, Ana Paula Rabello e Andreia Genaro, 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: Willian Limonge e Nelshio Haraguchi.



## RESUMO

Este trabalho 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: 1) 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 alencadas algumas contribuições originadas na certificação aeronáutica militar brasileira e certificação civil internacional; 2) através de comparações entre os processos, elenca propostas para o aperfeiçoamento do processo da garantia do produto, da área espacial estudada; 3) avalia as propostas sugeridas; 4) ilustra uma das propostas por meio de uma aplicação na área espacial. Ao fim do trabalho, foi possível compreender os processos utilizados e seus padrões, bem como apresentar algumas atividades e exemplos de utilização.

Palavras-chave: Certificação. Controle de Qualidade. Garantia do Produto. Processo. Requisito.



**IDENTIFICATION OF A SPACE PRODUCT ASSURANCE PROCESS (INPE)  
AND A PROPOSITION OF ITS IMPROVEMENT BASED IN THE SUMMARY  
OF A CORRESPONDING AERONAUTICAL PROCESS (ANAC)**

**ABSTRACT**

This work presents the identification of a space product assurance process (INPE) and a proposition of its improvement based in the summary of a corresponding aeronautical process (ANAC). For this, the work: 1) reviews and analyzes the processes and standards used in space product assurance (INPE) for small and medium satellites and identifies the aeronautical certification process (ANAC), in addition, there are some contributions originated in Brazilian military aeronautical certification and international civil certification; 2) through comparisons between both processes, establishes proposals for improvement of the product assurance process in space area; 3) evaluates suggested proposals; 4) illustrates one of the proposals by an application in a space product example. At the end of the work it was possible to understand the processes used in both areas and their standards, as well as to present some activities and examples of uses.

Keywords: Certification. Quality Control. Product Assurance. Process. Requirement.



## LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 2.1 - Ciclo de vida típico de projeto. ....	11
Figura 2.2 - Ciclo de vida de um projeto espacial.....	12
Figura 2.3 - Custos de um projeto durante o ciclo de vida.....	16
Figura 2.4 - Visão geral do gerenciamento da qualidade do projeto.....	19
Figura 2.5 - Entradas, ferramentas e saídas da realização da garantia da qualidade. 20	20
Figura 2.6 - Diagrama do fluxo de dados do processo de realizar a garantia da qualidade.....	20
Figura 2.7 - Entradas, ferramentas e saídas do controle da garantia da qualidade. ....	21
Figura 2.8 - Diagrama de fluxo de dados do processo de monitorar a garantia da qualidade.....	22
Figura 2.9 - Relações hierárquicas entre os tipos de documentos. ....	33
Figura 3.1 - Levantamento do processo existente no SEQ. ....	43
Figura 3.2 - Método de pesquisa e levantamento do processo do SEQ.....	43
Fonte: autora. ....	43
Figura 4.1 - Diagrama IDEF 0 de nível superior para o processo adotado pelo SEQ para as atividades de garantia do produto. ....	47
Figura 4.2 - Diagrama IDEF 0 para os principais serviços do SEQ. ....	48
Figura 4.3 - Sequência de atividades do processo adotado pelo SEQ.....	2
Figura 4.4 - Fases do processo adotado pelo SEQ.....	3
Figura 4.5 - Atividades do SEQ durante as fases do projeto de satélites do INPE (sistemas e subsistemas).....	10
Figura 4.6 - Interações do SEQ nos processos de gerenciamento de projetos da instituição executora. ....	15
Figura 4.7 - Interações do SEQ no gerenciamento de projetos do INPE.....	16
Figura 4.8 - Processo de controle de configuração ECSS.....	19
Figura 4.9 - Fases do projeto e definição da <i>baseline</i> . ECSS.....	20
Figura 4.10 - Organograma do setor espacial brasileiro.....	27
Figura 4.11 - Organograma do SEQ. ....	30
Figura 5.1 - Diagrama IDEF 0 de nível superior para o processo de certificação de tipo adotado pela aeronáutica civil brasileira. ....	39

Figura 5.2 - Diagrama IDEF 0 de nível superior para o processo de certificação de tipo adotado pela aeronáutica militar brasileira.....	40
Figura 5.3 - Processo típico de certificação de tipo.....	44
Figura 5.4 - Processo típico de certificação de tipo - fase de implementação. ....	45
Figura 5.5 - Interações da certificação aeronáutica civil brasileira nos processos de gerenciamento de projetos.....	51
Figura 5.6 - Interações da certificação aeronáutica militar brasileira nos processos de gerenciamento de projetos.....	52
Figura 5.7 - Conceito tradicional de certificação.....	57
Figura 5.8 - Conceito DOA (EASA) de certificação. ....	57
Figura 5.9 - Atuação da Dificuldades em Serviço no ciclo de vida do produto.....	62
Figura 5.10 - Submissão de ocorrência à ANAC.....	62
Figura 6.1 - Estudo e comparação dos processos. ....	73
Figura 6.2 - Relações do processo de certificação de tipo aeronáutica e do processo do SEQ, no desenvolvimento do projeto. ....	78
Figura 6.3 - Comparação entre o modelo dos processo de certificação de tipo aeronáutica e dos processos do SEQ, no desenvolvimento do projeto.....	79
Figura 6.4 - Comparação entre as fases do processo de certificação de tipo ANAC e as fases do ciclo de vida dos processos do SEQ, no desenvolvimento do projeto.....	82
Figura 7.1 - Propostas de aperfeiçoamento do processo SEQ.....	94
Figura 7.2 - Reuniões propostas.....	98
Figura 7.3 - Fluxograma da Estratégia de Harmonização MoC.....	104
Figura 7.4 - Tempo destinado ao projeto EQUARS para o GGPSw.....	114
Figura 7.5 - Tempo total do GGPSw destinado aos projetos do INPE.....	115
Figura 7.6 - Grupo de critérios selecionados e sua pontuação associada.....	124
Figura 7.7 - Critérios técnicos selecionados e sua pontuação associada.....	124
Figura 7.8 - Critérios operacionais selecionados e sua pontuação associada.....	125
Figura 7.9 - Critérios táticos selecionados e sua pontuação associada.....	125
Figura 7.10 - Colaboradores x tempo de experiência.....	127
Figura A.1 - Avaliação processo SEQ - colaborador 1.....	163
Figura A.2 - Avaliação processo SEQ - colaborador 2.....	164
Figura A.3 - Avaliação processo SEQ - colaborador 3.....	165
Figura B.1 - Avaliação processo ANAC - colaborador 1.....	169
Figura C.1 - Avaliação, sob a ótica técnica - Capítulo 8 - avaliador 1.....	173

Figura C.2 - Avaliação, sob a ótica técnica - Capítulo 8 - avaliador 2.....	174
Figura D.1 - Avaliação das propostas - colaborador 1.....	178
Figura D.2 - Avaliação das propostas - colaborador 2.....	179
Figura D.3 - Avaliação das propostas - colaborador 3.....	180
Figura D.4 - Avaliação das propostas - colaborador 4.....	181
Figura D.5 - Avaliação das propostas - colaborador 5.....	182
Figura D.6 - Avaliação das propostas - colaborador 6.....	183
Figura D.7 - Avaliação das propostas - colaborador 7.....	184
Figura E.1 - Avaliação de critérios Capítulo 7 - avaliador 1.....	187
Figura F.1 - <i>Template</i> FCAR ou CAI.....	190
Figura F.2 - Fluxograma do processo de tratativa da FCAR ou CAI.....	191



## LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
Tabela 2.1. Classificação dos Satélites.....	9
Tabela 2.2 - CBERS -1&2 e o custo parcial de cada subsistema.....	24
Tabela 4.1 - Serviços do SEQ.....	4
Tabela 4.2 - Exemplo de organização da equipe por programa.....	30
Tabela 7.1 - Detalhamento da proposta 1.....	95
Tabela 7.2 - Detalhamento da Proposta 2.....	96
Tabela 7.3 - Detalhamento da proposta 3.....	98
Tabela 7.4 - Detalhamento da proposta 4.....	99
Tabela 7.5 - Detalhamento da proposta 5.....	103
Tabela 7.6 - Detalhamento da proposta 6.....	106
Tabela 7.7 - Detalhamento da proposta 7.....	108
Tabela 7.8 - Detalhamento da proposta 8.....	109
Tabela 7.9 - Detalhamento da proposta 9.....	110
Tabela 7.10 - Detalhamento da proposta 10.....	112
Tabela 7.11 - Detalhamento da proposta 11.....	113
Tabela 7.12 - Detalhamento da proposta 12.....	115
Tabela 7.13 - Detalhamento da proposta 13.....	116
Tabela 7.14 - Detalhamento da proposta 14.....	117
Tabela 7.15 - Detalhamento da proposta 15.....	118
Tabela 7.16 - Comparação entre propostas sugeridas e atividades existentes.....	119
Tabela 7.17 - Avaliação dos Critérios.....	126
Tabela 7.18 - Descrição dos critérios técnicos.....	128
Tabela 7.19 - Descrição dos critérios operacionais.....	128
Tabela 7.20 - Descrição dos critérios táticos.....	129
Tabela 7.21 - Propostas e médias obtidas nas avaliações.....	130
Tabela 8.1 - Requisito RGP 13 - Fase 1.....	136
Tabela 8.2 - Evolução do requisito.....	136
Tabela 8.3 - Requisito RGP 13 - Fase 2 e 3.....	138
Tabela 8.4 - Fase 3 e diferença do padrão de atividade realizada no INPE.....	139
Tabela 8.5 - Requisito RGP 13 - Fase 4, 5, 6.....	139

Tabela 8.6 - Fase 4 diferença do padrão de atividade realizada no INPE. ....	140
Tabela 8.7 - Requisito RGP 13 - Fase 7. ....	141
Tabela A.1 - Avaliação, sob a ótica da garantia do produto, dos processos referentes aos subsistemas e sistemas de satélites de pequeno e médio porte do INPE. ....	162
Tabela B.1 - Avaliação, sob a ótica da certificação, das informações contidas no Capítulo 5. ....	168
Tabela C.1 - Avaliação, sob a ótica técnica das necessidades levantadas e os requisitos elicitados para o projeto piloto, exposto no Capítulo 8. ....	172
Tabela D.1 - Avaliação, sob a ótica das atividades desempenhas pelo SEQ (frente). 176	
Tabela D.2 - Avaliação, sob a ótica das atividades desempenhas pelo SEQ (verso).177	
Tabela E.1 - Avaliação, sob a ótica da garantia do produto, dos critérios e pesos estabelecidos no Capítulo 7. ....	186

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AEB	Agência Espacial Brasileira
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
CAVE	Certificado de Autorização de Voo Experimental
CBERS	<i>China Brazil Earth Resources Satellite</i>
CFR	<i>Code of Federal Regulation</i>
DCA	Diretriz do Comando da Aeronáutica
CT	Certificado de Tipo
CAI	<i>Certification Action Item</i>
COP	Certificado de Organização de Produção
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
DOA	<i>Design Organization Approval</i>
DoD	<i>US Department of Defense</i>
ECSS	European Cooperation for Space Standardization
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
FCAR	Ficha de Controle de Assunto Relevante
GTNS	Gerência Técnica de Normatização e Sistemas
IFI	Instituto de Fomento e Coordenação Industrial
GP	Grupo de Garantia do Produto (SEQ/ETE/INPE)
GSE	<i>Ground Support Equipment</i>
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LoL	<i>Level of Involvement</i>
MMEL	<i>Master Minimum Equipment List</i>
MIL-HDBK	<i>Military Handbook</i>
MIL-STD	<i>Military Standard</i>
MoC	<i>Mean of Compliance</i>
NC	Não Conformidade

NCR	<i>Nonconformance Report</i>
NRB	<i>Nonconformance Review Board</i>
OAR	<i>Operations Anomaly Report</i>
PABM	<i>Product Assurance Board Meeting</i>
PCEP	Plano de Certificação Específico para o Programa
PSCP	<i>Project Specific Certification Plan</i>
RBAC	Regulamento Brasileiro de Aviação Civil
SEQ	Serviço de Engenharia da Qualidade
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>

# SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1.Contexto .....	1
1.2.Motivação .....	2
1.3.Escopo.....	4
1.4.Organização do trabalho.....	5
<b>2 CONCEITOS BÁSICOS E REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>7</b>
2.1.Projeto .....	7
2.1.1.Projetos espaciais.....	7
2.1.2.Projeto CBERS . China-Brazil Earth-Resources Satellite .....	8
2.1.3.Projeto Plataforma Multimissão (PMM) .....	8
2.2.Classificação de satélites.....	9
2.3.Ciclo de vida de projetos espaciais .....	9
2.4.Engenharia de requisitos .....	12
2.4.1.Verificação e validação de requisitos .....	16
2.5.Garantia da qualidade.....	17
2.5.1.Realizar a garantia da qualidade.....	19
2.5.2.Controlar a qualidade.....	20
2.6.Garantia do produto espacial .....	22
2.7.O Custo da não qualidade.....	24
2.8.Processos.....	25
2.8.1.IDEF 0 - ferramenta integrada para modelagem de funções.....	25
2.9.Qualificação .....	26
2.10.Rastreabilidade .....	26
2.11.Engenharia de Sistemas .....	27
2.12.Segurança ( <i>Safety</i> ) .....	28
2.13.Confiabilidade .....	28
2.14.Manutenabilidade.....	29
2.15.Aeronavegabilidade .....	29
2.15.1.Aeronavegabilidade continuada .....	30
2.16.Conformidade e cumprimento.....	30

2.17.Certificação .....	30
2.17.1.Organização certificadora .....	31
2.18.Padrão .....	31
2.18.1.Padrão ECSS-Q-ST-10C .....	33
2.19.Regulamentação.....	34
2.19.1.Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Nº 21 (RBAC 21).....	34
2.19.2.Orientação para o processo de certificação aeronáutica ( <i>Order</i> 8110.4C) .....	35
2.19.3. <i>Militar Handbook</i> - Critério de Certificação de Aeronavegabilidade (MIL-HDBK-516C).....	35
2.19.4.Diretriz do Comando da Aeronáutica - Ciclo de Vida de Sistemas e Materiais da Aeronáutica (DCA 400-6).....	36
2.19.5.Diretriz do Comando da Aeronáutica - Garantia da Qualidade e da Segurança de Sistemas e Produtos no COMAER (DCA 800-2).....	37
2.19.6.Instrução do Comando da Aeronáutica - Regulamento de Aeronavegabilidade Militar - Procedimentos para Certificação de Produto Aeronáutico (ICA 57-21) .....	37
<b>3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA E ABORDAGENS PARA SUA SOLUÇÃO .....</b>	<b>39</b>
3.1.Formulação do problema .....	39
3.2.Objetivo do trabalho.....	40
3.3.Abordagens para sua solução.....	40
3.4.Método da pesquisa.....	41
<b>4 IDENTIFICAÇÃO DO PROCESSO DA GARANTIA DO PRODUTO ESPACIAL PARA SATÉLITES DE PEQUENO E MÉDIO PORTE DO INPE .....</b>	<b>45</b>
4.1.Escopo da garantia do produto espacial no âmbito do INPE.....	45
4.2.Diagrama IDEF 0 do processo de nível superior para os principais serviços do SEQ para atividades da garantia do produto.....	46
4.3.Características do processo SEQ .....	1
4.3.1.Sequência das atividades do SEQ.....	1
4.3.1.1.Principais serviços desempenhados pelo SEQ .....	4
4.3.2.Atividades desempenhadas pelo SEQ x fases do projeto .....	4
4.3.2.1.Revisões e fases do projeto .....	5
4.3.2.2.Principais atividades realizadas pelo SEQ durante as fases do projeto.....	11
4.3.3.Algumas características da garantia do produto.....	12
4.3.3.1.Interações entre o SEQ e os grupos de gerenciamento de projetos.....	12
4.3.3.2.Características vinculadas a contratos de fornecimento.....	17

4.3.3.3.Plano da Garantia do Produto.....	17
4.3.3.4.Atividade de gerenciamento da configuração e documentação aplicado aos programas do INPE .....	18
4.3.3.5.Configuração de <i>baseline</i> de programas do INPE.....	19
4.4.Controles do processo .....	21
4.4.1.Limitação: tipos de aquisições de produtos espaciais .....	21
4.4.2.Exigências: padrões utilizados na área espacial brasileira.....	21
4.4.3.Exigências: documentos dos programas e padrões utilizados no INPE .....	23
4.4.4.Limitação: cronograma do programa espacial.....	24
4.4.5.Exigências: requisitos da garantia do produto.....	25
4.4.6.Exigência de certificação de pessoal .....	26
4.5.Mecanismos do processo .....	26
4.5.1.Recursos humanos: Agência Espacial Brasileira (AEB).....	26
4.5.2.Recursos humanos: responsáveis pela garantia do produto espacial do INPE ..	27
4.5.2.1.Recursos humanos: organização do SEQ e suas atribuições .....	28
4.5.3.Ferramenta utilizada pelo SEQ para controle da documentação.....	31
4.5.4.Mecanismos gerais do processo.....	32
4.6.Entradas e saídas do processo.....	32
4.6.1.Entradas .....	33
4.6.2.Saídas .....	34
<b>5 SUMARIZAÇÃO DO PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO DE TIPO DA AERONÁUTICA BRASILEIRA.....</b>	<b>37</b>
5.1.Escopo: certificação aeronáutica internacional.....	37
5.2.Diagrama IDEF 0 de nível superior do processo adotado no Brasil para a certificação de tipo da aviação civil brasileira.....	38
5.3.Processo de certificação aeronáutica.....	40
5.3.1.Definição do processo.....	40
5.3.1.1.Processos de certificação adotados do Brasil .....	41
5.3.2.Descrição da Certificação de Tipo.....	42
5.3.3.Certificação de tipo nacional, internacional e de aeronavegabilidade.....	43
5.3.4.Certificação de tipo no COMAER (Comando da Aeronáutica).....	46
5.3.4.1.Fases do processo de certificação de tipo civil.....	47
5.4.Interações da ANAC e do IFI nos processos de gerenciamento de projetos .....	48
5.5.Exemplos de documentos importantes para a certificação de tipo .....	53

5.5.1.Plano de Certificação da Autoridade (PCA) .....	53
5.5.2.Base de certificação.....	53
5.5.3.Plano de Certificação Específico para o Programa (PCEP) .....	54
5.5.4.Necessidade Operacional (NOP) .....	54
5.5.5.Requisitos Operacionais (ROP) .....	54
5.5.6.Requisitos Técnicos, Logísticos e Industriais (RTLI) .....	55
5.5.7. <i>Technical Standard Order</i> (TSO).....	55
5.5.8. <i>Declaration of Design Performance</i> (DDP).....	55
5.6.Controles selecionados do processo de certificação de tipo ANAC.....	55
5.6.1.Controle do processo: delegação.....	56
5.6.2.Controle do processo: nível de envolvimento na aeronáutica civil brasileira .....	58
5.6.3.Controle de documentos: documentação em mídia digital e on-line.....	59
5.6.4.Controle do processo: indicadores de desempenho.....	59
5.6.5.Controle das exigências: Gerência Técnica de Normatização - controle da qualidade do processo de normatização.....	59
5.6.6.Exigências do processo de certificação de tipo.....	60
5.6.7.Controle da utilização do produto e confiabilidade do projeto: Dificuldades em Serviço.....	61
5.6.8.Controle do processo: auditorias internas .....	63
5.6.9.Controle de documentos: Ficha de Controle de Itens Relevantes e <i>Certification Action Item</i> (FCAR e CAI).....	63
5.6.10.Controle do processo: treinamentos.....	63
5.6.11.Controle do processo: deliberação do Certificado de Tipo .....	64
5.7.Mecanismos selecionados do processo de certificação de tipo ANAC.....	65
5.7.1.Recursos humanos: instituição responsável .....	65
5.7.2.Recursos humanos: contratações e treinamentos.....	66
5.7.3.Recursos humanos: credenciamento de pessoas .....	66
5.7.4.Mecanismos gerais do processo de certificação de tipo.....	66
5.8.Entradas e saídas selecionadas do processo de certificação de tipo ANAC .....	67
5.8.1.Fase de pré-requerimento.....	67
5.8.1.1.Contato inicial e orientações .....	67
5.8.1.2.Requerimento de certificação de tipo .....	68
5.8.1.3.Reunião de familiarização .....	69
5.8.2.Fase de planejamento.....	69

5.8.2.1.Reunião(ões) preliminar(es).....	69
5.8.3.Fase de determinação de cumprimento com os requisitos.....	70
5.8.4.Fase pós-certificação.....	71
<b>6 COMPARAÇÃO ENTRE O PROCESSO SEQ E O PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO DE TIPO DA AERONÁUTICA BRASILEIRA .....</b>	<b>73</b>
6.1.Semelhanças e diferenças entre os produtos espaciais e aeronáuticos.....	74
6.2.Semelhanças e diferenças entre os processos .....	75
6.2.1.Semelhanças entre os processos do SEQ e certificação aeronáutica brasileira.	80
6.2.2.Diferenças entre os processos do SEQ e certificação aeronáutica brasileira .....	83
<b>7 PROPOSTAS DE APERFEIÇOAMENTO DO PROCESSO SEQ .....</b>	<b>93</b>
7.1.Sugestões propostas .....	93
7.2.Descrição das propostas de aperfeiçoamento.....	95
7.2.1.Proposta 1 - Orientação do Processo SEQ focado na garantia do produto.....	95
7.2.2.Proposta 2 - <i>Briefing</i> (Reunião) de Familiarização .....	95
7.2.3.Proposta 3 - Reuniões do Comitê ( <i>Board</i> ) de Garantia do Produto (RCGP).....	96
7.2.3.1.Reunião de Prontidão da Garantia do Produto (RPGP) .....	97
7.2.3.2.Reunião de Conformidade da Garantia do Produto (RCGP) .....	97
7.2.4.Proposta 4 - Comitê da Garantia do Produto .....	98
7.2.5.Proposta 5 - A Estratégia de Harmonização de Meios de Cumprimento (MoC) .	99
7.2.6.Proposta 6 - Plano de Qualificação (PQ).....	105
7.2.7.Proposta 7 - Filosofia de DOA ( <i>Design Organization Approval</i> ) como utilizado pela EASA .....	106
7.2.8.Proposta 8 - utilização de FCAR para registrar assuntos importantes.....	108
7.2.9.Proposta 9 - utilização da filosofia de Dificuldade em Serviço com o objetivo de realimentar os dados de confiabilidade dos satélites .....	109
7.2.10.Proposta 10 - Modificação da estrutura organizacional do SEQ.....	110
7.2.11.Proposta 11 - reciclagem e treinamento periódico de pessoal.....	112
7.2.12.Proposta 12 - utilização de ferramentas automatizadas .....	113
7.2.13.Proposta 13 - atuar na contratação .....	115
7.2.14.Proposta 14 - padronização das atividades.....	117
7.2.15.Proposta 15 - inserção de indicadores .....	117
7.3.Comparação das propostas sugeridas com as atividades existentes no SEQ.....	118
7.4.Avaliação das propostas de aperfeiçoamento.....	123
7.4.1.Escala para Avaliação dos Critérios e Suas Descrições .....	126

7.4.2.Avaliação das propostas sugeridas.....	129
<b>8 ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>133</b>
8.1.Exemplo de aplicação da Estratégia de Harmonização de MoC .....	134
8.1.1.Cenário .....	134
8.1.2.Desenvolvimento .....	135
8.1.3.Resultado.....	140
<b>9 CONCLUSÃO, RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>143</b>
9.1.Conclusões .....	143
9.2.Recomendações e Sugestões para Trabalhos Futuros.....	145
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>147</b>
<b>APÊNDICE A Ë VERIFICAÇÃO DOS PROCESSOS ATUAIS DO INPE.....</b>	<b>161</b>
<b>APÊNDICE B Ë VERIFICAÇÃO DOS PROCESSOS ATUAIS DE CERTIFICAÇÃO AERONÁUTICA .....</b>	<b>167</b>
<b>APÊNDICE C Ë VERIFICAÇÃO DO ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>171</b>
<b>APÊNDICE D Ë AVALIAÇÃO DAS PROPOSTAS .....</b>	<b>175</b>
<b>APÊNDICE E Ë VERIFICAÇÃO DOS CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DAS PROPOSTAS .....</b>	<b>185</b>
<b>APÊNDICE F Ë <i>TEMPLATE</i> E FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE TRATATIVA DA FCAR (FICHA DE CONTROLE DE ASSUNTO RELEVANTE) .....</b>	<b>189</b>

# **1 INTRODUÇÃO**

## **1.1. Contexto**

A indústria espacial, bem como outras grandes indústrias, experimenta um rápido avanço da tecnologia envolvida e aumento da complexidade em seus equipamentos e subsistemas. Conseqüentemente, as atividades de controle da qualidade e garantia do produto (para se garantir o desempenho e a operação do produto) tornam-se cada vez mais difíceis de serem implantadas e gerenciadas.

Dentre essas indústrias, a aeronáutica é tida como um exemplo a ser seguido, pois possui atividades reconhecidas pelo seu rigor e credibilidade. Ainda podem ser citadas sua organização e nível de exigência. Além disso, seus projetos possuem custos elevados e exigem um longo período de desenvolvimento. Para tal, a aeronáutica possui uma coleção de padrões, diretrizes e um conjunto de documentos ricos em conteúdo e boas práticas.

Comumente, as duas indústrias lidam com projetos de alta tecnologia, desenvolvimento específico, qualificação de novos componentes e materiais.

Em todas as áreas, há uma preocupação constante com o sucesso do projeto. Conseqüentemente, é necessário garantir o cumprimento das necessidades das partes interessadas. Para isso, é realmente importante a adoção de um processo que garanta o cumprimento das exigências, a conformidade com as especificações e monitore o ciclo de vida do produto.

Visto que a condução de um processo de certificação aeronáutica para um novo projeto mantém em sua origem a preocupação com o cumprimento das exigências e certificação dos fornecedores, seria pertinente adotar certas práticas para melhorar os processos, já utilizados na garantia de produtos espaciais; neste caso, no cenário brasileiro para satélites de pequeno e médio porte.

## **1.2. Motivação**

A história vivida pelo INPE no desenvolvimento de satélites de pequeno e médio porte mostra que quando a indústria espacial desenvolve um produto que obtém sucesso no cumprimento de seus objetivos, o programa passa a ser bem aceito pelos interessados. Isso se reflete em um prolongamento do programa. Essa experiência é vivida no programa CBERS (classificado como médio porte, pois o Brasil é responsável por fazer aproximadamente metade do satélite, cerca de 1.000 kg).

Fica evidente que há uma constante preocupação com o sucesso do projeto. Para tal, existe a necessidade de se garantir o cumprimento das necessidades solicitadas pelos interessados. Essas se refletem em requisitos do produto e da qualidade. Por conseguinte, é de extrema importância adotar um processo que controle o atendimento às exigências e as acompanhem durante todo o ciclo de vida do produto.

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

Somando-se a isso, foi publicada uma Portaria da AEB, no Diário Oficial da União, no dia 10 de Janeiro de 2011, autorizando o IFI/DCTA a atuar como Organismo Certificador Espacial.

PORTARIA No - 3 AEB, DE 7 DE JANEIRO DE 2011. O PRESIDENTE DA AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA (AEB), no uso das atribuições que lhe confere o Artigo 3º da Lei nº 8.854, de 10 de fevereiro de 1994, tendo em vista a necessidade de fixação dos Organismos de Certificação Espacial - OCE, autorizados a atuar no âmbito do Sistema

Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais - SINDAE, resolve: Art. 1º - Reconhecer o Instituto de Fomento e Coordenação Industrial - IFI, subordinado ao Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial - DCTA do Comando da Aeronáutica, como Organismo de Certificação Espacial - OCE autorizado a atuar no âmbito do SINDAE. Art. 2º - Esta portaria entrará em vigor na data de sua publicação.

O IFI atua em duas frentes como OCE: a primeira consiste em atividades de lançamento comercial, como por exemplo, apoio na elaboração de Regulamento de Segurança da AEB, visando garantir a segurança (equivalente ao FAA no segmento espacial); e a segunda frente consiste em atividades do PNAE (Programa Nacional de Atividades Espaciais), visando garantir a missão e segurança delas. Entretanto, a área ainda necessita de um Sistema Nacional de Certificação (ou avaliação da conformidade para a área espacial) que poderia ser uma possível solução para o SINDAE (Sistema Nacional de Atividades Espaciais).

Vislumbrando a futura certificação para a área espacial, seria pertinente um alinhamento das atividades da garantia do produto de satélites com as da certificação. Isso poderia acarretar a elevação dos níveis das exigências, aprimoramento das atividades realizadas e do controle do processo.

A identificação do processo de garantia do produto da área espacial/satélites/INPE e das suas diferenças com relação ao processo utilizado na certificação aeronáutica civil/ANAC, permite detectar pontos de melhorias e aprimoramento, acarretando a elevação dos patamares de qualidade dentro do INPE. Como consequência, isso elevará o nível da qualidade das empresas contratadas do setor espacial, favorecendo tais empresas (fabricantes do produto espacial), possibilitando assim, novas oportunidades de negócios, e desta maneira fomentando a indústria nacional.

### 1.3. Escopo

O escopo deste trabalho consistiu em:

- identificar o processo existente na garantia do produto espacial do INPE, executado pelo SEQ (Serviço de Engenharia da Qualidade). Atuação essa, realizada pelos grupos pertencentes ao SEQ, tendo como foco as atividades pertinentes à disciplina Garantia do Produto;
- sumarizar o processo existente na certificação de tipo do produto aeronáutico da aeronáutica civil brasileira; entretanto, utilizando, por vezes, contribuições da certificação aeronáutica militar brasileira, aeronáutica civil europeia e aeronáutica civil norte-americana;
- comparar o processo existente na garantia do produto espacial (INPE) com o processo existente na certificação de tipo do produto aeronáutico da aeronáutica civil brasileira, realizado pela ANAC;
- propor recomendações para o processo da garantia do produto do INPE, à luz da certificação aeronáutica;
- 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
- abordar apenas o processo de garantia do produto como parte de uma grande organização, sendo essa responsável pelo programa espacial, desenvolvimento do projeto e integrador do produto.

Estão fora do escopo deste trabalho:

- a maneira como será implantada cada proposta e quais os momentos exatos de sua aplicação. Este trabalho limitou-se a detectar as práticas

ou critérios possíveis de serem aplicados e vislumbrar a possibilidade de impacto positivo;

- atividades internas de fornecedores de equipamentos e subsistemas, que podem porém ser estendidas em alguns casos; e
- a atuação específica de cada grupo do SEQ.

#### **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 trata da formulação do problema e abordagens para sua solução.

O Capítulo 4 apresenta a identificação do processo utilizado para conduzir as atividades da garantia do produto do SEQ/ ETE/ INPE.

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

O Capítulo 6 apresenta a comparação entre a certificação aeronáutica civil da ANAC e garantia do produto espacial do SEQ/ETE/INPE.

O Capítulo 7 apresenta as sugestões de aperfeiçoamento do processo utilizado pela garantia do produto do SEQ/ ETE/ INPE, essas originadas na certificação aeronáutica civil da ANAC.

O Capítulo 8 apresenta um estudo de caso, realizado no Centro de Controle de Satélites (CCS) do 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

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 aeronáutica e a garantia do produto espacial possuem inúmeras referências que poderiam ser estudadas.

Com o embasamento teórico apresentado neste Capítulo, é possível entender o detalhamento e a comparação entre a certificação de tipo da aeronáutica civil e a garantia do produto espacial, visando o aprimoramento do processo utilizado no INPE.

### 2.1. Projeto

#### 2.1.1. Projetos espaciais

Este trabalho se baseia no entendimento de projeto da ECSS (2012) e do COMAER (2007), à saber:

**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, juntamente com 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, à 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".

### **2.1.2. Projeto CBERS É China-Brazil Earth-Resources Satellite**

Cf. adaptado de INPE (2017a), o programa CBERS é uma parceria entre Brasil e China no setor técnico-científico espacial.

Um dos objetivos foi a obtenção de uma ferramenta para monitoramento do território brasileiro com satélites próprios de sensoriamento remoto, visando consolidar a autonomia neste segmento, cf. baseado em INPE (2017a).

O programa CBERS em sua primeira etapa focou apenas em dois satélites de sensoriamento remoto, os CBERS-1 e 2. Devido ao sucesso na obtenção dos objetivos, ambos os governos decidiram expandir o acordo e incluir outros três satélites da mesma categoria, os satélites CBERS-2B e os CBERS-3 e 4., cf. baseado em INPE (2017a).

Hoje, grande parte das instituições brasileiras ligadas ao meio ambiente e recursos naturais são usuárias das imagens do CBERS. Suas imagens são utilizadas para o controle dos desmatamentos e queimadas na Amazônia Legal. Também são usadas para o monitoramento de recursos hídricos, áreas agrícolas, crescimento urbano, ocupação do solo, em educação e em inúmeras outras aplicações. Além de contribuir para projetos nacionais estratégicos, como o PRODES, de avaliação do desflorestamento na Amazônia, o DETER, de avaliação do desflorestamento em tempo real, e o monitoramento das áreas canavieiras (CANASAT), entre outros, cf. baseado em INPE (2017a).

### **2.1.3. Projeto Plataforma Multimissão (PMM)**

Cf. baseado em INPE (2017b), a Plataforma Multimissão (PMM) detém um projeto de arquitetura diferenciado e moderno que permite reunir em uma plataforma os equipamentos necessários (Módulo de Serviço) para o funcionamento do satélite, independente de sua carga útil.

Como se pode ver em INPE (2017c), a PMM é composta por subsistemas básicos, os quais fornecem o essencial para o funcionamento do satélite e um

suporte para a integração de uma carga útil que deve ser escolhida de acordo com a missão do satélite.

## 2.2. 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
Minisatélites / Satélites Pequenos	100 - 500
Microsatélites	10 - 100
Nanosatélites	1 - 10
Picosatélites	0,1 - 1
Fentosatélites	< 0,1

Fonte: Pessota (2015).

## 2.3. Ciclo de vida de projetos espaciais

Para o PMI (2013), o **ciclo de vida do projeto** consiste de uma série de fases pelas quais um projeto 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, a natureza do projeto em si e sua área de aplicação.

O modelo do ciclo de vida de projetos espaciais adotado pela Agência Espacial Européia (ESA) é dividido em 7 fases, como apresentado a seguir (ECSS, 2009b):

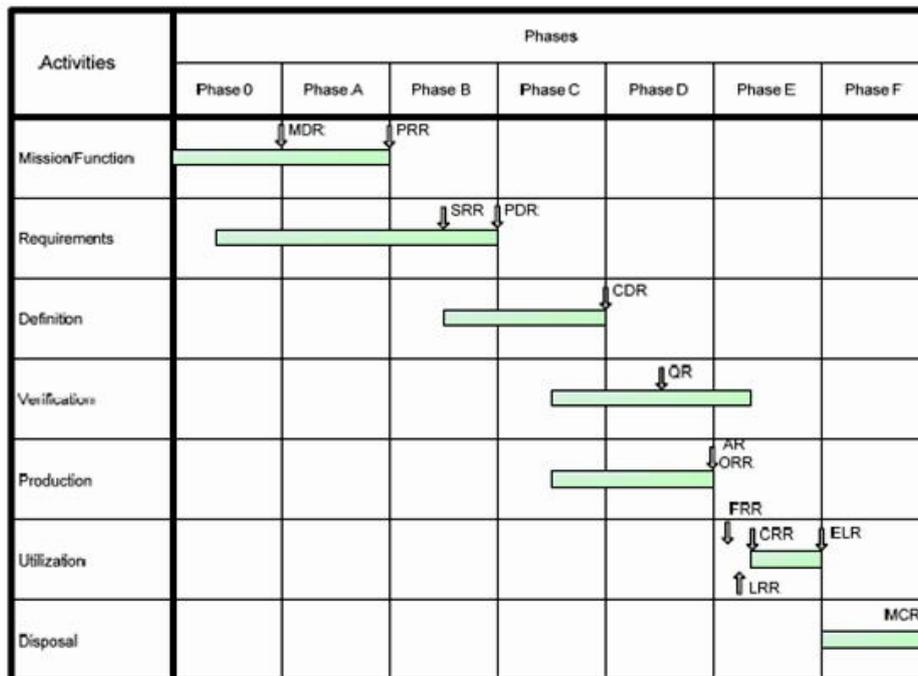
- Fase 0 - Análise da missão / Identificação das necessidades;
- Fase A . Viabilidade;
- Fase B . Definições preliminares;
- Fase C . Definições detalhadas;
- Fase D . Qualificação e Produção;
- Fase E . Operação; e
- Fase F . Descarte.

A Figura 2.1 relaciona as fases com as atividades dos projetos, apontando os marcos de avaliação, conforme descrito abaixo:

- MDR . Revisão de Definição de Missão;
- PRR . Revisão Preliminar de Requisitos;
- SRR . Revisão de Requisitos de Sistema;
- PDR . Revisão Preliminar do Projeto (ou Revisão de Projeto Preliminar);
- CDR . Revisão Crítica do Projeto (ou Revisão de Projeto Detalhado);
- QR . Revisão de Qualificação;
- AR . Revisão de Aceitação;
- FRR . Revisão de Prontidão de Voo;
- LRR . Revisão de Prontidão de Lançamento;
- CRR . Revisão de Comissionamento de Resultados;

- ELR . Revisão de Final de Vida; e
- MCR . Revisão de Encerramento da Missão.

Figura 2.1 - Ciclo de vida típico de projeto.



Fonte: ECSS (2009b).

Os objetivos por fases apresentados pela ECSS, baseados em ECSS (2009b), são:

As fases 0, A e B focam principalmente na: elaboração funcional do sistema e dos requisitos técnicos; identificação dos conceitos do sistema para cumprir com a declaração da missão; identificação das atividades e recursos necessários para o desenvolvimento do projeto; avaliação inicial dos riscos técnicos e programáticos; e início das atividades de pré-desenvolvimento.

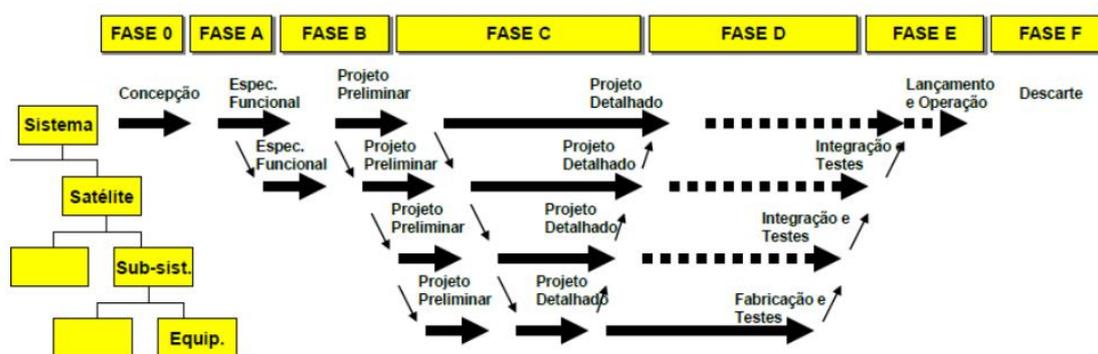
As fases C e D incluem todas as atividades de desenvolvimento, qualificação e testes do produto.

A fase E inclui todas as atividades de lançamento, comissionamento, operação e manutenção do produto.

A fase F inclui todas as atividades de descarte.

A Figura 2.2 mostra a correlação entre cada fase do ciclo de vida de um satélite com as etapas do processo de desenvolvimento dos sistemas, subsistemas e equipamentos do satélite, de acordo com Souza (2008).

Figura 2.2 - Ciclo de vida de um projeto espacial.



Fonte: Souza (2008).

## 2.4. Engenharia de requisitos

De forma geral, para este trabalho, **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). Ou seja, requisitos é a "declaração das necessidades das partes interessadas", cf. Souza (2016). Entretanto para o tema certificação, **requisito** pode ser entendido também como a "exigência estabelecida legalmente, tornando-se, majoritariamente, especificação", cf. Souza (2016).

Ainda de acordo com Young (2004), os requisitos são importantes por ~~pr~~ prover as bases para todo o desenvolvimento do trabalho que se seguirá. Uma vez

definidos os requisitos, os desenvolvedores iniciam o trabalho técnico: projeto, desenvolvimento, teste, implementação e operação do sistema+.

A captura de um requisito é chamada de elicitaco (*elicitation*). Young (2004) indica também que esta elicitaco  referente ao processo de %ntender as necessidades dos consumidores ou usuários para o sistema planejado ou suas expectativas+.

Para Young (2004) ,os gerentes geralmente pensam que as atividades relacionadas a requisitos consistem basicamente em reunir requisitos e gerenciar mudanças nesses requisitos durante todo o ciclo de vida+. Ainda adiciona que %na realidade, existem várias outras atividades relacionadas a requisitos que precisam ser tratadas no ciclo de vida do sistema+, a saber:

- identificar os interessados ou as partes interessadas (*stakeholders*): inclui aqueles que tem interesse no sistema ou em suas qualidades possuidoras que atendam de alguma forma às suas necessidades particulares, cf. baseado em Young (2004);
- compreender e capturar as necessidades dos clientes: **elicitao** dos requisitos, cf. baseado em Young (2004);
- identificar os requisitos: trata-se de indicar requisitos em frases e reuni-las como um conjunto, cf. baseado em Young (2004);
- esclarecer e reavaliar os requisitos: garantir que eles descrevam as reais necessidades dos interessados e que o texto reflita exatamente isso, cf. baseado em Young (2004);
- analisar os requisitos: garantir que os requisitos estejam bem definidos e exatamente conforme os critérios estabelecidos, cf. baseado em Young (2004);

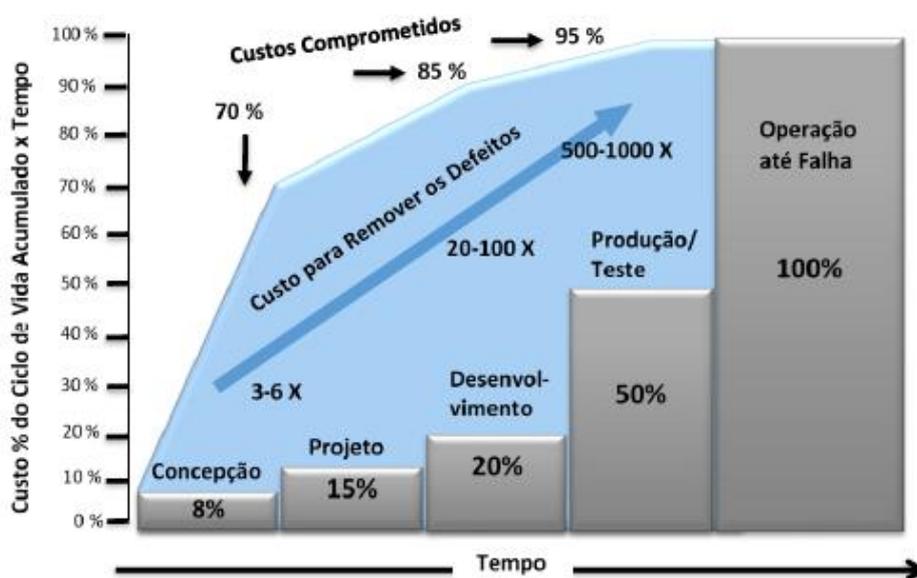
- definir os requisitos: cada parte interessada pode ter uma perspectiva do sistema e dos requisitos de forma diferente. Sendo importante investir tempo para haver entendimento e vocabulário comuns, cf. baseado em Young (2004);
- especificar os requisitos: incluir todos os detalhes precisamente para que possam ser incluídos num documento de especificação, cf. baseado em Young (2004);
- priorizar os requisitos: nem todos os requisitos possuem a mesma importância para os clientes e usuários do sistema planejado. Sendo alguns críticos, outros de prioridade alta, ou ainda prioridade normal ou média, e alguns até de menor prioridade. A priorização oferece a oportunidade de abordar a mais alta prioridade logo no início. A priorização ajuda a garantir que a quantidade de investimento será realizada de acordo com as necessidades do cliente, cf. baseado em Young (2004);
- derivar os requisitos: são requisitos que devido à concepção do sistema não proporcionam um benefício direto ao usuário final, cf. baseado em Young (2004);
- particionamento de requisitos: classificam-se os requisitos como aqueles que podem ser atendidos por hardware, software, treinamento e documentação, por exemplo, cf. baseado em Young (2004);
- atribuição de requisitos: atribuem-se requisitos a diferentes subsistemas e componentes do sistema, porém as alocações podem não ser sempre satisfeitas por apenas um subsistema ou componente, cf. baseado em Young (2004);

- rastreabilidade de requisitos: precisa-se da capacidade de rastrear ou identificar onde e como cada requisito é satisfeito, para que se possa verificar que cada exigência foi cumprida, cf. baseado em Young (2004);
- gerenciamento de requisitos: ser capaz de adicionar, excluir e modificar requisitos durante todas as fases. O repositório de requisitos consiste de um conjunto de artefatos e bancos de dados próprios para a execução da atividade, cf. baseado em Young (2004);
- teste e verificação de requisitos: este é o processo de verificação de requisitos, projetos, códigos, planos de teste e produtos do sistema para garantir que os requisitos sejam satisfeitos, cf. baseado em Young (2004); e
- validação de requisitos: processo para confirmar que os reais requisitos são implementados no sistema fornecido. A ordem de validação de requisitos deve ser respeitada, uma vez que existe um comprometimento com o financiamento disponível, cf. baseado em Young (2004).

O investimento na elicitação do requisito na fase inicial do projeto e no seu gerenciamento ao longo do desenvolvimento acarreta economia de recursos, tempo, minimiza esforços e resulta no atendimento ao cronograma.

Um fato importante a ser elencado neste momento é que conforme apresentado na Figura 2.3, cf. Rabello (2016), após uma análise estatística baseada em projetos do *U.S. Department of Defense (DoD)*, pode ser observado que (INCOSE, 2011): 1) o custo dispendido para eliminar os defeitos aumenta mais no fim das fases do projeto; 2) o custo comprometido no projeto aumenta mais no início das fases; 3) entretanto, na concepção, o custodispêndido é muito pequeno; 4) cabe então, uma maior atenção nas fases iniciais, visando otimizar recursos, sendo assim pertinente uma maior dedicação na elicitação do requisitos.

Figura 2.3 - Custos de um projeto durante o ciclo de vida.



Fonte: Rabello (2016).

Por fim, cf. adaptado de Arnaut (2016), a **Engenharia de Requisitos** 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.

#### 2.4.1. Verificação e validação de requisitos

Para este trabalho, de acordo com Hoyle (2001), **verificação** é "o ato de estabelecer a verdade ou exatidão de um fato, teoria, declaração ou condição". Já as atividades de verificação são investigações especiais, testes, inspeções, demonstrações, análises ou comparações de dados para verificar se um produto ou serviço cumpre com os requisitos estabelecidos.

Para Grady (1997), **validação** significa "provar que está em conformidade com a lei, a lógica e os fatos, que são eficazes e convincentes". Os requisitos validados são requisitos implementados no sistema. Para ele, validar um sistema é "construir o sistema correto, certificando-se que o sistema faça o que

é suposto fazer. A validação determina a exatidão e completude do produto e garante que o sistema irá satisfazer as necessidades reais do cliente".

Somando-se a isso, cf. adaptado de Grady (1997), **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.

## 2.5. Garantia da qualidade

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 (2016) 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. A Figura 2.4 mostra uma visão geral do gerenciamento da qualidade do projeto.

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 ao invés de inspeção;
- “ melhoria contínua;
- “ responsabilidade da gerência; e
- “ custo da qualidade (CDQ).

Figura 2.4 - Visão geral do gerenciamento da qualidade do projeto.



Fonte: PMI (2013).

### 2.5.1. Realizar a garantia da qualidade

Tendo como foco as atividades da garantia da qualidade, tem-se que, "realizar a garantia da qualidade é o processo de auditoria dos requisitos de qualidade e dos resultados das medições de controle de qualidade", cf. PMI (2013), facilitando, assim, o aprimoramento dos processos de qualidade.

Podem ser vistas na Figura 2.5, as entradas, ferramentas, técnicas, e saídas desse processo.

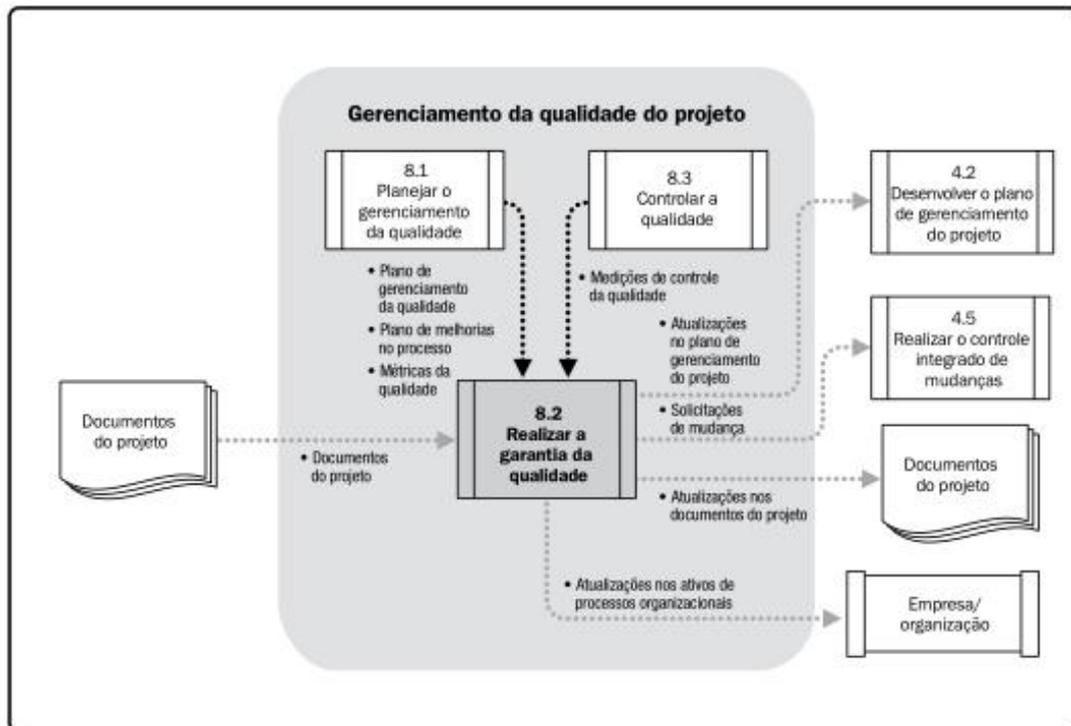
Já a Figura 2.6 ilustra o diagrama de fluxo de dados do processo.

Figura 2.5 - Entradas, ferramentas e saídas da realização da garantia da qualidade.



Fonte: PMI (2013).

Figura 2.6 - Diagrama do fluxo de dados do processo de realizar a garantia da qualidade.



Fonte: PMI (2013).

### 2.5.2. Controlar a qualidade

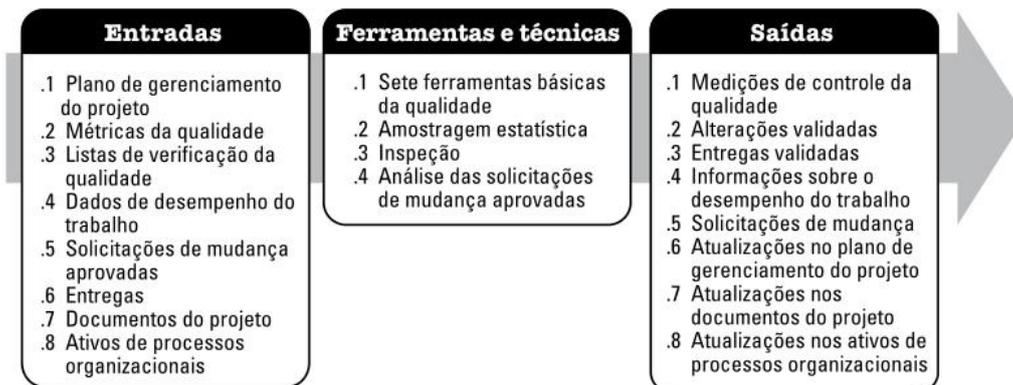
Para PMI (2013), "controlar a qualidade é um processo que consiste do monitoramento e registro dos resultados da execução das atividades de qualidade, visando avaliar seu desempenho e recomendar mudanças".

Baseado em PMI (2013), os benefícios desse processo são:

- “ identificar as causas da baixa qualidade do processo ou do produto e fazer recomendações; e
- “ validar a conformidade das entregas e do trabalho do projeto.

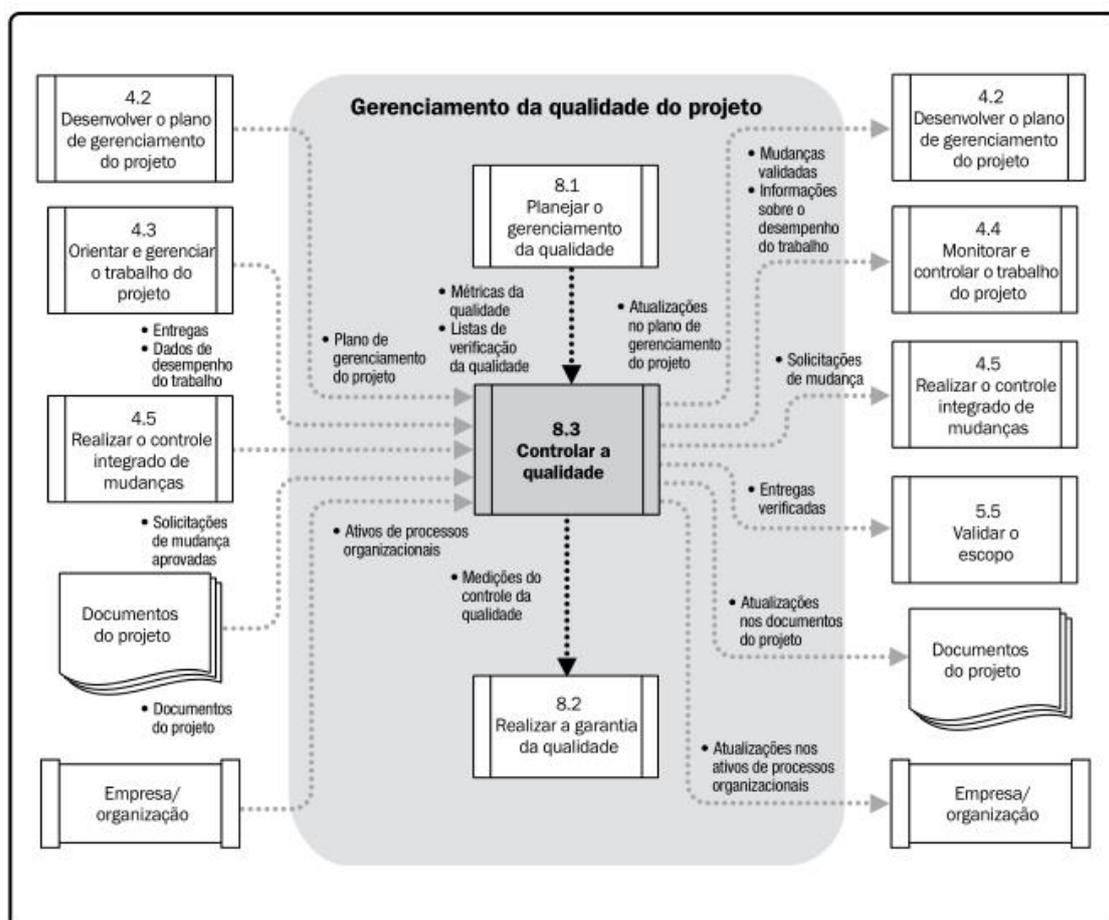
As entradas, ferramentas e técnicas, e saídas desse processo estão ilustradas na Figura 2.7 e a Figura 2.8 ilustra o diagrama de fluxo de dados do processo.

Figura 2.7 - Entradas, ferramentas e saídas do controle da garantia da qualidade.



Fonte: PMI (2013).

Figura 2.8 - Diagrama de fluxo de dados do processo de monitorar a garantia da qualidade.



Fonte: PMI (2013).

## 2.6. Garantia do produto espacial

Neste trabalho, **Garantia de Produto - GP** remete ao Grupo de Garantia do Produto pertencente ao Serviço de Engenharia da Qualidade (SEQ/ETE/INPE). E, o termo **garantia do produto** ou **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).

Ainda cf. adaptado de ECSS (2008), 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.

O documento ainda menciona que o compromisso com a qualidade de toda a organização é fundamental para a qualidade do produto e o sucesso da missão espacial. A gestão da garantia do produto está totalmente integrada à gestão do projeto e deve receber a mais alta prioridade da gestão da organização.

Somando-se a isso, são tidos como os princípios básicos dos requisitos de garantia do produto: a identificação precoce de aspectos potencialmente prejudiciais para a segurança; o sucesso da missão; e a prevenção eficaz de custos, de qualquer natureza, com relação a qualquer consequência adversa, cf. adaptado de ECSS (2008).

Cf. baseado em ECSS (2008), o gerenciamento da garantia do produto garante a integração das disciplinas da garantia de produto e suas atividades, sendo essas disciplinas:

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

## 2.7. O Custo da não qualidade

Em sua dissertação de mestrado, Oliveira (2011a) apresentou o custo da não qualidade do programa CBERS e verificou que os custos relativos das não conformidades e das modificações são relevantes para o programa espacial. Ele salientou também a necessidade de um controle mais efetivo da garantia do produto com relação às ações corretivas e não conformidades. Ele ainda propôs que os instrumentos de controle para relatar as modificações e correções (ECRs e NCRs) fossem melhorados, incorporando as disciplinas Engenharia de Sistemas, Garantia do Produto e Gestão de Projetos. Em tempo, ele informou que boa parte dos atrasos nas entregas de projeto decorre de correções de projeto/ fabricação/ teste e especificações mal elaboradas necessitando de uma atuação mais forte da Engenharia de Sistemas, desde a concepção até a entrega final do produto.

A Tabela 2.2 mostra o custo parcial da não qualidade, de cada subsistema analisado por Oliveira (2011a), para os CBERS - 1&2, em função do número de ECRs (Solicitação de Mudança de Engenharia - *Engineering Change Requests*) e NCRs (Relatórios de Não Conformidade - *Nonconformance Reports*). Esses valores tiveram como base os custos da época.

Tabela 2.2 - CBERS -1&2 e o custo parcial de cada subsistema.

Subsistema	Não Qualidade				Subsistema Custo (US\$)
	ECR		NCR		
	CC	CL	Menor	Maior	
Estrutura	3	2	131	10	129.396,60
PSS	28	58	309	51	575.612,80
TT&C	12	19	48	21	180.851,20
DCS	12	28	17	14	164.049,00
WFI	10	13	8	10	89.360,40
<b>Total</b>	<b>65</b>	<b>120</b>	<b>513</b>	<b>106</b>	<b>1.158.717,00</b>

Legenda: CC - ciclo curto e CL- ciclo longo.

Fonte: Oliveira (2011a).

## 2.8. Processos

Neste trabalho **processo** é entendido como uma série de atividades sistemáticas direcionadas para alcançar um resultado final de tal forma que se aja em relação a uma ou mais entradas com o objetivo de produzir uma ou mais saídas, sob a influência de controles e utilizando mecanismos, cf. adaptado de PMI (2013).

### 2.8.1. IDEF 0 - ferramenta integrada para modelagem de funções

A ferramenta IDEF 0 é "uma forma de modelar processos, onde a caixa de função representa uma atividade ou conjunto de atividades percebidas, que transforma entradas em saídas sob a influência de controles, utilizando os mecanismos previstos", (CARRARA JUNIOR, 2014). A Figura 2.9 representa o diagrama IDEF 0.

As características dos processos podem ser descritas da seguinte forma:

**Entrada:** "qualquer item, interno ou externo ao projeto, que é exigido por um processo antes que esse processo continue. Pode ser uma saída de um processo predecessor", PMBOK 5º Ed, PMI (2013).

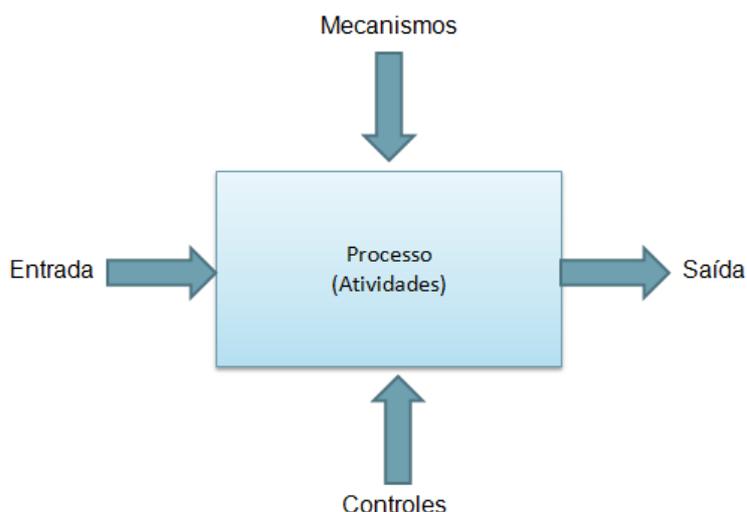
**Saída:** "um produto, resultado ou serviço gerado por um processo. Pode ser um dado necessário como entrada para um processo sucessor", PMBOK 5º Ed, PMI (2013).

**Mecanismos:** cf. baseado em PMBOK 5º Ed, PMI (2013), recurso ou mecanismo consiste do que é necessário para que a atividades ocorra, exemplo, recursos humanos especializados (disciplinas específicas, individualmente ou em grupos ou equipes), equipamentos, serviços, suprimentos, *commodities*, materiais, orçamentos ou fundos".

**Controles:** cf. baseado em HOYLE (2001). controles são os 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 ao invés de controles, mas podem incluir entre elas as exigências do cliente.

Figura 2.9 - Exemplo de Diagrama IDEF 0.



Fonte: adaptado de CARRARA JUNIOR (2014).

## 2.9. Qualificação

Qualificação, neste trabalho, é entendida como a evidência da capacidade de um produto em atender ao desempenho especificado por meio de uma série de testes, análises de documentos e de processos, cf. adaptada de Hoyle (2001).

## 2.10. Rastreabilidade

Para Hoyle (2001), "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".

O conceito pode ser complementado, rastreabilidade sendo a capacidade de selecionar uma determinada parte do desenvolvimento ou informações do *design* e poder rastrear as informações relacionadas (exemplos: requisitos de nível de sistema para requisitos de nível de subsistema, requisitos de software

para componentes de *design* de software). A rastreabilidade bidirecional é a capacidade de fazer o rastreamento em ambas as direções em uma estrutura hierárquica, cf. adaptado de DoD (2008).

## **2.11. Engenharia de Sistemas**

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

A Engenharia de Sistemas possui interfaces com as disciplinas referentes à produção, operação, garantia do produto, e gestão, cf. baseado na ECSS (2009a).

A Engenharia de Sistemas é uma abordagem inter e multidisciplinar colaborativa de engenharia para derivar, evoluir e verificar uma solução-sistema balanceada ao longo do ciclo de vida que satisfaça às expectativas dos *stakeholders* (interessados envolvidos) e a aceitação pública", LOUREIRO (2010).

Completando o entendimento, a "Engenharia de Sistemas considera tanto o negócio quanto as necessidades técnicas de todos os clientes com o objetivo de prover um produto de qualidade que atenda às necessidades dos usuários", INCOSE (2006).

À partir das análises de Engenharia de Sistemas, os requisitos e os atributos são capturados e os interessados envolvidos no ciclo de vida são identificados. Desta forma, desde a fase de definição dos sistemas já é possível ter conhecimentos dos impactos, rastreabilidade e hierarquia, diminuindo o risco de mudanças em um estágio avançado do projeto e reduzindo impactos em custo e tempo.

## 2.12. 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).

Para COMAER (2014a), "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, cf. adaptado de DoD (2000).

## 2.13. 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+.

Para Rabello (2016), "esta capacidade de operar sem falhas durante certo intervalo de tempo é uma aspiração presente em muitos campos do conhecimento humano, e não apenas das engenharias. Ela decorre da necessidade de não haver falta de iluminação em uma sala de cirurgia, de haver controle adequado dos níveis de pressão em uma caldeira, de não haver fissuras em um material sujeito à pressão elevada, de uma aeronave atravessar o oceano sem a ocorrência de problemas graves, de um sistema educacional completar seu trabalho habilitando os alunos em nível adequado, etc".

Em confiabilidade, um ponto importante a ser destacado e fundamental é a verificação das condições do evento a que foram submetidas às amostras, pois somente o valor da confiabilidade não é suficiente para caracterizar o evento.

Para aeronaves civis, após o item entrar em operação, esse será submetido a eventos bem definidos quase na totalidade do seu tempo, salvo exceções inesperadas, difíceis de serem estimadas. Então, nas condições normais, as configurações de voo são semelhantes e repetitivas: rolagem, decolagem, voo de cruzeiro, descida, pouso e rolagem.

#### **2.14. Manutenibilidade**

Para Azevedo (2003), "manutenibilidade 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".

Baseado em Rabello (2016), a manutenibilidade pode ser medida pela probabilidade de uma dada ação de manutenção efetiva, para um item específico, sob dadas condições de operação, poder ser concluída dentro de um intervalo de tempo determinado, visto que a manutenção é realizada respeitando condições estabelecidas, usando procedimentos e recursos prescritos.

#### **2.15. Aeronavegabilidade**

De acordo com a COMAER (2014a), 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 aprovados".

### 2.15.1. Aeronavegabilidade continuada

Para Posse (2010), aeronavegabilidade continuada consiste no "conjunto sistemático de ações que visam garantir o nível de segurança obtido na certificação dos produtos aeronáuticos e sua manutenção durante sua vida em serviço".

Para completar a explicação, de acordo com a COMAER (2014a), 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".

### 2.16. Conformidade e cumprimento

Na literatura, o termo "**compliance**" é aplicado a vários níveis de adesão a um padrão. Diferenças nas definições e no entendimento também levam à confusão. Aqui estão apresentadas as definições de conformidade e cumprimento adotadas neste trabalho:

Cf. adaptado de ISO (2015), **conformidade** é o atendimento a uma exigência. Entretanto, a exigência nesse caso pode ser confundida com a definição de requisito. Então este trabalho utiliza a definição de Souza (2016) para **conformidade**, sendo essa "o atendimento às especificações".

Baseado em Axelrod (2016), **cumprimento** é a obediência obrigatória às leis e regulamentações.

### 2.17. Certificação

No entanto, no mundo dos padrões de sistemas, a conformidade é muitas vezes voluntária (não obrigatória, como é o caso do cumprimento legal e regulamentar), o que leva à confusão. A definição de certificação adotada para este trabalho, adaptada de COMAER (2014a) e ANAC (2017), é tida como:

- **certificação** é atestar que o produto (aeronáutico) cumpre com os requisitos, estabelecidos pela autoridade competente, por meio de um processo pelo qual uma organização certificadora reconhece o seu projeto, após verificação técnica adequada, da conformidade com as especificações e então, emite um certificado formal para o requerente da certificação, cf. adaptado de ANAC (2017) e COMAER (2014a).

Importante salientar que baseado em Axelrod (2016), a certificação só pode ser feita por um agente de certificação reconhecido, autorizado, que segue um conjunto predeterminado de tarefas de avaliação ou executa auditorias de certificação, para garantir que os requisitos foram cumpridos. Isso é muito diferente de revisões internas ou mesmo de revisões externas, como uma verificação e validação independentes, por terceiros, que não são certificadores reconhecidos. Neste último caso, a conformidade pode ser alcançada, mas não a certificação.

### **2.17.1. Organização certificadora**

Baseado em COMAER (2014a), a autoridade (organização) certificadora (ou organismo certificador) é responsável por regular, supervisionar e controlar todas as atividades relacionadas à garantia da qualidade e segurança de sistemas, e, ainda, de produtos durante todo seu ciclo de vida. Isso por meio de atividades de aprovação, aceitação, certificação, avaliação da conformidade e da garantia da qualidade.

### **2.18. Padrão**

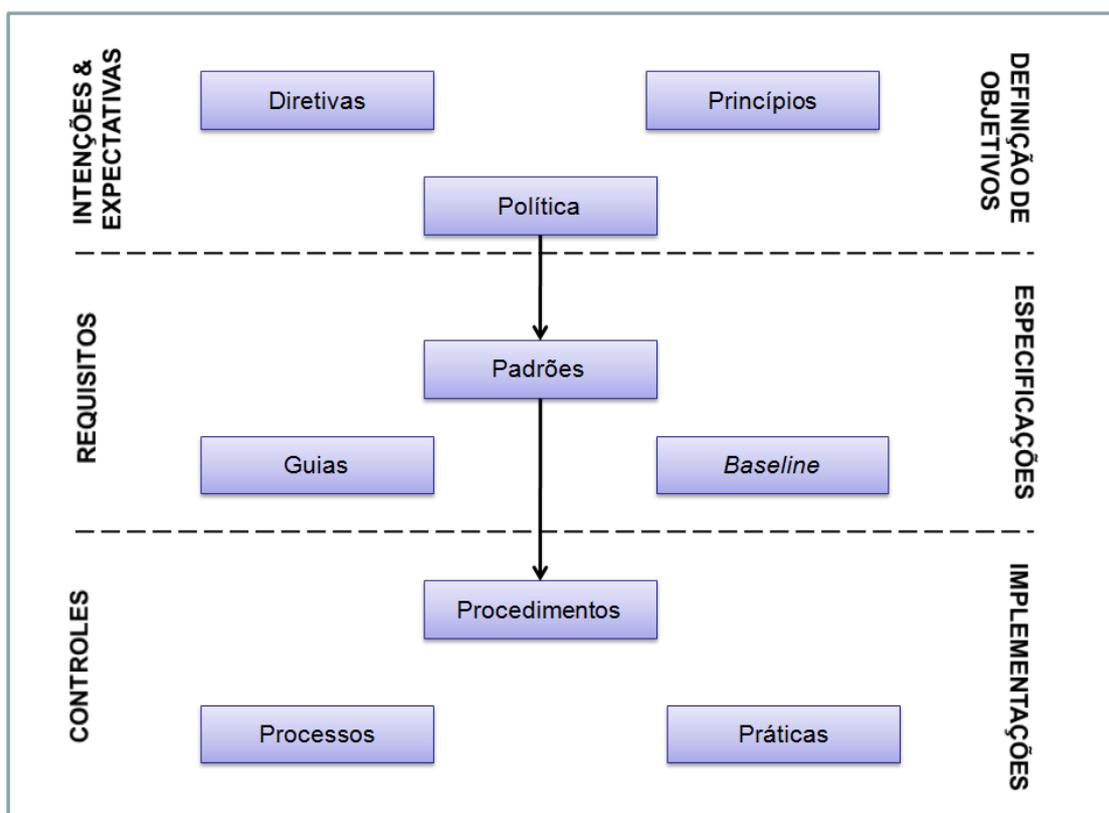
Das definições encontradas relacionadas aos padrões, as mais pertinentes para este trabalho foram adaptadas do artigo de Axelrod (2016). A Figura 2.9 mostra a relação e a hierarquia entre elas. As definições adotadas foram as seguintes:

- **diretriz:** é uma declaração oficial que direciona um determinado entendimento ou atividade, emitida por um órgão ou funcionário de alto nível;
- **princípio:** é um código de conduta abrangente e fundamental;
- **política:** é uma declaração de alto nível da expectativa de gerenciamento, em uma determinada área, sobre um determinado assunto;
- **padrão:** é uma declaração específica sobre como o cumprimento de uma política ou conjunto de políticas deve ser alcançado dentro de uma área e/ ou assunto. Os padrões não fazem referência à tecnologias específicas;
- **orientação** ou **guia:** é uma declaração específica sobre como os padrões podem ser atendidos para tecnologias específicas. Uma orientação não é obrigatória;
- **prática:** é uma técnica ou um método que, através da experiência e da pesquisa, provou ser confiável para conduzir a um resultado desejado;
- **procedimento:** é uma lista detalhada das tarefas que devem ser executadas para cumprir os padrões e o *baseline*. Os procedimentos são específicos para aqueles que executam as tarefas e se aplicam a tecnologias e ambientes específicos; e
- **baseline (linha de base):** 1.) é uma declaração específica sobre como os padrões devem ser atendidos para tecnologias específicas; neste caso o *baseline* é obrigatório, cf. adaptado de Axelrod (2016); e 2.) é versão aprovada de um produto de trabalho que só pode ser alterada

através de procedimentos formais de controle de modificação, sendo usada como uma base de comparação, cf. PMI (2013).

O termo "padrão" é comumente usado para regras que são pertinentes em alguma outra categoria, como política, diretriz ou prática.

Figura 2.9 - Relações hierárquicas entre os tipos de documentos.



Fonte: adaptado de Axelrod (2016).

### 2.18.1. Padrão ECSS-Q-ST-10C

A norma ECSS-Q-ST-10C (2008), intitulada "*Space Product Assurance - Product Assurance Management*" (Garantia do Produto Espacial - Gerenciamento da Garantia do Produto), é um documento publicado pela ECSS em 15 de novembro de 2008 que especifica os princípios gerais, programa de planejamento, programa de implementação e requisitos da garantia do produto, para o desenvolvimento de produtos e sistemas espaciais.

Esse documento aborda alguns requisitos do planejamento de programa de garantia do produto, sendo esses: organização e responsabilidades; interfaces de gerenciamento e plano da garantia da qualidade. São abordados requisitos de implementação dos programas, sendo esses: gerenciamento da garantia do produto; relatórios; auditorias; controles de itens críticos e interfaces para o gerenciamento de risco; documentação e controle; qualidade dos registros; controle de não-conformidades; e gerenciamento de alertas.

Todavia, o documento apenas cita os requisitos, não apresentando maiores detalhes e muito menos a forma de cumpri-los. Também em determinados pontos do documento são referenciados outros documentos da ECSS.

## **2.19. Regulamentação**

Os regulamentos são requisitos impostos por um órgão governamental. "Esses requisitos podem estabelecer características de um produto, processo ou serviço inclusive cláusulas administrativas aplicáveis que devem estar de acordo com a legislação governamental", PMI (2013).

### **2.19.1. Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Nº 21 (RBAC 21)**

O regulamento RBAC Nº 21, Emenda Nº 01 de 2011, intitulado "Certificação de Produto Aeronáutico", é um documento publicado pela ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) em 29 de novembro de 2011. Especifica os requisitos procedimentais para a emissão e modificação de certificado de tipo e isenções a tais certificados, emissão de certificados de organização de produção, emissão de certificados de aeronavegabilidade continuada e aprovações de aeronavegabilidade continuada para a exportação.

Para esse regulamento a palavra **produto** significa aeronave, motor de aeronave ou hélice.

O documento também estabelece quais são as ocorrências que devem ser informadas para a ANAC, visando ter acesso as informações de defeitos em

produtos, artigos ou peças fabricadas, vindas de um licenciado de um certificado de tipo. Estabelece também prazo e meio de comunicação para reporte de tais falhas.

Esse regulamento estabelece as exigências, define atividades, remete para outros regulamentos ou padrões. O documento apresenta de forma clara as definições e classificações.

### **2.19.2. 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. Prescreve as responsabilidades e processos do FAA que devem ser seguidos para a certificação 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 14 CFR *Part 21 (Title 14 - Code Federal Regulation - Part 21)* tem a mesma finalidade para o FAA que o RBAC 21 tem para a ANAC e contém as mesmas informações.

O documento apresenta o típico modelo seguido pelo FAA para o processo de certificação de tipo, mostra os padrões, descreve as responsabilidades, apresenta os métodos e ferramentas usados para conduzir um projeto de certificação de tipo.

### **2.19.3. *Militar Handbook* - Critério de Certificação de Aeronavegabilidade (MIL-HDBK-516C)**

O Handbook 516C (2014), intitulado "*Airworthiness Certification Criteria*" (Critério de Certificação de Aeronavegabilidade), é um documento publicado pelo DoD (*US Department of Defense*) em 12 de dezembro de 2014. Estabelece os critérios de certificação de aeronavegabilidade, padrões e

métodos de comprovação para serem usados na determinação de aeronavegabilidade para tripulados e não tripulados, sistemas de asas fixas ou rotativas.

Esse é o documento fundamental usado pelas autoridades na definição da base de certificação de aeronavegabilidade de um sistema aéreo.

Esse documento, um tipo de manual, é orientativo, não podendo ser citado como um requisito.

O documento apresenta primeiramente as definições e acrônimos; define critérios para a Engenharia de Sistemas. Aborda também as disciplinas de: estruturas, tecnologia de voo; propulsão e suas instalações; subsistemas aéreos; critérios de tripulação; sistemas de diagnósticos; aviônicos; sistemas elétricos; efeitos ambientais eletromagnéticos; segurança de sistemas; manutenção; armamento e integração; segurança dos passageiros; materiais; e transportabilidade aérea.

#### **2.19.4. Diretriz do Comando da Aeronáutica - Ciclo de Vida de Sistemas e Materiais da Aeronáutica (DCA 400-6)**

A DCA 400-6, COMAER (2007), de 2007, intitulada "Ciclo de Vida de Sistemas e Materiais da Aeronáutica", é um documento publicado pelo COMAER (Comando da Aeronáutica) em 5 de março de 2007. Tem como objetivo ordenar o planejamento e a execução das fases e principais eventos do ciclo de vida de sistemas e materiais da aeronáutica militar brasileira; além disso, regular tecnicamente a atuação, a interação e a responsabilidade dos Órgãos e Sistemas do COMAER que intervêm no processo.

O documento apresenta definições preliminares e conceituações, as fases do ciclo de vida do sistema (concepção, viabilidade, definição, desenvolvimento/ aquisição, produção, implantação, utilização, revitalização/ modernização/

melhoria e desativação), e disposições finais. O documento ainda, define responsabilidades e atividades que devem ser executadas.

#### **2.19.5. Diretriz do Comando da Aeronáutica - Garantia da Qualidade e da Segurança de Sistemas e Produtos no COMAER (DCA 800-2)**

A DCA 800-2, COMAER (2014a), de 2014, intitulada "Garantia da Qualidade e de Segurança de Sistemas e Produtos no COMAER", é um documento publicado pelo COMAER (Comando da Aeronáutica) em janeiro de 2014. Tem como objetivo estabelecer as diretrizes para a aprovação, certificação e avaliação da conformidade de todos os sistemas e produtos adquiridos ou desenvolvidos para emprego no COMAER, para assegurar sua qualidade e segurança em todo o ciclo de vida e, ainda, atribuir as responsabilidades às Organizações Certificadoras do COMAER.

O documento apresenta definições preliminares e conceituações; descreve as responsabilidades; disposições gerais (aspectos contratuais, procedimentos, aeronavegabilidade, credenciamento e escopo) e disposições finais.

#### **2.19.6. Instrução do Comando da Aeronáutica - Regulamento de Aeronavegabilidade Militar - Procedimentos para Certificação de Produto Aeronáutico (ICA 57-21)**

A ICA 57-21, COMAER (2014b), de 2014, intitulada "Procedimento de Aeronavegabilidade Militar - Procedimentos para Certificação de Produto Aeronáutico", é um documento publicado pelo COMAER (Comando da Aeronáutica) em 6 de outubro de 2014. Tem como objetivo complementar as disposições DCA 800-2, COMAER (2014a) referentes às atividades de certificação de produto aeronáutico, de competência do DCTA.

O documento estabelece os procedimentos, critérios para credenciamento, obrigações e direitos dos detentores de quaisquer Certificados, Atestados ou outros documentos emitidos pelo IFI (DCTA).



### **3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA E ABORDAGENS PARA SUA SOLUÇÃO**

#### **3.1. Formulação do problema**

Características inerentes aos produtos das indústrias espacial e aeronáutica são: a experimentação de novas tecnologias, complexidade, altos níveis de integração, custos elevados, prazos curtos e ciclos de vida longos. Tais atributos exigem níveis elevados de qualidade. Além disso, no caso espacial podem ser citadas algumas características adicionais como: ausência de manutenção, desenvolvimento e qualificação de novas tecnologias envolvidas. Para isso, é imprescindível possuir um rígido controle de todos os itens, equipe e processos. Por tais motivos, faz-se necessário um sólido processo de garantia da qualidade do item e, para que isso ocorra, precisa-se atuar durante todo o ciclo de vida do produto e elevar os patamares de qualidade utilizados.

Somando-se a isso, a garantia de produto espacial brasileiro pode precisar, mais cedo ou mais tarde, alinhar suas atividades às realizadas pela certificação espacial que ocorre no IFI/DCTA, devido à Portaria Nº 3 da AEB, de 10 de Janeiro de 2011, autorizando o IFI a atuar como Organismo Certificador Espacial.

Então, como garantir um produto em um cenário com: tais características citadas acima; exigências de níveis de qualidade elevados; controles rígidos; e a possibilidade de necessitar alinhar as atividades da garantia do produto (INPE) com as da certificação (IFI)?

Olhando para esses problemas apresentados, tem-se como solução:

- identificar o processo atual da garantia do produto (INPE);
- sumarizar o processo da aeronáutica civil (ANAC); e

- comparar os processos e absorver práticas para o aperfeiçoamento dos processos da garantia do produto do INPE.

### **3.2. Objetivo do trabalho**

Diante do exposto acima, este trabalho versa sobre a identificação de um processo da garantia do produto espacial (INPE) e proposição de seu aperfeiçoamento baseada na sumarização de um correspondente processo aeronáutico (ANAC). Isso, com o intuito de propor sugestões, alternativas e ações a serem adotadas no processo do SEQ/ETE/INPE para: 1) ajudar no desenvolvimento de requisitos futuros da garantia do produto para os programas; 2) aprimorar o controle das atividades da garantia do produto; e 3) atuar na padronização das atividades executadas pela garantia do produto 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 propostas três abordagens, visando o aprimoramento das atividades da garantia do produto espacial para satélites de pequeno e médio porte do INPE.

A **primeira** abordagem proposta utiliza teoria e análise para entender e descrever os processos existentes da garantia de produto do SEQ e na certificação de tipo da aeronáutica civil, por meio de documentos e entrevistas.

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

A **terceira** abordagem utiliza observação para realizar a identificação 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. Método da pesquisa

Para se atingir o objetivo deste trabalho, os seguintes passos foram executados:

Passo 1: revisão da literatura sobre garantia do produto espacial e certificação aeronáutica, a saber:

- sobre garantia de produto da indústria espacial, principalmente: PMBOK 5º ed, ISO 9001, Portaria Nº 897, ECSS-Q-ST-10C, ECSS-Q-ST-20C e documentos internos do INPE;
- sobre certificação, principalmente: RBAC 21, MPR-200, *Order* 8110.4C, ICA-57-2, DCA 800-2, DCA 400-6, HDBK-516C e documentos da ANAC;
- sobre Engenharia de Requisitos e Engenharia de Sistemas: Young (2004), Grady (1997), Halligan (1993) e IBM (2008);
- estudos científicos: 1) quatro (4) 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"; 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", c) de Jônatas Campos de Oliveira, intitulada "Método de Validação de Custos da Não Qualidade em Projetos Espaciais . Caso do Programa CBERS-2"; e d) de Inaldo Soares Albuquerque, intitulada "Modelo para o Gerenciamento da Configuração e Gerenciamento da Informação e Documentação do Programa Espacial Brasileiro". 2) uma (1) tese de doutorado: de Ana Paula de Sá Santos Rabello "Um Novo Processo para Melhorar a Dependabilidade de Sistemas Espaciais entre as Fases de

Planejamento e Projeto Detalhado, Incluindo Extensões dos Diagrama de Markov (DMEP) e da FMECA (FMEP) a Projetos"; e 3) um (1) artigo científico do IEEE intitulado "*The Creation and Certification of Software Cybersecurity Standards*".

Passo 2: identificação e comparação dos processos estudados na área espacial e aeronáutica, 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. Para tal, segue-se o detalhamento da atividade:

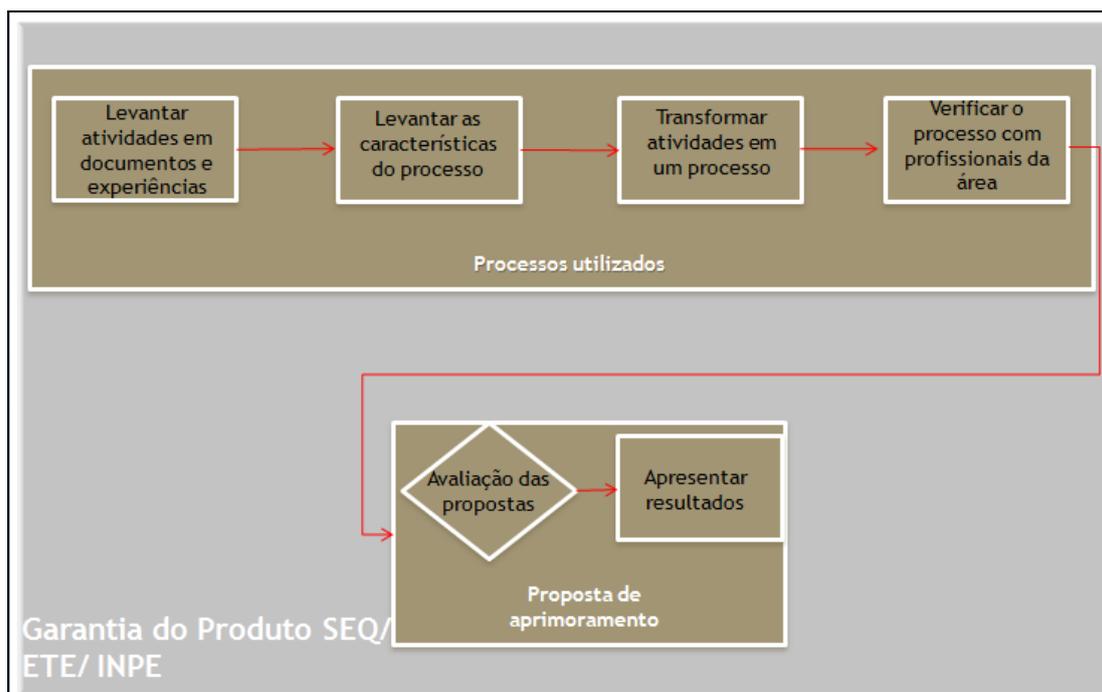
- identificação das atividades desempenhadas pelo SEQ para conduzir a garantia do produto espacial;
- identificação do processo seguido pelo SEQ para conduzir as atividades de garantia do produto espacial;
- verificação e validação do processo identificado por profissionais do SEQ;
- sumarização do processo utilizado pela ANAC para conduzir as atividades de certificação de tipo da aviação civil, juntamente com levantamentos de algumas contribuições pontuais da aeronáutica militar brasileira, aeronáutica civil europeia e norte-americana; e
- comparação das semelhanças e diferenças entre os modelos (garantia do produto espacial e certificação tipo da aeronáutica civil), com relação aos atributos selecionados.

Após o levantamento dos processos utilizados, foram identificados os pontos de possíveis melhorias (oportunidades), para o SEQ, tendo como foco a

garantia do produto. Foram então, selecionadas as práticas adotadas que poderiam contribuir positivamente para o aprimoramento do processo.

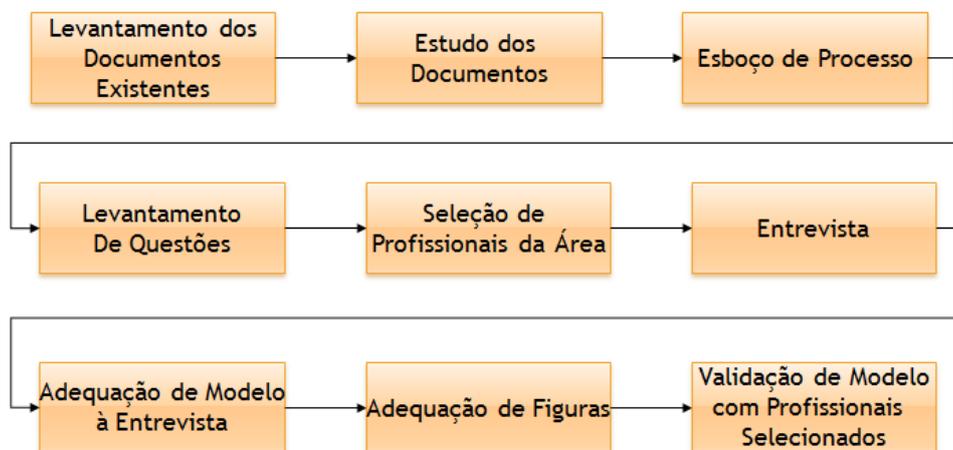
Para tal, as etapas constantes nas Figuras 3.1 e 3.2 são utilizadas:

Figura 3.1 - Levantamento do processo existente no SEQ.



Fonte: autora.

Figura 3.2 - Método de pesquisa e levantamento do processo do SEQ



Fonte: autora.

Passo 3: sugestões para aprimoramento da garantia do produto do SEQ, a saber:

- seleção de práticas utilizadas preferencialmente pela certificação aeronáutica civil e algumas contribuições pontuais da aeronáutica militar, no processo de certificação de tipo que podem ser empregadas no processo utilizado pelo SEQ, visando obter impactos positivos em suas implantações;
- práticas não documentadas utilizadas na área espacial do INPE; e
- avaliação por colaboradores do SEQ.

Passo 4: elaboração de um exemplo de aplicação (estudo de caso) para uma das propostas sugeridas, de forma a evidenciar seus ganhos, forma de utilização e de aplicação. Neste caso, a proposta escolhida foi a "Estratégia de Harmonização de Meio de Cumprimento de Requisitos".

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

Neste capítulo é apresentada a identificação do processo da garantia do produto espacial do INPE, realizada pelo SEQ. Para tal, foi realizado o levantamento do acervo de documentos relacionados com as atividades desempenhadas. Foi verificado que as informações relevantes do processo não estavam reunidas em um documento único. Essas informações foram encontradas, parcialmente, nos documentos dos programas espaciais e o restante foi levantado com profissionais da área, por meio de entrevistas. Ao final do trabalho, este capítulo passou por revisões dos profissionais da área (avaliações constantes no Apêndice A).

O levantamento das informações foi organizado tendo como referência a ferramenta IDEF 0 de modelagem de processos. As características levantadas foram: entradas, saídas, controle e mecanismos. Adicionalmente, foi necessário elencar alguns atributos e peculiaridades das atividades desempenhadas.

Cabe ressaltar que os Grupos de Engenharia do Produto e Engenharia da Radiação do SEQ não foram foco de estudo, por apresentarem atividades muito específicas; entretanto, este trabalho, por consequência, pode apresentar algumas contribuições, as quais precisam ser analisadas separadamente, como um trabalho adicional.

### **4.1. Escopo da garantia do produto espacial no âmbito do INPE**

Relembrando, a garantia do produto é uma disciplina dedicada ao estudo, planejamento e implantação 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).

Sendo assim, a identificação precoce de aspectos potencialmente prejudiciais à segurança, como: êxito da missão e prevenção eficaz, impacta em custos com relação a quaisquer consequências adversas.

E ainda a ECSS (2013), esclarece que o foco do planejamento de garantia de produto é:

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

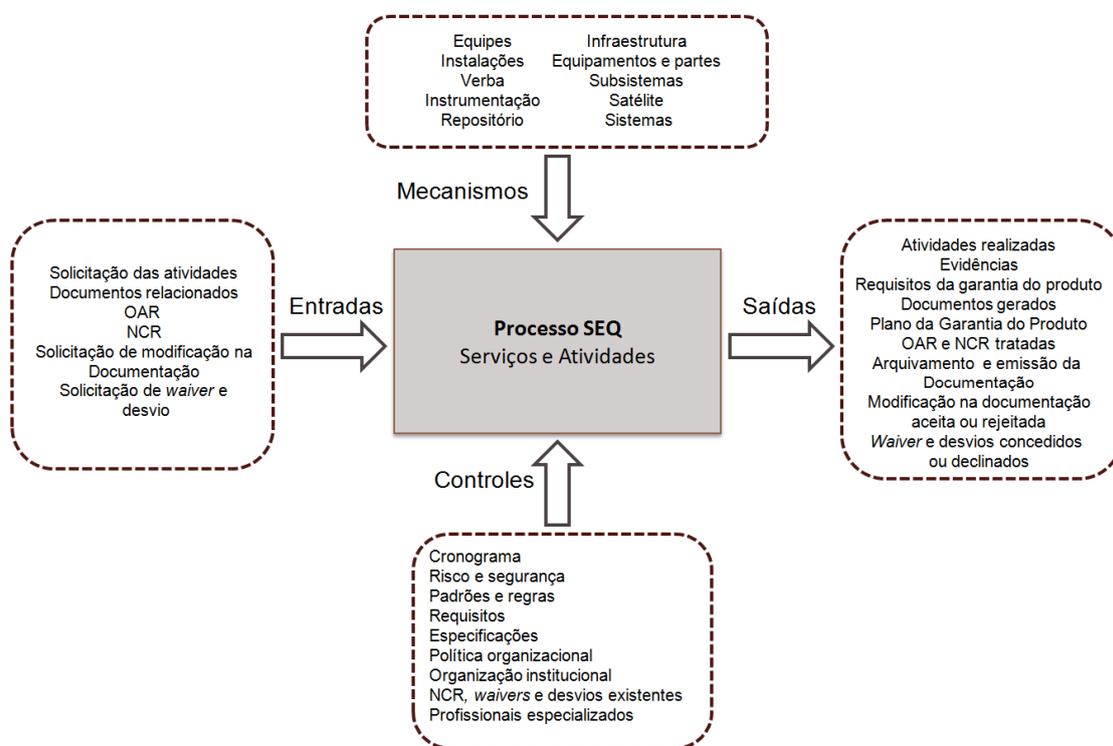
Adicionalmente, o ciclo de vida do produto espacial adotado para os satélites de pequeno e médio porte do INPE pode ser visto na Figura 2.1. Ela mostra as fases, as atividades e as revisões do projeto que são foco de atenção da garantia do produto, com uma especial ênfase nas fases C e D.

#### **4.2. Diagrama IDEF 0 do processo de nível superior para os principais serviços do SEQ para atividades da garantia do produto**

A Figura 4.1 ilustra o diagrama IDEF 0 de nível superior para os principais serviços do SEQ, para as atividades de garantia do produto. Podem ser vistos os atributos elencados pela ferramenta IDEF 0. Atributos que são: entradas, saídas, controles e mecanismos.

No decorrer do Capítulo 4 serão explanados cada um dos atributos ilustrados na Figura 4.1.

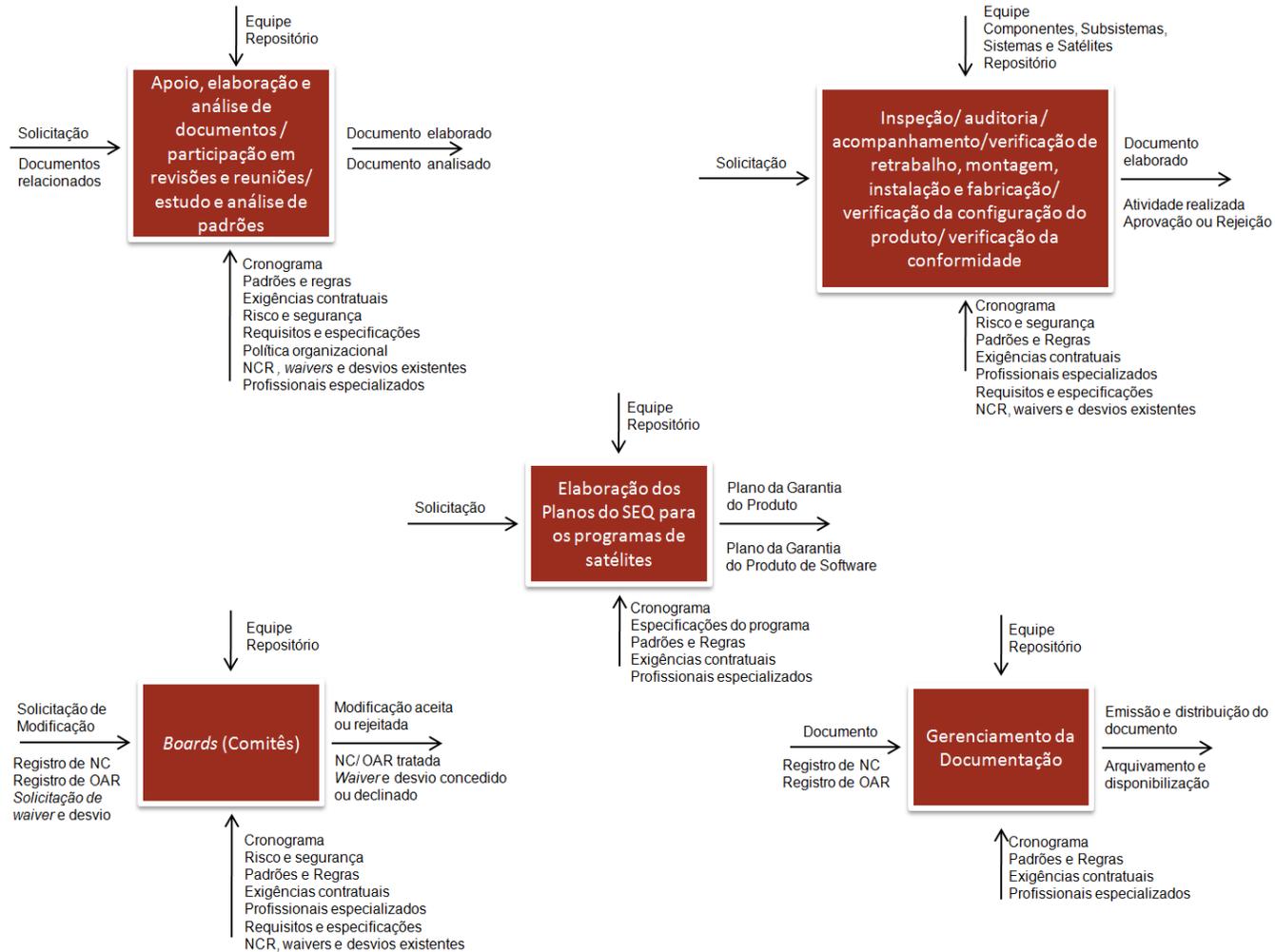
Figura 4.1 - Diagrama IDEF 0 de nível superior para o processo adotado pelo SEQ para as atividades de garantia do produto.



Fonte: autora.

A Figura 4.2 apresenta os diagramas IDEF 0 para os principais serviços do SEQ e seus atributos. Os serviços foram agrupados em conjuntos que apresentam características semelhantes. Para tal, são apresentados alguns exemplos de entradas, saídas, mecanismos e controles.

Figura 4.2 - Diagrama IDEF 0 para os principais serviços do SEQ.



Fonte: autora.

### **4.3. Características do processo SEQ**

#### **4.3.1. Seqüência das atividades do SEQ**

A Figura 4.3 apresenta a seqüência de atividades do processo adotado pelo SEQ e a Figura 4.4 ilustra as fases identificadas no processo.

A primeira etapa consiste em receber a demanda, majoritariamente enviada para o responsável (chefe) da área, o qual verifica o cronograma e recursos disponíveis, e então seleciona um colaborador que possui o conhecimento técnico necessário para a execução da atividade.

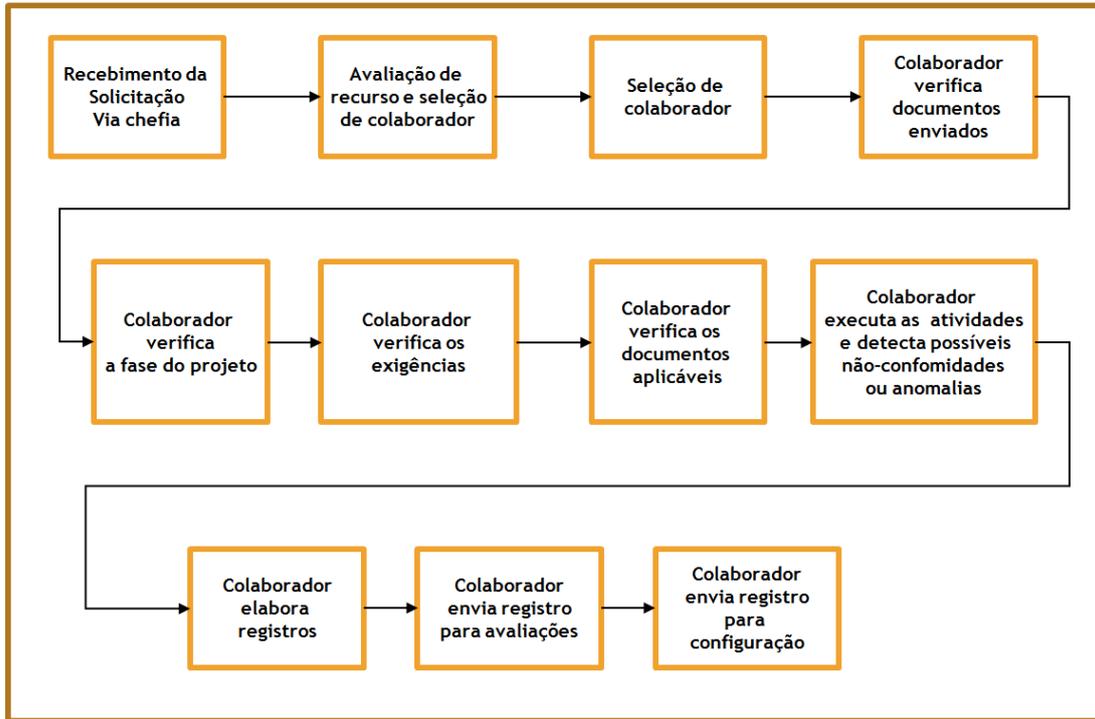
O colaborador, por sua vez, busca os documentos pertinentes relativos à atividade e verifica as informações necessárias para sua realização (por exemplo, para um ensaio de vibração de um determinado subsistema é necessário verificar as exigências relativas ao subsistema, especificações, planos e procedimentos dos ensaios, dentre outros).

Para o acompanhamento da atividade o colaborador necessita verificar em qual fase do projeto o ensaio está enquadrado, para assim poder determinar as exigências pertinentes e as reuniões necessárias. Outro fator fundamental é a verificação dos padrões utilizados e a constatação que planos e procedimentos atendem as exigências.

Após analisar todas essas informações, é necessário comunicar aos responsáveis sobre possíveis desvios e receber a documentação completa e correta; e então, a atividade é executada (neste caso, a atividade exemplificada é de acompanhamento).

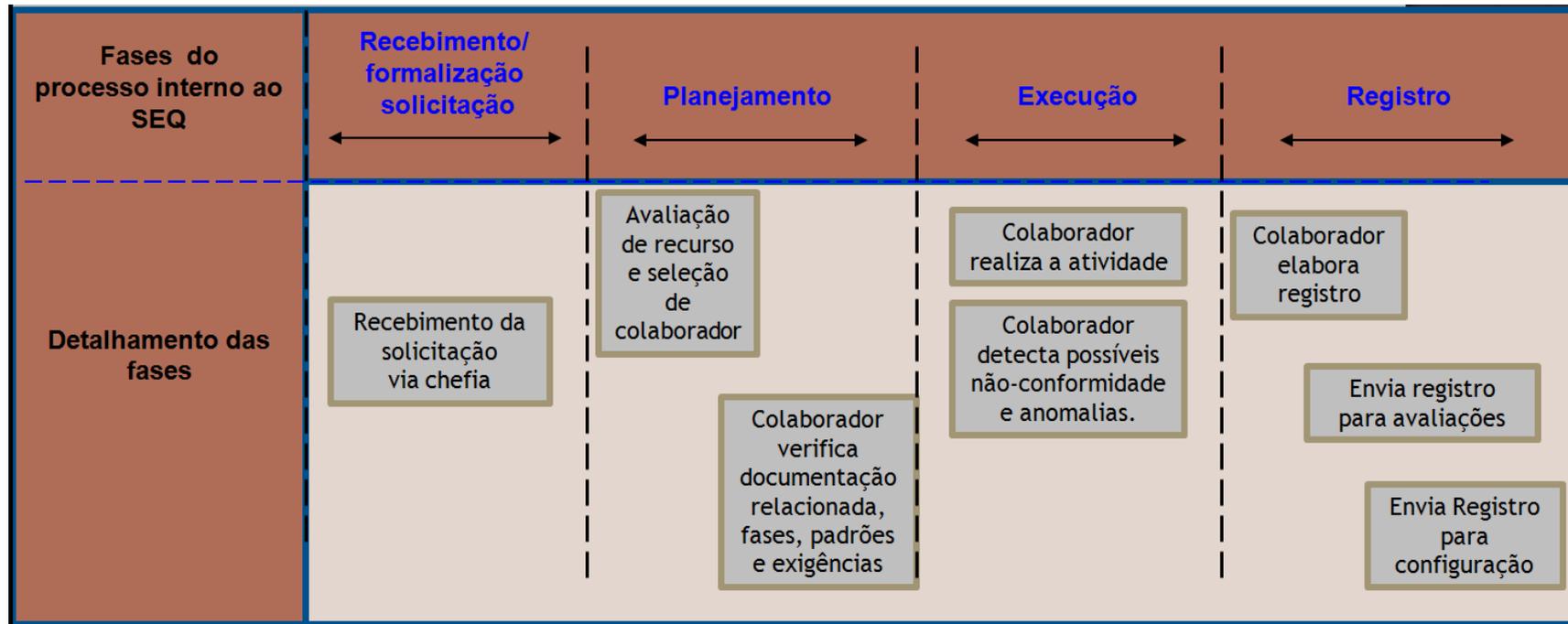
Durante a execução da atividade são verificadas não-conformidades existentes. De posse dessas informações o colaborador prepara o registro da atividade, envia para avaliação e, por fim, para o centro de documentação.

Figura 4.3 - Sequência de atividades do processo adotado pelo SEQ.



Fonte: autora.

Figura 4.4 - Fases do processo adotado pelo SEQ.



Fonte: autora.

#### 4.3.1.1. Principais serviços desempenhados pelo SEQ

De modo geral, os principais serviços desempenhados pelo SEQ podem ser elencados nas Tabelas 4.1, juntamente com os grupos responsáveis por suas execuções.

Tabela 4.1 - Serviços do SEQ.

Serviços	Grupos
1. Estudo e análise de padrões	Todos
2. Verificação da conformidade	GP, GPSw, EEE e GSSE
3. Participações em revisões e reuniões técnicas e gerenciais	Todos
4. Análise a avaliação de documentos	Todos
5. Auditorias	Todos
6. Apoio à áreas do INPE	Todos
7. Elaboração de documentos internos	Todos
8. Elaboração de requisitos da garantia do produto	Todos
9. Elaboração de planos para os programas da ETE	Todos
10. Apoio na elaboração de documento dos programas da ETE	Todos
11. Realização de inspeções	GP, GPSw, EEE e GSSE
12. Detecção de não-conformidade	GP, GPSw, EEE e GSSE
13. Gerenciamento e tratamento de NC, waiver e desvios	GP e GCD
14. Gerenciamento e tratamento de OAR	GP e GCD
15. Controle e gerenciamento da documentação	GCD
16. Acompanhamento de testes	Todos exceto EGD e GCD
17. Verificação de retrabalho, montagem, instalação e fabricação	Todos exceto EGD e GCD
18. Verificação e controle de configuração dos produtos espaciais dos programas da ETE	Todos exceto GCD

Fonte: autora.

#### 4.3.2. Atividades desempenhadas pelo SEQ x fases do projeto

As atividades realizadas durante as fases do projeto devem ser continuamente monitoradas e devem ser cuidadosamente revisadas, em revisões específicas do projeto ao nível de sistema, subsistema e equipamento.

A Figura 4.5, adaptada da figura constante no documento INPE (2005), mostra os processos de verificação realizados pelo SEQ com foco na garantia do produto, e os modelos dos itens e as revisões adotadas pelo programa CBERS, para o nível de sistema e de subsistema.

#### **4.3.2.1. Revisões e fases do projeto**

Seguem abaixo os objetivos da garantia do produto e das fases de projeto, baseadas no programa CBERS 3&4. São abordadas apenas as fases que apresentam atividades da garantia do produto.

- **Fase A -Viabilidade**

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 BOGOSSIAN (2016), INPE (2005) e ECSS (2009b).

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

- **Fase B -Definição Preliminar**

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 técnica de requisitos, cf. adaptado de BOGOSSIAN (2016), INPE (2005) e ECSS (2009b).

Nessa fase, o SEQ 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.

- **Fase C - Definição Detalhada**

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 BOGOSSIAN (2016), INPE (2005) e ECSS (2009b).

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

- **Fase D - Qualificação e Produção**

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 BOGOSSIAN (2016), INPE (2005) e ECSS (2009b).

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

- **Fase E - Operação**

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 que todos os elementos orbitais estão configurados para uma transição segura para a retirada de serviço, cf. adaptado de BOGOSSIAN (2016), INPE (2005) e ECSS (2009b).

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

- **Revisões**

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 INPE (2015).

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 INPE (2015).

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 INPE (2015).

### 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 INPE (2015).

### 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 INPE (2015).

### 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 INPE (2015).

### 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 INPE (2015).

### 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 INPE (2015).

### 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 INPE (2015).

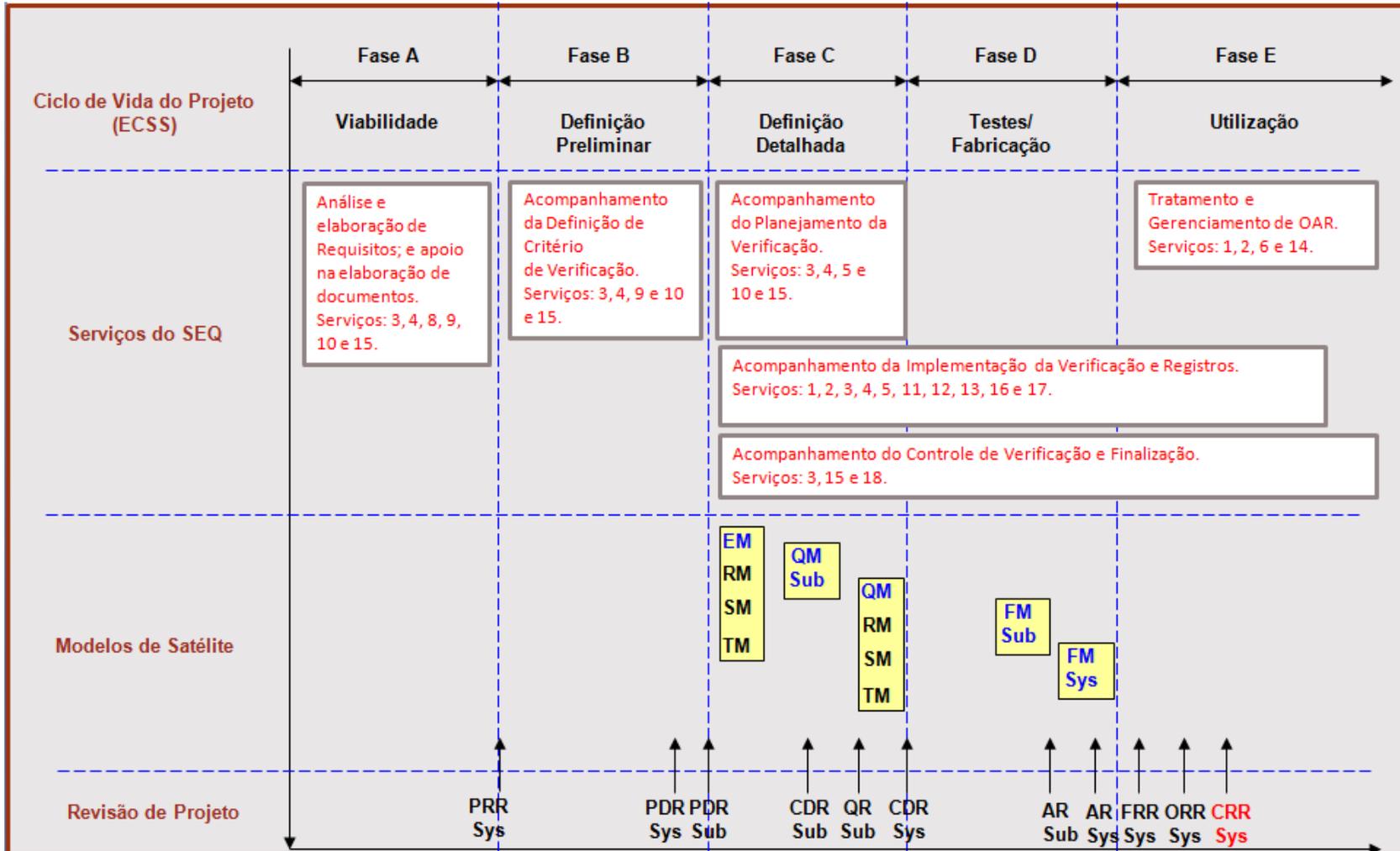
### Revisão de Operação do Sistema (Sys ORR)

Ocorre após testes em órbita, para confirmar a prontidão do satélite e entregar ao usuário, cf. baseado em INPE (2015).

### 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 INPE (2015).

Figura 4.5 - Atividades do SEQ durante as fases do projeto de satélites do INPE (sistemas e subsistemas).



Fonte: Adaptada de INPE (2015).

#### **4.3.2.2. Principais atividades realizadas pelo SEQ durante as fases do projeto**

Seguem abaixo as principais atividades realizadas pelo SEQ durante as fases do projeto espacial do INPE, atividades essas que foram levantadas através da experiência de profissionais na área e coleção de documentos dos programas.

- **Fases 0, A e B**

As atividades principais são: seleção de responsável do SEQ para os sistemas e responsável pela Garantia do Produto do subsistema; verificação da documentação disponível; elaboração de requisitos 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 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.

- **Fases C e D**

As atividades principais são: 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.

- **Fase E**

As atividades principais são: 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, juntamente com seus controles.

### **4.3.3. Algumas características da garantia do produto**

#### **4.3.3.1. Interações entre o SEQ e os grupos de gerenciamento de projetos**

A Figura 4.6 ilustra as interações do SEQ com a instituição executora do projeto espacial e a Figura 4.7 apresenta as interações do SEQ nos processos de gerenciamento de projetos de satélites do INPE. A Figura 4.6 apresenta cinco grupos de processos de gerenciamento de projetos necessários em qualquer projeto. Esses cinco grupos possuem dependência de forma clara, são executados e apresentam interação entre si. Neste caso, são aplicados na área espacial para o projeto de satélites.

A Figura 4.6 apresenta o fluxo básico e as iterações entre os grupos de processos e as partes interessadas. Os processos de gerenciamento do projeto estão vinculados por entradas e saídas específicas, onde a saída de um processo torna-se entrada de outro. Esses grupos são repetidos para cada fase do projeto.

O **grupo de processos de iniciação** consiste de processos executados para definir um novo projeto ou uma nova fase. Para esse grupo o objetivo é definir o escopo inicial, os recursos financeiros, identificar as partes interessadas, alinhar as expectativas das partes interessadas e verificar a viabilidade, e o momento onde é selecionado o gerente do projeto.

Limitando-se à Figura 4.6, para ser aplicada no desenvolvimento do projeto como um todo, a interação do SEQ com o grupo de processos de iniciação se dá por meio de apoio na elaboração de requisitos da garantia do produto.

O **grupo de processos de planejamento** consiste em processos realizados para estabelecer o esforço total, definir e refinar os objetivos e desenvolver o plano de ação necessário para obter esses objetivos. Esses processos desenvolvem o plano de gerenciamento e os documentos do projeto que serão utilizados para executá-los. As saídas desse grupo são: a exploração de todos os aspectos do escopo, tempo, qualidade, comunicação, recursos, riscos, aquisições e gerenciamento das partes interessadas.

Para o grupo de processos de planejamento, o SEQ atua no apoio à elaboração dos documentos gerenciais (plano de gerenciamento, elaboração de codificação, etc.) e documentos do projeto, como especificações.

O **grupo de execução dos processos** consiste dos processos realizados para concluir o trabalho definido no plano de gerenciamento, a fim de cumprir as especificações do projeto. Com esse o grupo, o SEQ realiza interações para manter a documentação atualizada e disponível, atuando nas modificações de

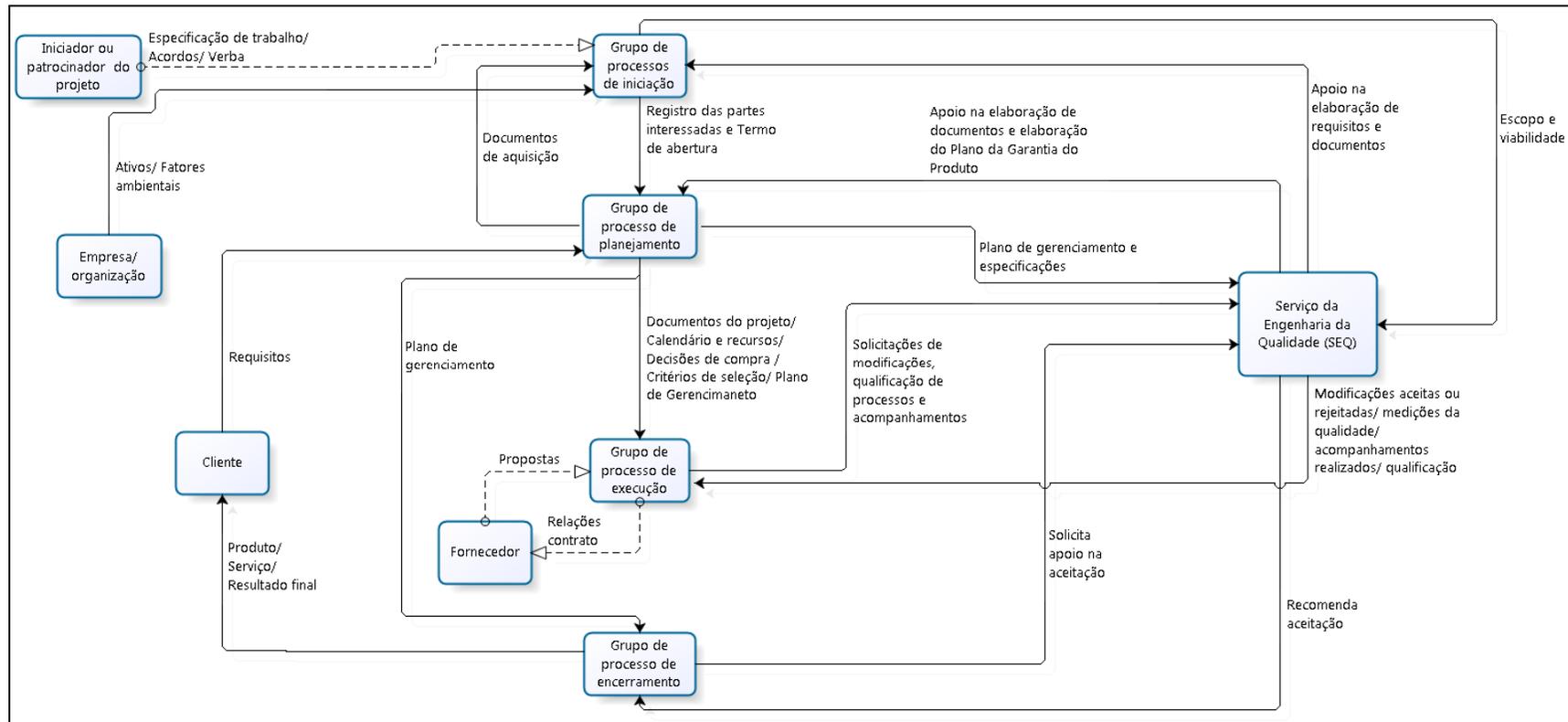
*baseline* e documentos gerais do projeto. Outra atividade a ser destacada é a medição do controle da qualidade do projeto e na qualificação dos processos.

O **grupo de encerramento de processos** consiste em executar a finalização de todas as atividades dos grupos de processos de gerenciamento de projeto, visando concluir formalmente o projeto ou as obrigações contratuais. No INPE, esse grupo pode ser identificado nas figuras dos responsáveis técnicos e gerentes dos programas.

Os processos atribuídos ao SEQ consistem dos processos necessários para acompanhar, analisar e organizar o progresso e o desempenho do projeto; identificar áreas nas quais serão necessárias mudanças no plano; e iniciar as respectivas mudanças. Um benefício desse processo é realizar a medição e análise do desempenho do projeto a intervalos regulares, em ocorrências regulares ou em condições excepcionais, a fim de identificar as variações nas exigências e no plano de gerenciamento.

A Figura 4.7 ilustra como são divididos os grupos de processos de projetos espaciais dentro do INPE e os responsáveis por sua execução.

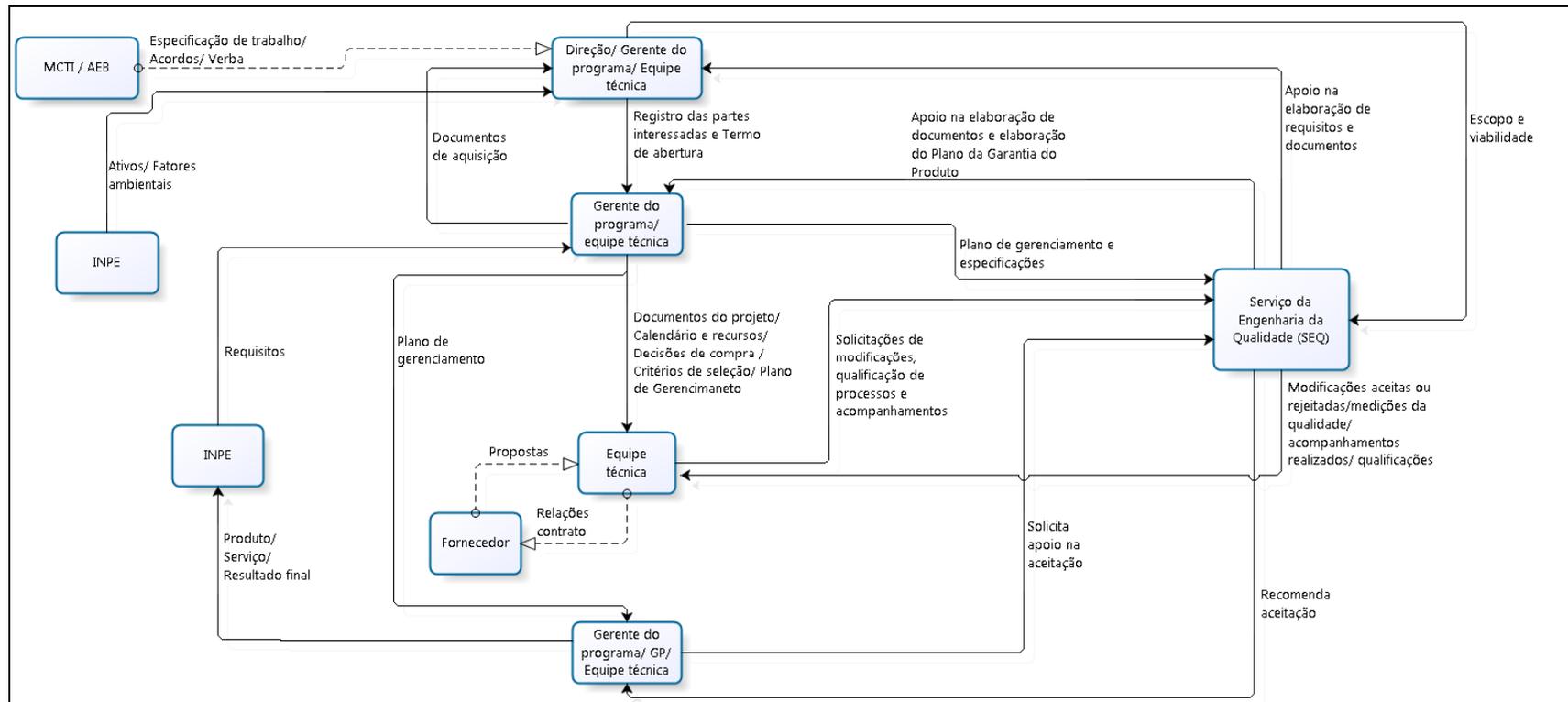
Figura 4.6 - Interações do SEQ nos processos de gerenciamento de projetos da instituição executora.



Legenda: as linhas contínuas representam os relacionamentos entre grupos dos processos; e as linhas tracejadas são externas aos grupos de processos. O texto referente à seta, está situado à sua direita (quando localizado na linha vertical) ou sobre a linha (quando localizado na linha horizontal).

Fonte: adaptada de PMBOK 5º ed., PMI (2013).

Figura 4.7 - Interações do SEQ no gerenciamento de projetos do INPE.



Legenda: as linhas contínuas representam os relacionamentos entre grupos dos processos; e as linhas tracejadas são externas aos grupos de processos. O texto referente à seta, está situado à sua direita (quando localizado na linha vertical) ou sobre a linha (quando localizado na linha horizontal).

Fonte: adaptada de PMBOK 5º ed., PMI (2013).

#### **4.3.3.2. Características vinculadas a contratos de fornecimento**

De acordo com Bogossian (2016), abaixo seguem as atividades vinculadas à garantia do produto em contratos de fornecimento.

- **Atividades anteriores ao contrato**

As atividades pertinentes ao SEQ 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).

- **Atividades logo após a fase de licitação**

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

#### **4.3.3.3. Plano da Garantia do Produto**

O documento intitulado "Plano da Garantia do Produto" é constituído dos Arquivos da Garantia do Produto *PAF* (*Product Assurance File*) para um determinado programa.

O propósito do Plano da Garantia do Produto é prover informações quanto aos aspectos organizacionais e abordagens técnicas para a execução do programa da garantia do produto, cf. adaptado de ECSS (2009). O conteúdo mínimo do Plano da Garantia do Produto é apresentado pela ECSS (2009), 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.

Nos programas espaciais brasileiros, os planos relacionados à disciplina garantia do produto, para cada satélite, são de responsabilidade da equipe do SEQ, onde cada grupo é responsável por elaborar o documento de sua área de atuação. Além disso, as empresas contratadas são responsáveis por elaborar os planos pertinentes aos subsistemas por elas desenvolvidos.

Todos esses documentos precisam estar configurados e disponíveis no repositório da ETE (INPE).

#### **4.3.3.4. 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.

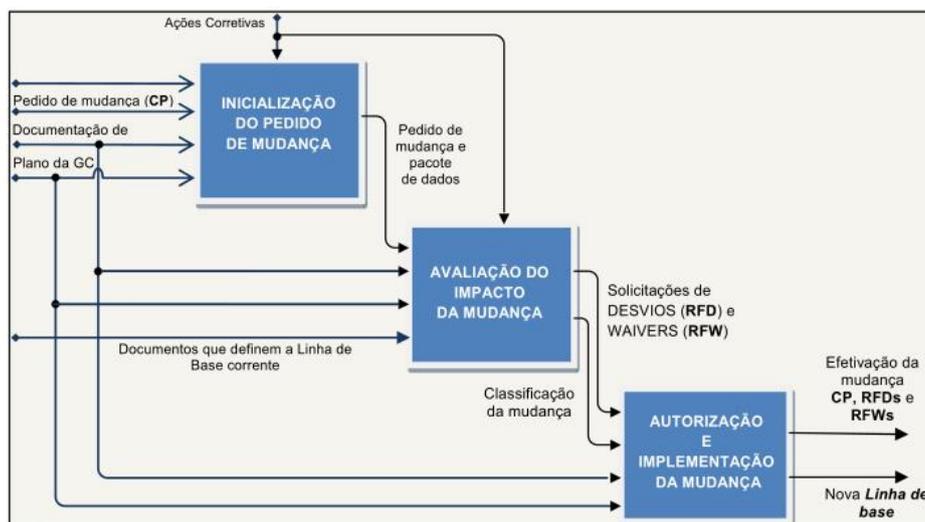
De acordo com Albuquerque (2011), o fornecedor deve elaborar um plano a ser entregue ao INPE, contendo os procedimentos para: preparação, identificação, revisão e controle de documentação de engenharia compreendendo especificações, planos, desenhos, materiais e listas de processos e software, documentações 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 *baseline*.

A Figura 4.8 ilustra o processo que visa controlar a evolução ou o desvio de uma configuração de uma *baseline* aprovada.

Outro evento importante no controle da configuração é o Comitê de Controle de Configuração (CCB) que visa analisar e avaliar mudanças da documentação. Esse Comitê é formado por especialistas e responsáveis pela aprovação.

Figura 4.8 - Processo de controle de configuração ECSS.



Fonte: Albuquerque (2011).

#### 4.3.3.5. Configuração de *baseline* de programas do INPE

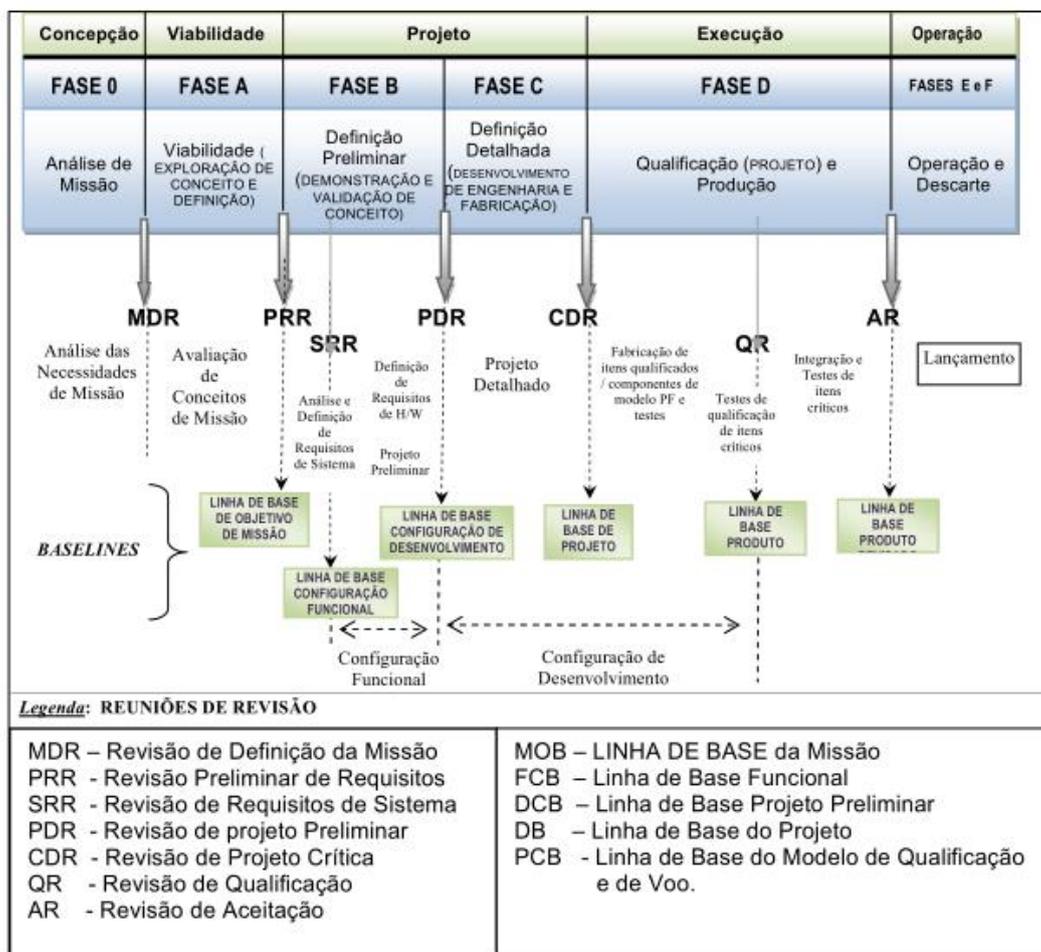
Para Albuquerque (2011), a *baseline* é o "status aprovado em determinados marcos do projeto, sendo assim um ponto de partida para evoluções do projeto".

A configuração da *baseline* compreende toda 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).

A Figura 4.9 apresenta o projeto e a definição da *baseline* de acordo com a ECSS.

Figura 4.9 - Fases do projeto e definição da *baseline* . ECSS.



Fonte: Albuquerque (2011).

#### **4.4. 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 ao invés de controles, podendo incluir as exigências do cliente, cf. adaptado de HOYLE (2001).

##### **4.4.1. Limitação: tipos de aquisições de produtos espaciais**

È importante ressaltar, neste momento, que o INPE utiliza duas formas distintas para a aquisição do produto espacial, sendo elas: utilização dos recursos internos à instituição e contratação externa de fornecedor.

Para isso, o INPE elabora os requisitos funcionais, técnicos e gerenciais do item; já o fabricante (interno ou externo) propõe as soluções técnicas para seus cumprimentos.

A fim de manter um controle efetivo durante a fabricação do item, é importante estabelecer o envolvimento do INPE nos processos do fornecedor, tanto no desenvolvimento da solução, quanto na fabricação do componente.

As atividades do SEQ são executadas nos dois tipos de aquisição do item espacial, sendo de sua responsabilidade 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.

Além disso, após a aceitação do item, esse passa a ser de responsabilidade do INPE, sendo controlado pela Garantia do Produto do SEQ.

##### **4.4.2. Exigências: padrões utilizados na área espacial brasileira**

A atividade de regulamentar a área espacial brasileira é uma das atribuições da AEB, a qual conta com 8 regulamentos, AEB (2016b), a saber:

- 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.

Dos regulamentos acima descritos o "Regulamento Técnico da Segurança de Carga Útil" é aplicável ao INPE, para o caso de vislumbrar o lançamento do satélite em território brasileiro. Os demais documentos ficam restritos aos sítios de lançamento.

Esses regulamentos estabelecem os requisitos mínimos de segurança para as atividades espaciais em território brasileiro. No caso do INPE realizar um lançamento em território brasileiro, é necessário respeitar e seguir o regulamento supracitado.

Entretanto, o Instituto realiza acordos internacionais firmados para a execução dos programas de satélites, devendo seguir regulamentos internacionais de interesse de cada acordo.

O INPE, que teve seu desenvolvimento inicialmente baseado nos programas espaciais francês e europeu, tem seus métodos de gerenciamento, engenharia e garantia do produto influenciados pelos padrões ECSS. Esses padrões ou documentos de referência, mesmo sendo seguidos em linhas gerais, são normalmente adaptados para a realidade de cada missão, seja para se

adequar à extensão e complexidade do projeto, seja para se ajustar à disponibilidade e experiência dos recursos humanos existentes, cf. baseado em YASSUDA (2010). Por isso, o INPE optou por usar os padrões ECSS como guias para as atividades de desenvolvimento de satélites. Esses padrões são frutos dos esforços da ESA (Agência Espacial Européia), juntamente com a indústria de produtos espaciais e as agências nacionais européias, sendo esses materiais ricos em informações e amplamente aplicados. Entretanto, os padrões precisam ser incluídos como documentos de referência do contrato.

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.

#### **4.4.3. Exigências: documentos dos programas e padrões utilizados no INPE**

Para atividades ligadas aos programas espaciais em que o INPE está envolvido, a equipe do SEQ precisa ter acesso a toda a documentação que apresenta as exigências estabelecidas, com o objetivo de conhecer detalhes do projeto e as informações relacionadas. Os documentos mais importantes para o SEQ relacionados aos projetos são:

- 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 as atividades do SEQ:

- 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-HDBK-217F *Reliability Prediction of Electronic Equipment*;
- 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*.

#### **4.4.4. Limitação: cronograma do programa espacial**

As atividades realizadas pelo SEQ seguem o cronograma dos programas, não possuindo um processo paralelo ao desenvolvimento, se limitando aos prazos estabelecidos.

As solicitações para execução das atividades são feitas pelo gerente do programa, responsável técnico ou pela empresa contratada. Essa solicitação deve ser recebida com antecedência, para que haja tempo suficiente para sua preparação.

Um fator que contribui negativamente na execução das atividades é o fato dos programas dependerem apenas de verbas aprovadas e liberadas pelo Governo Federal, afetando assim a previsão de compras e contratações, pois apresentam certa indefinição em suas liberações. Conseqüentemente, o Instituto vive momentos de alta ou baixa demanda, acarretando prejuízos na previsão de recursos humanos e de infraestruturas.

#### **4.4.5. Exigências: requisitos da garantia do produto**

No âmbito do Programa PMM, 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 SEQ, 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.

O documento ainda menciona pontos específicos da garantia da qualidade, tais como: gerenciamento da qualidade; organização; planos da qualidade; treinamentos; auditorias internas; revisões; códigos de identificação de produtos; aquisição, supervisão da fabricação; revisões para testes, registros; rastreabilidade; gerenciamento; tratativas; expõe algumas interfaces com o

INPE com relação às não-conformidades e suas classificações; calibração e metrologia; manuseio, estocagem, identificação, embalagem; traslado de produtos; verificação de desenvolvimento, interfaces, qualificação, manutenção, amostragens; aceitação do produto e EIDPs.

#### **4.4.6. Exigência de certificação de pessoal**

A área espacial apresenta exigências quanto à certificação de pessoal para executar determinadas atividades. 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)*)+

O SEQ tem que garantir o cumprimento com as exigências de treinamento da sua equipe. Para isso, sua equipe passa por certificações específicas, mantendo-se atualizada e pronta para executar as atividades demandadas pelo projeto.

#### **4.5. Mecanismos do processo**

Relembrando, recurso ou mecanismo consiste do que é necessário para que a atividade ocorra. Exemplos: recursos humanos especializados (disciplinas específicas, individualmente ou em grupos ou equipes), equipamentos, serviços, suprimentos, *commodities*, materiais, orçamentos ou fundos, cf. baseado em PMBOK 5º ed., PMI (2013).

##### **4.5.1. Recursos humanos: Agência Espacial Brasileira (AEB)**

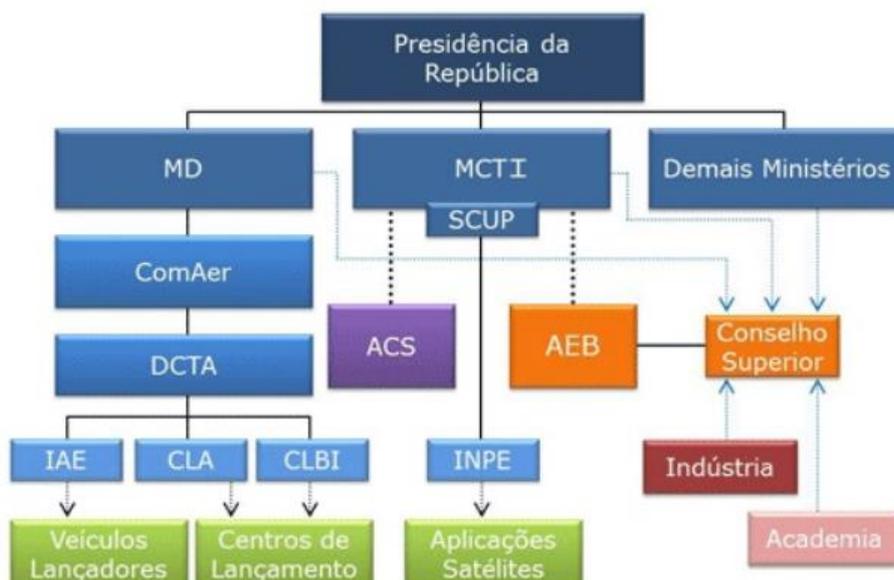
Nesse cenário, cabe introduzir também a AEB, a qual é o órgão central do SINDAE (Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais) responsável pela coordenação geral do programa espacial.

A AEB é uma autarquia vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações (MCTI). É a instituição responsável por formular, coordenar e executar a política espacial brasileira (Lei 8.854).

O INPE (do MCTIC), o DCTA (Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial), o COMAER (Comando da Aeronáutica) e o MD (Ministério da Defesa) são órgãos do SINDAE, sendo os executores de projetos e atividades estratégicas do PNAE (Programa Nacional de Atividades Espaciais).

A Figura 4.10 mostra como os órgãos setoriais se organizam e a hierarquia das decisões.

Figura 4.10 - Organograma do setor espacial brasileiro.



Fonte: AEB (2016a).

#### 4.5.2. Recursos humanos: responsáveis pela garantia do produto espacial do INPE

De acordo com MCTI (2008), compete ao INPE executar projetos de pesquisa e desenvolvimento realizando atividades de cooperação técnico-científica com entidades nacionais e internacionais, dentro de suas áreas de competência, bem

como capacitar e qualificar a indústria brasileira, no fornecimento de tecnologias para a atividade espacial e áreas correlatas.

De acordo com o DOU (2016), o Serviço de Engenharia da Qualidade (SEQ) é um serviço da Coordenação de Engenharia e Tecnologia Espaciais (ETE).

Como visto em INPE (2016d), o SEQ é responsável por monitorar as atividades relacionadas aos grupos abaixo:

- Garantia do Produto (GP);
- Gerenciamento e Configuração da Documentação (GCD);
- Engenharia do Produto (EP);
- Componentes Elétricos, Eletrônicos e Eletromecânicos (EEE);
- Garantia da Segurança de Sistemas Espaciais (GSSE);
- Engenharia de Radiação (ER);
- Engenharia e Garantia da Dependabilidade (EGD); e
- Garantia do Produto Software (GPSw).

#### **4.5.2.1. Recursos humanos: organização do SEQ e suas atribuições**

De acordo com INPE (2016d) as atribuições do SEQ são: coordenar e supervisionar as atividades de garantia do produto, gerenciamento da configuração e da documentação, engenharia do produto, componentes elétricos, eletrônicos e eletromecânicos (EEE), garantia da segurança de sistemas espaciais, engenharia da radiação, engenharia e garantia da dependabilidade, e garantia do produto software; atuar em todas as fases do ciclo de vida e em todos os segmentos dos programas e projetos espaciais do INPE; e atuar em atividades pertinentes à sua área de competência.

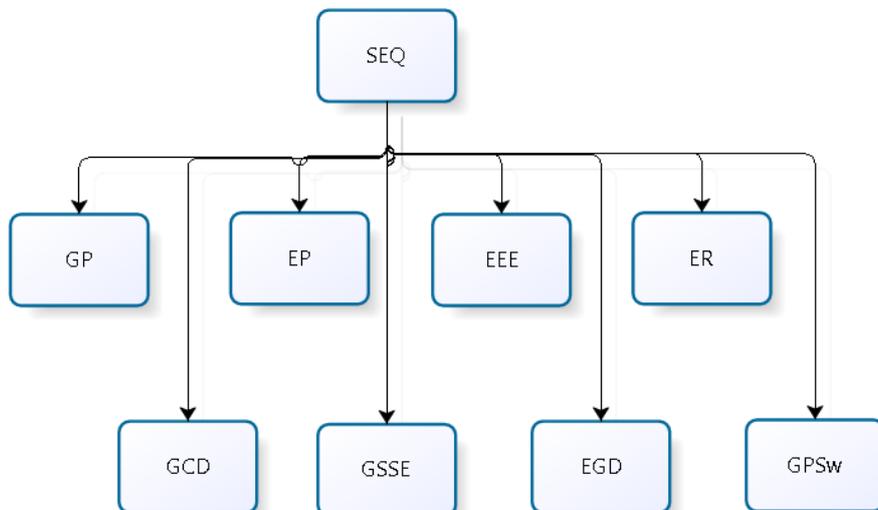
Ao Grupo de Garantia do Produto, de acordo com INPE (2016e), são atribuídas as atividades de: coordenar, controlar, realizar e organizar as atividades da garantia do produto, apoiado pelos demais grupos do SEQ, dos programas e projetos espaciais sob responsabilidade do INPE nos segmentos espacial, aplicações e solo; auditar, avaliar e acompanhar as atividades da garantia do produto conforme requisitos definidos nos programas/projetos executados pelo INPE e pelos fornecedores externos envolvidos nos projetos e programas espaciais; definir requisitos e planos de garantia do produto dos projetos e programas espaciais sob responsabilidade do INPE; e estabelecer e produzir normas técnicas e procedimentos de garantia do produto aplicados aos projetos e programas espaciais do INPE.

Como pode ser visto nos documentos INPE (2016d) e INPE (2016e), o SEQ atua baseado na definição da disciplina garantia do produto da ECSS (2012), no que se refere ao estudo, planejamento e implantação de atividades destinadas a garantir as especificações, controles, métodos e técnicas de um projeto ou programa espacial do INPE que resultam em um grau satisfatório de qualidade no produto. Além disso, atua em engenharia do produto e engenharia da radiação.

Para isso se divide em 8 grupos compostos por 22 servidores, os quais são divididos em: 6 bolsistas, 2 estagiários e 14 funcionários, no momento.

A Figura 4.11 apresenta o organograma do SEQ mostrando os grupos elencados e listados no item 4.1.2.

Figura 4.11 - Organograma do SEQ.



Fonte: adaptado de INPE (2016d).

Todos os grupos do SEQ trabalham em uma estrutura matricial. Para a distribuição das atividades, seleciona-se um responsável pela Garantia do Produto - GP para o programa. Em seguida são alocados os responsáveis por subsistema e seus respectivos substitutos. Procura-se manter a coerência entre as atribuições e os responsáveis por subsistema de cada programa.

Na Tabela 4.2 pode-se ver um exemplo de distribuição de atividades por programa.

Tabela 4.2 - Exemplo de organização da equipe por programa.

<b>Programa</b>	<b>CBERS</b>	<b>AMZ1</b>	<b>EQUARS</b>
Responsável Garantia do Produto	Colaborador 1/ Colaborador 2	Colaborador 3/ Colaborador 4	Colaborador 5/ Colaborador 6
Estrutura	Colaborador 4/ Colaborador 2	Colaborador 4/ Colaborador 2	Colaborador 4/ Colaborador 2
Propulsão	Colaborador 7/ Colaborador 8	Colaborador 7/ Colaborador 8	Colaborador 7/ Colaborador 8

Fonte: autora.

As demandas para o SEQ podem ser originadas de:

- itens de ação de reunião ou de processos internos;
- convites do Coordenador Geral da Engenharia ou do Diretor do INPE;
- programas, e
- solicitações de apoio da área interessada do INPE.

#### **4.5.3. Ferramenta utilizada pelo SEQ para controle da documentação**

De acordo com ETE (2012), o grupo do SEQ denominado GCD é responsável pelo controle de toda a documentação gerada pelas divisões da ETE.

O GCD mantém um software para gestão do ciclo de vida dos produtos (sistema Windchill) com a relação dos documentos gerados oficialmente pelas divisões da ETE. Nesse software, é possível identificar o status atual do documento. Todas essas tarefas são necessárias para evitar o uso de documentos inválidos e/ou obsoletos.

Baseado em PAGOTTO (2011), o Windchill é um sistema que pode ser considerado uma solução baseada na plataforma web para gerenciar informações relacionadas ao ciclo de vida do produto. Pelo fato de ser uma solução via Web implica que o acesso à ferramenta pode ser feito remotamente. Dessa maneira, o sistema fica centralizado em um servidor que suporta o acesso via Internet de vários usuários.

As suas funcionalidades possibilitam o acesso remoto de informações atuais, de forma precisa.; alguns exemplos são:

- conexão a diversos aplicativos de CAD mecânico/elétrico;
- ferramentas de software integradas e aplicativos;

- disponível em *desktop* e sistemas de planejamento de recursos corporativos;
- automatização dos processos de informação de desenvolvimento de produtos e serviços;
- aumentar a qualidade do produto, eliminando os erros;
- associação a dados duplicados ou incompletos.

#### **4.5.4. Mecanismos gerais do processo**

Resta relacionar 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.

#### **4.6. Entradas e saídas do processo**

As entradas e saídas, por vezes, podem ser confundidas com mecanismos do processo. Nesta seção são elencadas as entradas e saídas, itens que sofrem modificações durante o processo, de acordo com o conceito apresentado no Capítulo 2.

#### **4.6.1. Entradas**

O apoio na elaboração de documentos gerados pelos programas é uma das atividades do SEQ. Para tal, são listados abaixo, os principais documentos de entrada para essa atividade:

- Especificação ambiental;
- 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 SEQ. Para essa atividade, são listados abaixo, os principais documentos elaborados e modificados pelo SEQ:

- 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:

- Solicitação de modificação de engenharia;
- OAR; e
- Relatório de não-conformidade.

#### 4.6.2. 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 SEQ, a saber:

- Relatórios de inspeções;
- Planos da garantia do produto e dos demais grupos;
- Procedimentos;
- Registros de não-conformidade e não-conformidade tratadas;
- Modificações de Engenharia (*Engineering Change Requests* . *ECRs*) aprovada;
- 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;
- Fluxogramas das atividades desenvolvidas; e
- OAR 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 DA AERONÁUTICA BRASILEIRA**

Neste capítulo é apresentada a sumarização do processo de certificação de tipo da aeronáutica civil brasileira. A sumarização é do processo adotado pela ANAC para certificação de tipo. Para tal, fez-se uso de documentos públicos da agência.

A escolha pelo processo de certificação de tipo da aeronáutica civil brasileira se deu, dada a sua semelhança com o processo do SEQ e também pelo fato de existir um arcabouço de informações disponíveis ao público, as quais foram propícias para a elaboração do comparativo entre os processos.

Os itens selecionados para o comparativo, são: resumo do panorama internacional e nacional, apresentação das instituições envolvidas, definição dos processos de interesse, incluindo detalhamento de algumas atividades, controles, bem como suas entradas e saídas.

Este capítulo ainda conta com contribuições e atributos originados na certificação de tipo da aviação militar brasileira, aviação civil europeia e norte-americana.

### **5.1. Escopo: certificação aeronáutica internacional**

No contexto internacional, a certificação aeronáutica conta com organismos respeitados e bem estabelecidos, os quais visam estabelecer requisitos mínimos para o ciclo de vida do produto aeronáutico de forma a garantir a segurança dos passageiros e das populações sobre as quais voam as aeronaves, e sua operacionalidade.

Embora os regulamentos básicos da certificação sejam objeto de um acordo internacional no âmbito da Organização de Aviação Civil Internacional (ICAO . da sigla em Inglês), cada país tem a liberdade de possuir um corpo de

regulamentação aeronáutica próprio, desde que cumpram, no mínimo, com os acordos internacionais.

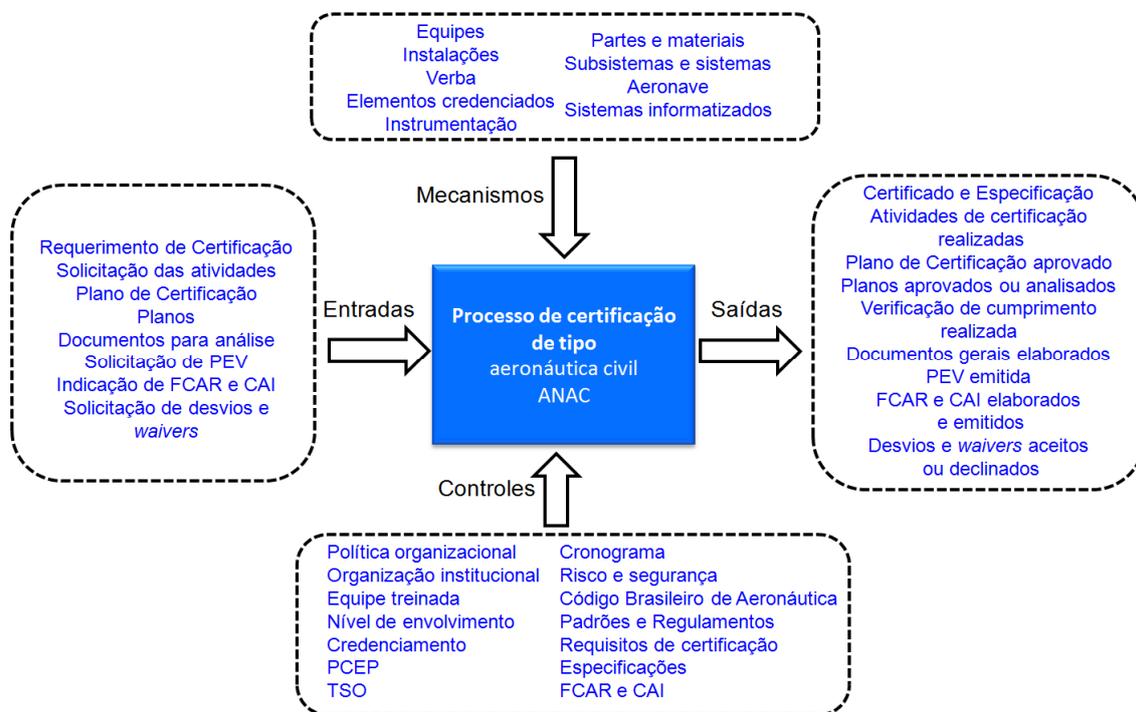
Os requisitos de certificação aeronáutica obrigam os fabricantes de aeronaves e seus componentes a incorporarem exigências necessárias em todas as fases de seus respectivos projetos.

Destacam-se alguns organismos certificadores tidos como referência internacional, sendo no cenário civil o FAA (*Federal Aviation Administration*) nos Estados Unidos e a EASA (*European Aviation Safety Agency*) na Europa Ocidental; e, ainda, no contexto militar, o DoD (*Department of Defense*) dos Estados Unidos. Suas normas, regulamentos e atividades são seguidas por diversas nações, total ou parcialmente.

## **5.2. Diagrama IDEF 0 de nível superior do processo adotado no Brasil para a certificação de tipo da aviação civil brasileira**

A Figura 5.1 apresenta o resumo do processo adotado pela certificação aeronáutica civil brasileira, especificando algumas entradas, saídas, recursos e limitações possíveis.

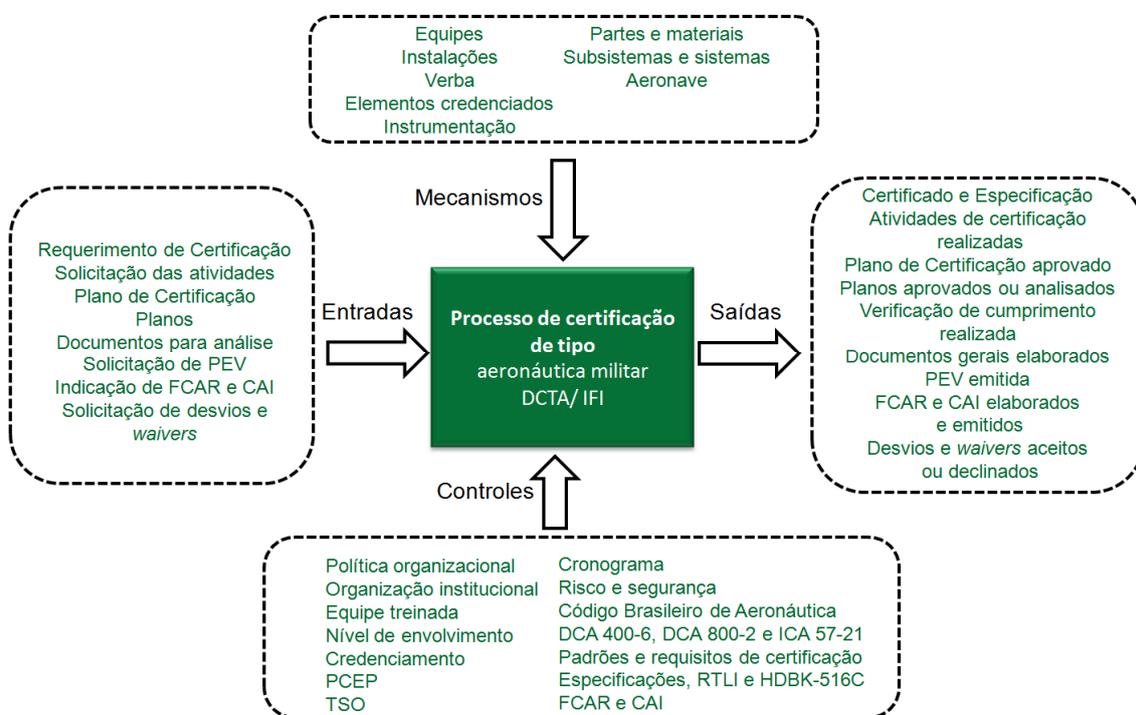
Figura 5.1 - Diagrama IDEF 0 de nível superior para o processo de certificação de tipo adotado pela aeronáutica civil brasileira.



Fonte: autora.

A Figura 5.2 apresenta o resumo do processo adotado pela certificação aeronáutica militar brasileira, especificando algumas entradas, saídas, recursos e limitações possíveis.

Figura 5.2 - Diagrama IDEF 0 de nível superior para o processo de certificação de tipo adotado pela aeronáutica militar brasileira.



Fonte: autora.

### 5.3. Processo de certificação aeronáutica

#### 5.3.1. Definição do processo

Cf. adaptado de ANAC (2009) o **produto aeronáutico** deve demonstrar concordância com as exigências (regulamentos). Ou seja, deve ser demonstrado que o projeto do produto não apresenta nenhum aspecto ou característica insegura quando operado dentro das limitações estabelecidas para o uso pretendido. No caso de aeronaves (projeto de tipo), essas devem satisfazer exigências vindas dos requisitos de aeronavegabilidade de uma determinada categoria, exceto aqueles considerados, pela agência, como inapropriados aos propósitos da aeronave.

### **5.3.1.1. Processos de certificação adotados do Brasil**

O processo de certificação aeronáutica civil adotado no Brasil segue, em boa parte, o padrão adotado pelos Estados Unidos (FAA). O documento que descreve o modelo de certificação utilizado na aviação civil brasileira é o RBAC 21, ANAC (2009). Nele, especificam-se os tipos de certificação existentes para um produto aeronáutico.

O RBAC 21, ANAC (2009), possui informações específicas para guiar o processo de certificação de um produto aeronáutico. De acordo com esse documento, a certificação de um produto aeronáutico pode ser dividida em:

- Certificação de Tipo;
- Modificação aos Certificados de Tipo; e
- Certificado Suplementar de Tipo.

Dentro do escopo dessas certificações, podem ser emitidos os seguintes certificados:

- Certificado de Tipo;
- Certificado de Tipo Provisório;
- Certificado Suplementar de Tipo;
- Certificado de Organização de Produção;
- Certificado de Aeronavegabilidade; e
- Certificado de Aeronavegabilidade Provisório.

Já na área militar, a ICA 57-21, COMAER (2014b), apresenta a condução do processo de certificação de projeto e de produção aeronáuticos, reconhecidos

pelo COMAER. De acordo com esse documento, a certificação de um produto aeronáutico (projeto + produção) pode ser dividida em:

- Certificação de Tipo;
- Certificação de Componente;
- Certificado de Modificação;
- Validação de Certificação;
- Certificação de Aeronavegabilidade Padrão;
- Certificação de Aeronavegabilidade Especial; e
- Certificação de Produção.

### **5.3.2. Descrição da Certificação de Tipo**

Na aviação civil, a certificação de tipo é um dos meios pelos quais a ANAC promove a segurança de voo.

O Certificado de Tipo (CT) é emitido pela ANAC, como autoridade de aviação civil competente, com o objetivo de atestar o cumprimento, pelo fabricante, dos requisitos de certificação. Adicionalmente, atesta que a aeronave não possui nenhuma característica que a torne insegura na categoria na qual esta sendo certificada. Isso ocorre através de análises dos dados técnicos submetidos pelo requerente, das inspeções e dos ensaios, cf. adaptado de ANAC (2017).

Para COMAER (2014b), o processo de certificação de tipo consiste em verificar que o "projeto de tipo do produto está em conformidade com os requisitos técnicos relativos ao cumprimento da missão com segurança e reconhece oficialmente essa conformidade, mediante a emissão de um Certificado de Tipo".

### **5.3.3. Certificação de tipo nacional, internacional e de aeronavegabilidade**

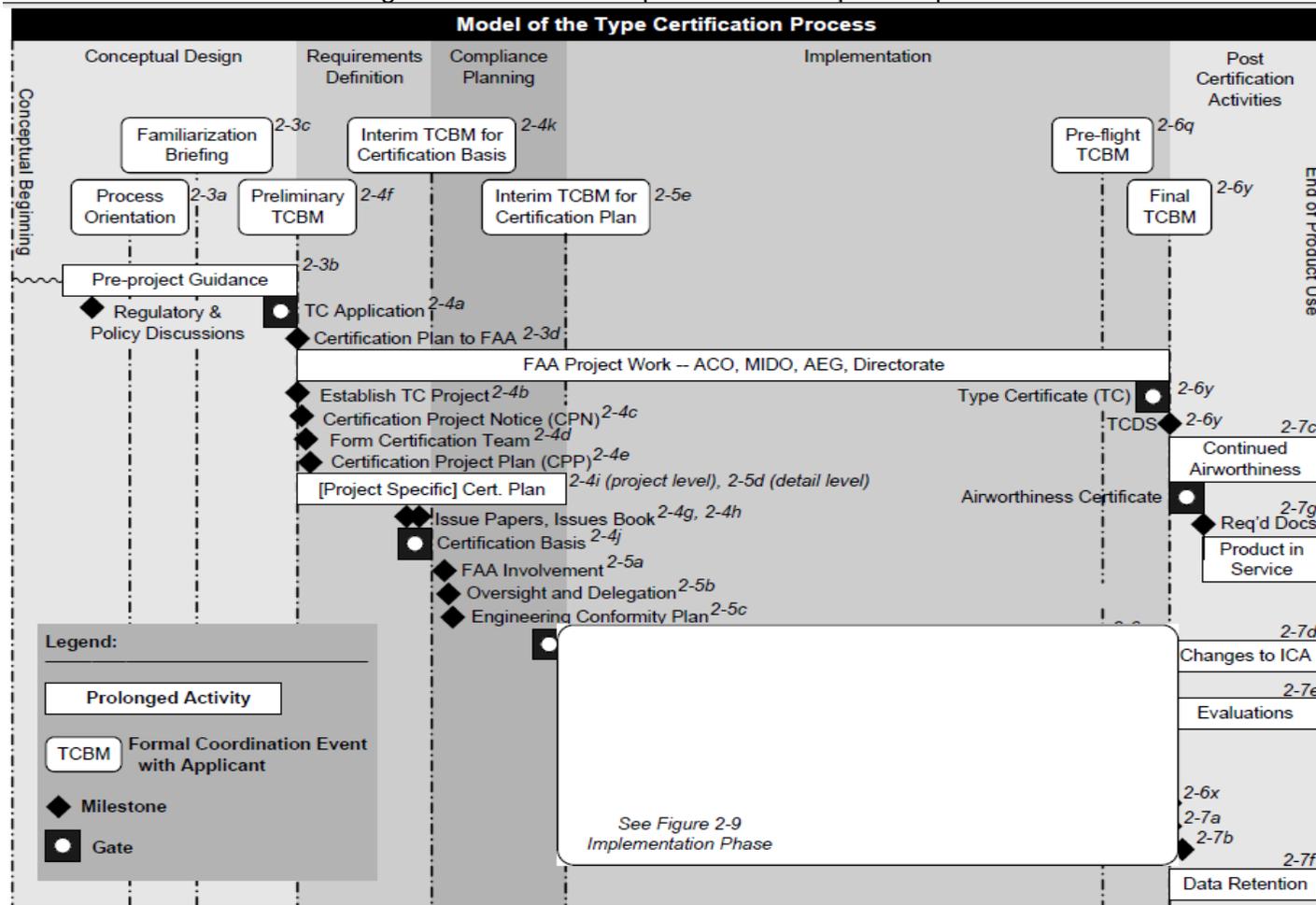
A Certificação de Aeronavegabilidade (para obtê-la é necessário primeiramente a obtenção do Certificado de Tipo) é exigida pela ANAC para todas as aeronaves civis que sobrevoam o território brasileiro, exigência solicitada através do RBAC 21, ANAC (2009). No caso dos USA, o FAA solicita através do 14 CFR *Part 21*, FAA (2017c). E no caso da Europa, a EASA solicita através do CS *Part 21 Subpart B*, EASA (2012b). Nos três casos, as aeronaves precisam possuir um Certificado de Tipo reconhecido pelo Organismo Certificador de cada país onde serão executadas as operações aéreas.

Tanto o FAA quanto a EASA utilizam o processo da certificação de tipo com o mesmo objetivo que a ANAC.

A ANAC possui um documento intitulado "Manual de Procedimentos . Certificação de Projeto de Tipo Brasileiro", ANAC (2010), que apresenta a política e procedimentos gerais; e, em seguida, detalha o procedimento de certificação de tipo, aprovação de modificações ao projeto de tipo aprovado, base de certificação. O Apêndice do documento esclarece as responsabilidades dos membros da equipe de certificação.

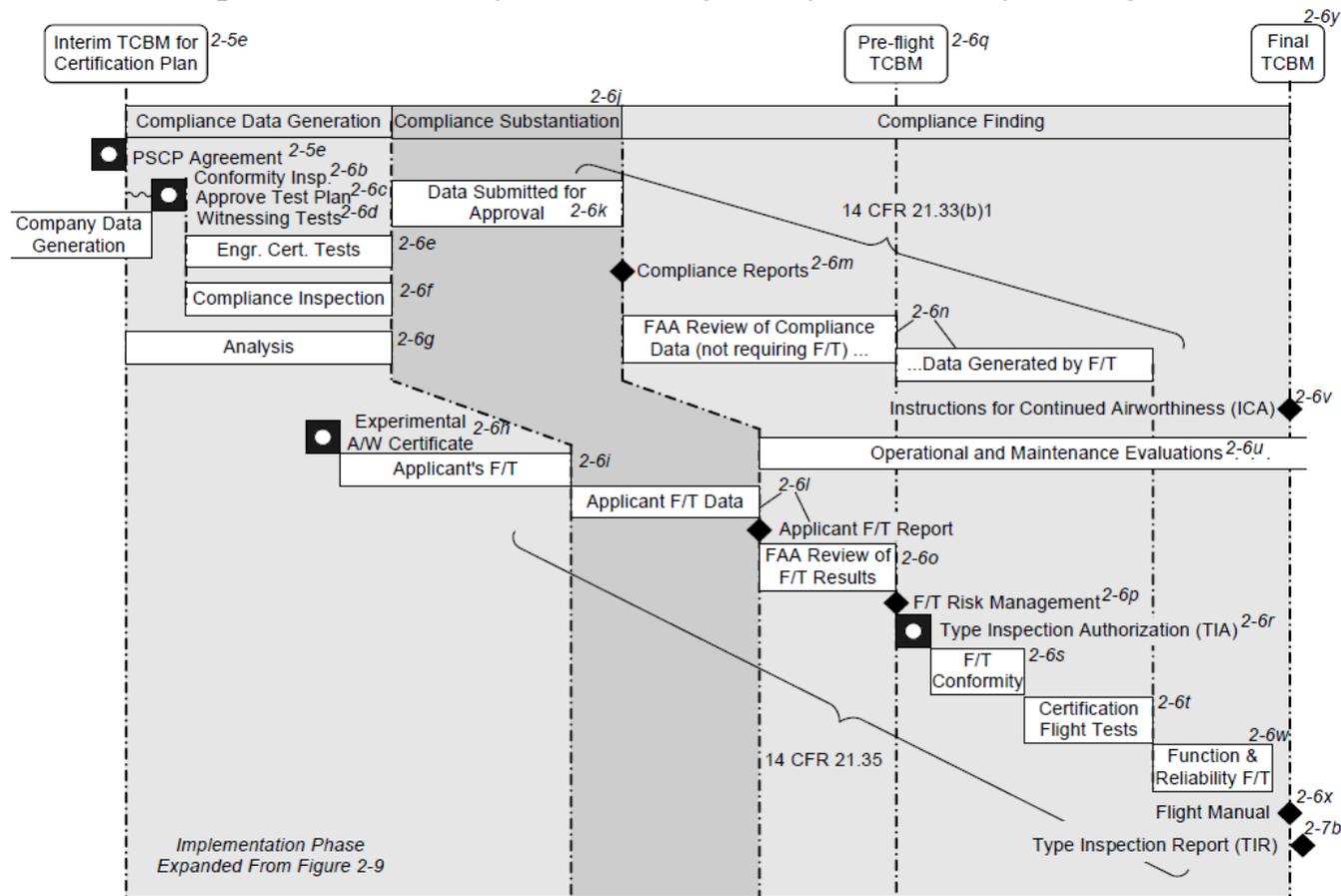
As Figuras 5.3 e 5.4 ilustram o típico processo de certificação de tipo realizado pelo FAA e tido como base pela certificação aeronáutica brasileira.

Figura 5.3 - Processo típico de certificação de tipo.



Fonte: FAA (2007).

Figura 5.4 - Processo típico de certificação de tipo - fase de implementação.



Fonte: FAA (2007).

#### **5.3.4. Certificação de tipo no COMAER (Comando da Aeronáutica)**

Uma visão da certificação de tipo no cenário militar brasileiro é de grande valia para traçar um paralelo com a indústria espacial, de forma a fazer uma contribuição adicional a este trabalho.

De acordo com COMAER (2014a), o COMAER é a autoridade aeronáutica com a responsabilidade de gerir e regular os Sistemas de Controle do Espaço Aéreo e de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, conforme previstos no Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA), PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA - CASA CIVIL (1986). Como país signatário da Convenção de Chicago e membro do Conselho da Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO), desde a sua fundação, o Brasil tem optado pela adoção da maior parte das normas e práticas recomendadas pela ICAO.

Os programas de aquisição de aeronaves e sistemas de defesa, por sua vez, também apresentam desafios na gestão de sistemas que incorporaram tecnologias na fronteira do conhecimento.

É tendência mundial que as aeronaves militares somente entrem em operação após a certificação de aeronavegabilidade. O próprio CBA, PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA - CASA CIVIL (1986), dispõe que a operação de aeronave militar 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. Ainda sobre o tráfego aéreo, o CBA, PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA - CASA CIVIL (1986), 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.

Devido à complexidade, relevância e criticidade do assunto faz-se necessário que o cumprimento dos requisitos da qualidade e da segurança dos sistemas e

produtos do COMAER sejam avaliados e reconhecidos por Organismos Certificadores, sendo esses independentes, imparciais e capacitados para tal.

A Autoridade Certificadora do COMAER, de acordo com COMAER (2014a), é definida como sendo o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), para os setores espacial (lançamentos espaciais), aeronáutico e de defesa (especificamente para aeronavegabilidade continuada e dificuldades em serviços). Do DCTA, o órgão que executa as atividades de certificação de produtos e de sistemas de gestão da qualidade relacionadas ao setor aeroespacial é o Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI), cf. adaptado de COMAER (2014b).

#### **5.3.4.1. Fases do processo de certificação de tipo civil**

Abaixo estão relacionadas as fases do processo de certificação constantes no "Manual de Procedimentos . Certificação de Projeto de Tipo Brasileiro", ANAC (2010).

- **Pré-requerimento**

As atividades da fase de pré-requerimento são: contato inicial; reunião de familiarização; e entrada do requerimento.

- **Planejamento**

As atividades da fase de planejamento são: designação do coordenador e da equipe; informação inicial ao requerente; análise de suficiência de dados; análise inicial do projeto; controle de itens relevantes (FCAR e CAI); base de certificação; plano de Certificação do Requerente; reunião preliminar; planejamento e envolvimento da autoridade; e Plano de Certificação da autoridade.

- **Determinação de cumprimento de requisitos**

As atividades da fase de determinação de cumprimento de requisitos são: submissão de dados técnicos; ensaio do requerente; emissão do certificado de autorização de vôo experimental; ensaios em vôo do requerente; ensaios oficiais de certificação; propostas de ensaios; inspeções de conformidade; testemunho de ensaios; inspeção de engenharia; ensaios em vôo oficiais de certificação; análise dos ensaios em vôo do requerente; processo de gerenciamento de risco; aprovação do plano de ensaios em vôo de certificação; reunião pré-voo; emissão da autorização de inspeção de tipo; ensaios em vôo de funcionamento e confiabilidade; instruções para aeronavegabilidade continuada; avaliações operacionais; reunião final; emissão do Certificado de Tipo e especificações de tipo.

- **Pós-Certificação**

As atividades da fase de pós-certificação são: relatório de inspeção de tipo e arquivamento de dados.

#### **5.4. Interações da ANAC e do IFI nos processos de gerenciamento de projetos**

A Figura 5.5, adaptada do PMBOK 5<sup>o</sup> ed., ilustra as interações da certificação aeronáutica civil com a instituição executora do projeto aeronáutico em um projeto de tipo. A figura apresenta cinco grupos de processos de gerenciamento de projetos necessários em um projeto qualquer. Esses cinco grupos possuem dependência de forma clara, são executados e apresentam interação entre si. Esses grupos, nesse caso, são aplicados na área aeronáutica para o projeto de aeronaves.

Na Figura 5.5 também é apresentado o fluxo básico e as interações entre os grupos de processos e suas partes interessadas. Os processos de

gerenciamento do projeto estão vinculados por entradas e saídas específicas, onde a saída de um processo torna-se entrada de outro. Esses grupos são repetidos para cada fase do projeto.

O **grupo de processos de iniciação** consiste de processos executados para definir um novo projeto ou uma nova fase. Para esse grupo, o objetivo é definir o escopo inicial, os recursos financeiros, identificar as partes interessadas, alinhar as expectativas das partes interessadas e verificar a viabilidade, momento onde é selecionado o gerente do projeto.

Limitando à Figura 5.5 para ser aplicada no desenvolvimento do projeto (não apenas em uma fase isolada), a interação da ANAC com o grupo de processos de iniciação se dá por meio de orientações iniciais do processo, das exigências e padrões estabelecidos para a certificação, cf. baseado em ANAC (2010).

O **grupo de processos de planejamento** consiste de processos realizados para estabelecer o esforço total, definir e refinar os objetivos e desenvolver o plano de ação necessário para obter tais objetivos. Esses processos desenvolvem o plano de gerenciamento e os documentos do projeto que serão utilizados para executá-los. As saídas desse grupo são: a exploração de todos os aspectos do escopo, tempo, qualidade, comunicação, recursos, riscos, aquisições e gerenciamento das partes interessadas.

Com o grupo de processos de planejamento, a ANAC atua na verificação das exigências de certificação durante a elaboração do planejamento da certificação. Realizam-se discussões sobre plano de certificação, credenciamento e nível de envolvimento, cumprimentos de exigências, solicitação dos documentos do projeto atualizados e familiarização da ANAC com o projeto, cf. baseado em ANAC (2010).

O **grupo de processos de execução** consiste dos processos realizados para concluir o trabalho definido no plano de gerenciamento, a fim de cumprir as especificações do projeto. Com esse grupo a ANAC realiza interações para

receber a documentação atualizada e realizar o testemunho ou análise do cumprimento das exigências, a fim de verificar as exigências de certificação, cf. baseado em ANAC (2010).

O **grupo de processos de encerramento** consiste em executar a finalização de todas as atividades dos grupos de processos de gerenciamento de projeto, visando concluir formalmente o projeto ou as obrigações contratuais. A ANAC formaliza o fim do processo com a emissão do Certificado de Tipo e Especificação de Tipo, cf. baseado em ANAC (2010).

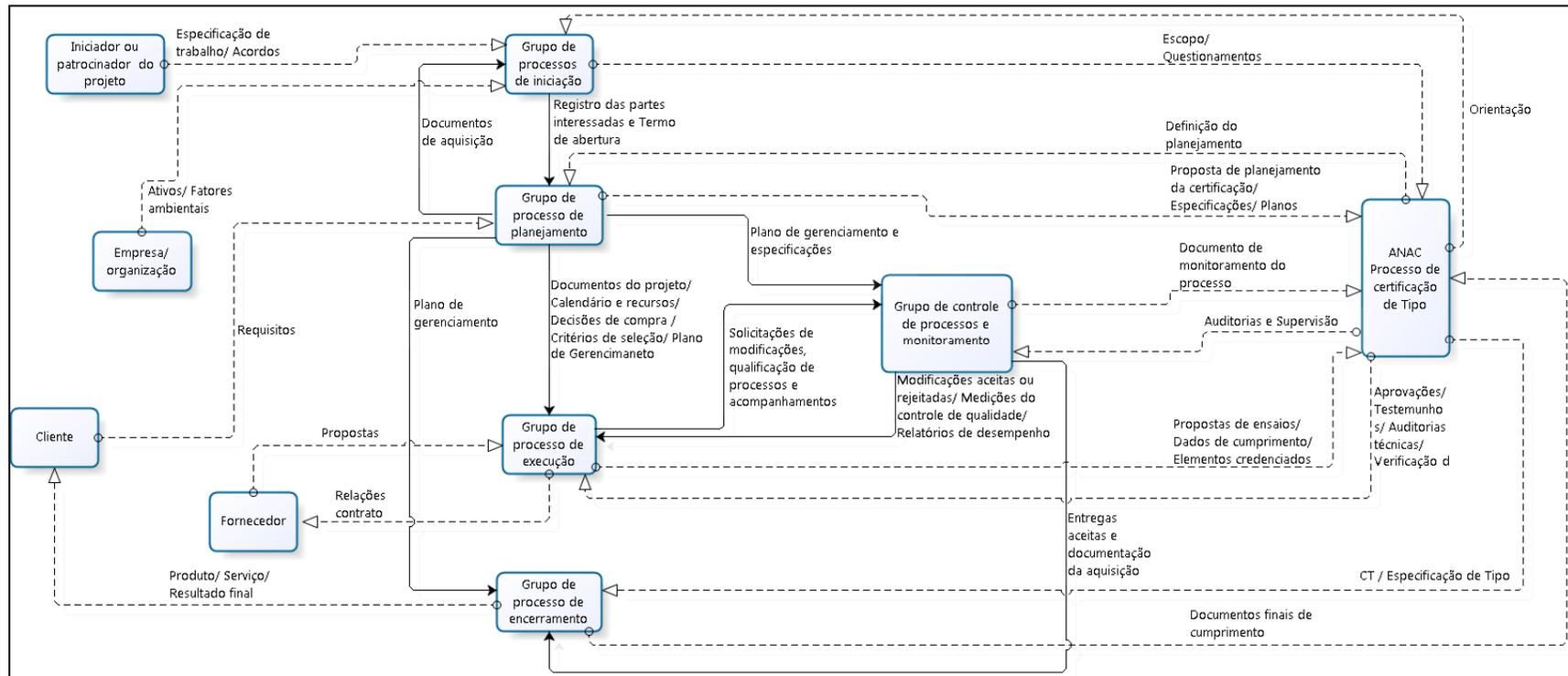
A Figura 5.6, adaptada do PMBOK 5º ed., ilustra as interações da certificação aeronáutica militar com a instituição executora do projeto aeronáutico em um projeto de tipo.

A Figura 5.6 apresenta a FAB como cliente e o patrocinador do projeto aeronáutico militar.

A Figura 5.6 evidencia também que a FAB é uma organização muito atuando no cenário dos projetos aeronáuticos militares, sendo essa organização responsável por elaborar tanto os regulamentos, quanto os requisitos de certificação, além de atuar como patrocinador e o cliente dos projetos, e ainda, possuir o organismo certificador aeronáutico militar, cf. baseado em COMAER (2007), COMAER (2014a) e COMAER (2014b).

O IFI atua como organismo certificador militar para as aeronaves que operam na FAB. Seu papel, ilustrado na Figura 5.6, se assemelha ao da ANAC na Figura 5.5, com exceção do fato de pertencer ao cliente do projeto, cf. baseado em COMAER (2007), COMAER (2014a) e COMAER (2014b).

Figura 5.5 - Interações da certificação aeronáutica civil brasileira nos processos de gerenciamento de projetos.



Legenda: as linhas contínuas representam os relacionamentos entre grupos dos processos; e as linhas tracejadas são externas aos grupos de processos. O texto referente à seta está situado à sua direita (quando localizado na linha vertical) ou sobre a linha (quando localizado na linha horizontal).

Fonte: adaptada de PMBOK 5º ed., PMI (2013).



## **5.5. Exemplos de documentos importantes para a certificação de tipo**

Seguem as descrições de alguns documentos importantes para a certificação de tipo.

### **5.5.1. Plano de Certificação da Autoridade (PCA)**

Após a reunião preliminar, a autoridade pode optar por substituir o PCR pelo PCA, caso conclua que o documento não apresenta todas as informações necessárias, cf. baseado em ANAC (2009).

O plano de certificação definido pela autoridade é estratégico, pois ele será atualizado no decorrer do processo. Este plano assegura que o requerente e a autoridade possuem o mesmo nível de entendimento do requisito, cf. baseado em ANAC (2009).

### **5.5.2. Base de certificação**

O responsável pelo processo de certificação e os especialistas devem definir a base de certificação inicial antes da reunião preliminar. O assunto deve estar finalizado antes da emissão da AIT (Autorização de Inspeção Técnica), cf. baseado em ANAC (2009).

A base de certificação consiste dos requisitos exigidos para certificação. Ela também contempla os requisitos de aeronavegabilidade, ruído, emissões, condições especiais, níveis equivalentes de segurança, isenções, etc, cf. baseado em ANAC (2009).

Para a composição dos requisitos de certificação, no caso da aviação civil, é necessário adotar os regulamentos em vigor na data da entrada do requerimento, cf. baseado em ANAC (2009).

### **5.5.3. Plano de Certificação Específico para o Programa (PCEP)**

Devido à grande troca de informações entre a autoridade de aviação civil 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, cf. baseado em ANAC (2009).

O acordo de cooperação consiste em ferramenta de gerenciamento e coordenação de atividades entre as partes. O PCEP combina informações do PCR e do PCA, adicionando detalhes fundamentais para a execução efetiva do programa. O PCEP é a soma do PCR com o PCA e também com informações relevantes. Embora o PCEP esteja sujeito a emendas, os compromissos assumidos pelas partes são as expectativas de seus signatários, cf. baseado em ANAC (2009).

### **5.5.4. Necessidade Operacional (NOP)**

Documento originado e utilizado na área militar brasileira, cf. adaptado de COMAER (2007), onde são formalizadas as carências ou deficiências constatadas, cujas superação dependa do fornecimento de um novo sistema ou material, ou ainda modificação em um já existente.

### **5.5.5. Requisitos Operacionais (ROP)**

Contribuição da área militar brasileira, cf. adaptado de COMAER (2007), o documento intitulado "Requisitos Operacionais" utilizado na área militar, baseado no NOP, apresenta uma 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 segurança envolvida.

#### **5.5.6. Requisitos Técnicos, Logísticos e Industriais (RTLI)**

Outra contribuição advinda da área militar brasileira e utilizada por ela, cf. adaptado de COMAER (2007), 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.

#### **5.5.7. *Technical Standard Order (TSO)***

Cf. baseado em FAA (2017d), o TSO é um documento que apresenta o padrão mínimo de desempenho para materiais, peças e equipamentos utilizados em uma aeronave civil. Quando autorizada a fabricação do material, parte ou equipamento, essa precisa estar de acordo com o TSO. O cliente deve utilizar o TSO atualizado e aprovado pela autoridade. Esse documento não autoriza a instalação e o uso do artigo na aeronave, especifica apenas que o requerente está autorizado para fabricá-lo.

#### **5.5.8. *Declaration of Design Performance (DDP)***

A DDP, cf. baseado em EASA (2015), é um documento que contém a definição e todas as referências relevantes do artigo desenvolvido. Seu conteúdo informativo pode ser comparado com a Declaração de Certificação de Tipo que acompanha o Certificado de Tipo. Na DDP, o requerente deve declarar que o artigo foi desenvolvido, testado e fabricado com conformidade com as seções aplicáveis do Part 21, EASA (2012b) e da CS-ETSO, EASA (2017).

### **5.6. Controles selecionados do processo de certificação de tipo ANAC**

Visando traçar um paralelo entre os controles utilizados nos dois processos, foi realizada a seleção de alguns fatores que contribuem positivamente para o controle da qualidade do processo ANAC, tendo como exemplo, ferramentas, práticas e critérios. A seleção levou em consideração os controles que podem

vir a contribuir positivamente com o processo da garantia do produto realizado pelo SEQ.

### **5.6.1. Controle do processo: delegação**

Cf. adaptado de ANAC (2009), após definir a determinação de cumprimento de requisitos, a agência opta pelo envolvimento direto ou indireto no acompanhamento do cumprimento. A ANAC opta por disponibilizar recursos nas áreas mais críticas, maximizando o uso de sistema de delegação e seus recursos próprios na supervisão.

A confiança nos representantes credenciados (pessoa física e jurídica) permite delegações totais para áreas que não são tipicamente reservadas à autoridade ou que não envolvem requisitos de aeronavegabilidade.

Cf. baseado em EASA (2012a) e EASA (2012b), como contribuição adicional, oriunda da certificação aeronáutica europeia, a EASA utiliza o termo "*Design Organization Approval*" (DOA) para identificar organizações de projeto que possuem um sistema denominado "*Design Assurance System*". Tal sistema permite a implementação de uma filosofia, que traz ao processo de desenvolvimento um alto nível de qualidade desde o seu mais embrionário início. A ideia é que a organização de projeto execute atividades de comprovação e verificação de cumprimento, ao invés de ter a autoridade de aviação verificando, de perto, o cumprimento da base de certificação, como ilustrado nas Figuras 5.7 e 5.8.

No entanto a EASA decide qual será seu nível de envolvimento (sigla em Inglês LoL) para cada assunto relativo ao processo de certificação, de acordo com as regras do DOA. A autoridade de aviação 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

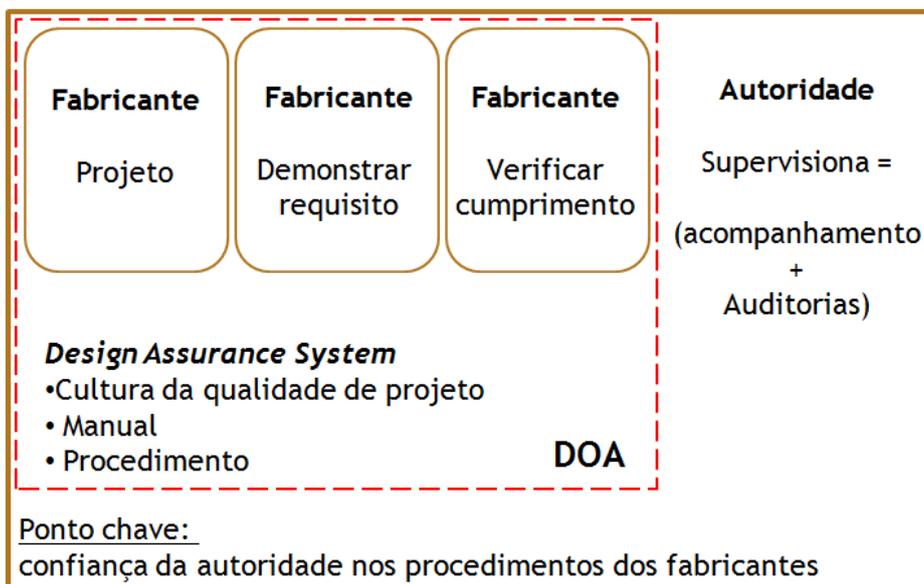
determinado requisito. Por vezes a autoridade deseja adquirir maior conhecimento sobre determinado assunto ou tecnologia e, assim, solicita maior envolvimento no processo para capacitação de seu próprio pessoal.

Figura 5.7 - Conceito tradicional de certificação.



Fonte: autora.

Figura 5.8 - Conceito DOA (EASA) de certificação.



Fonte: autora.

### **5.6.2. Controle do processo: nível de envolvimento na aeronáutica civil brasileira**

De acordo com ANAC (2009), mesmo que a determinação de cumprimento do requisito tenha sido delegada, é possível haver algum envolvimento adicional da ANAC. Entretanto, este 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 valor agregado devido ao 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.

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.

Exemplos de graus de supervisão e tipos de envolvimento:

- os representantes credenciados (RCs) são os únicos responsáveis por coordenar, planejar e fazer a determinação de cumprimento de requisito;
- os RCs recebem a delegação total para determinar o cumprimento de requisito. No entanto, nesta categoria, a ANAC pode se envolver para os propósitos de supervisão do programa e/ou dos RCs;
- embora um RC possa até estar envolvido através da recomendação de aprovação, a ANAC é responsável por fazer a determinação de cumprimento de requisito.

### **5.6.3. Controle de documentos: documentação em mídia digital e on-line**

A ANAC disponibiliza em uma página, *on-line*, um acervo de documentos relevantes para certificação de tipo, ou seja, todo material que será pertinente ao processo de certificação de tipo. Esse acervo compreende desde regulamentos, procedimentos, manuais de fiscalização, fichas para inspeções, listas de verificações, etc.

A agência ainda conta com um Plano Diretor de Tecnologia da Informação - PDTI, ANAC (2013), que tem como uma das metas a implantação de controles informatizados para todos os processos e informações da Agência (item 3.1.4 do Plano).

### **5.6.4. Controle do processo: indicadores de desempenho**

O "Plano Estratégico - 2015/2019" é o documento que norteia a atuação da ANAC. Nele encontram-se os objetivos estratégicos e os indicadores - métricas que proporcionam informações sobre o desempenho de um objeto, processo e atividade.

O Artigo intitulado "Indicadores de Desempenho do Setor da Aviação Civil", OLIVEIRA (2011b) apresenta os indicadores utilizado no setor.

A qualidade dos serviços desempenhados pelos colaboradores da ANAC é avaliada por meio de indicadores, de acordo com ANAC (2015).

### **5.6.5. Controle das exigências: Gerência Técnica de Normatização - controle da qualidade do processo de normatização**

A ANAC possui uma Gerência Técnica de Normatização, a qual possui um Manual de Procedimentos de Controle da Qualidade de Processo de Normatização, ANAC (2013). Esse tem como objetivo apresentar os principais processos de trabalho da Gerência Técnica de Normatização e Sistemas (GTNS), especialmente destinados às atividades de controle da qualidade dos

atos normativos. Também tem como objetivo padronizar os procedimentos executados pela GTNS destinados à melhoria da qualidade dos atos normativos propostos.

#### **5.6.6. Exigências do processo de certificação de tipo**

A certificação da ANAC obedece à Convenção de Chicago (1944), da qual o Brasil é signatário, sendo essa, reconhecida por diversos países com os quais existem acordos internacionais, cf. adaptado de ANAC (2016c).

A regulamentação do setor é compreendida por Decretos, Leis, Código Brasileiro de Aeronáutica, Portarias, Decisões, Resoluções, Regulamentos, Medidas Provisórias, Instruções Normativas, Boletim de Pessoal e Serviço, Condição Espacial, dentre outras, cf. baseado em ANAC (2017).

Para a certificação de tipo é exigido o cumprimento dos Regulamentos Brasileiros de Aviação Civil (RBAC), cf. baseado em ANAC (2017).

No contexto da certificação aeronáutica militar brasileira, o documento que rege o ciclo de vida de sistemas e materiais utilizados é a DCA 400-6, COMAER (2007), documento intitulado "Ciclo de Vida de Sistemas e Materiais da Aeronáutica". Além disso, as diretrizes para aprovação, certificação e avaliação da conformidade, de todos os sistemas e produtos adquiridos ou desenvolvidos pelo COMAER, são estabelecidas na DCA 800-2, COMAER (2014a), documento intitulado "Garantia da Qualidade e de Segurança de Sistemas e Produtos no COMAER".

Ainda no cenário militar brasileiro, a ICA 57-21, COMAER (2014b), intitulada "Procedimento de Aeronavegabilidade Militar - Procedimentos para Certificação de Produto Aeronáutico" objetiva complementar as disposições da DCA 800-2, COMAER (2014a), referentes às atividades de certificação de produto aeronáutico, de competência do DCTA. Somando-se a isso, o documento

utilizado para orientar quanto aos requisitos de aeronavegabilidade é a MIL-HDBK-516C, DoD (2014), intitulada "*Airworthiness Certification Criteria*" (Critério de Certificação de Aeronavegabilidade).

Outra exigência utilizada na área militar brasileira é o RTLI (Requisitos Técnicos, Logísticos e Industriais) que é caracterizado como um documento originado no ROP (Requisitos Operacionais) e contém as características técnicas, logísticas e industriais que o sistema ou material deverá contemplar para poder cumprir os requisitos operacionais estabelecidos, cf. adaptado de COMAER (2007).

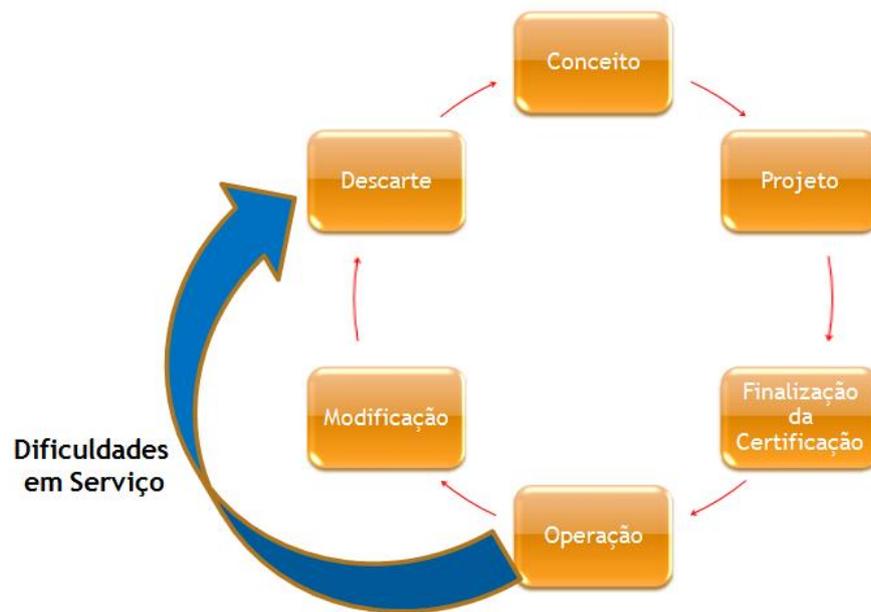
Ainda pode-se citar o documento intitulado *Technical Standard Order* (TSO) que consiste do padrão mínimo de desempenho para materiais, peças e equipamentos utilizados em uma aeronave civil, cf. baseado em FAA (2017d). Esse documento é exigido tanto pela aeronáutica civil quanto pela militar brasileira.

#### **5.6.7. Controle da utilização do produto e confiabilidade do projeto: Dificuldades em Serviço**

De acordo com o COMAER (2014a), dificuldades em serviço é definida como: 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. A atuação em dificuldades em serviço durante o ciclo de vida do produto pode ser vista na Figura 5.9.

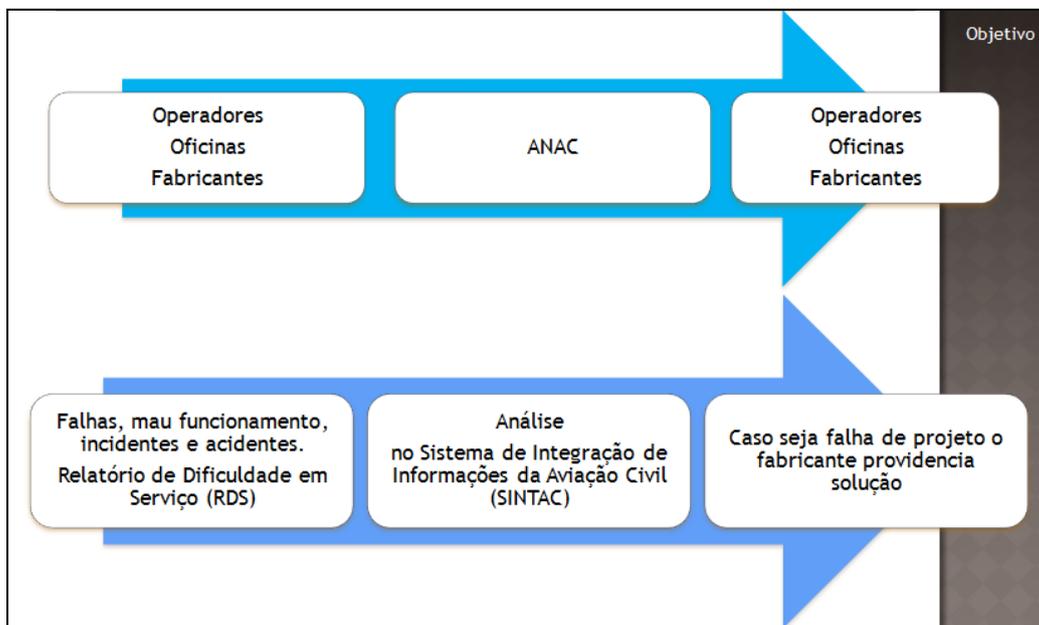
O RBAC 21, ANAC (2009), também estabelece que todas as informações referentes a ocorrências em operação, mau funcionamento, defeitos e falhas de um produto aeronáutico certificado devem ser reportadas à ANAC. A submissão de ocorrências pode ser vista na Figura 5.10.

Figura 5.9 - Atuação da Dificuldades em Serviço no ciclo de vida do produto.



Fonte: autora.

Figura 5.10 - Submissão de ocorrência à ANAC.



Fonte: autora.

#### **5.6.8. Controle do processo: auditorias internas**

A auditoria interna, cf. baseada em ANAC (2016a) tem como missão contribuir, de forma independente, para o aperfeiçoamento do controle interno da ANAC, contribuindo positivamente para agregar valor às práticas administrativas.

É uma atividade de assessoramento à administração, voltada para avaliação dos controles internos implantados, de forma independente, sistemática e objetiva. Atua baseando-se nas atribuições, planos, metas, objetivos e políticas definidas na agência, abrangendo todas as atividades, programas, operações e controles existentes.

#### **5.6.9. Controle de documentos: Ficha de Controle de Itens Relevantes e *Certification Action Item* (FCAR e CAI)**

Conforme ANAC (2009), os itens de maior relevância deverão ser controlados via FCAR (Ficha de Controle de Assunto Relevante) e outros itens, também importantes, porém com menor relevância poderão ser acordados via CAI (*Certification Action Items*).

A FCAR e o CAI 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, cf. adaptado de ANAC (2009).

A FCAR ainda permite visão geral dos itens, um meio de se determinar o status desses itens e um registro pós-certificação, baseado em ANAC (2009).

#### **5.6.10. Controle do processo: treinamentos**

Como a ANAC necessita de profissionais qualificados para a execução de suas atividades, foram selecionados abaixo alguns exemplos de treinamentos realizados pela agência.

Primeiramente, a ANAC solicita como segunda parte de seu concurso de seleção de candidatos concursados, o curso de formação para cargos de especialistas em regulamentação civil. Esse curso tem caráter eliminatório e classificatório, possuindo carga horária de 160 horas, CESPE (2012).

A agência disponibiliza cursos de capacitação para seus funcionários próprios e colaboradores, mantendo-os atualizados ao longo de sua atuação nas atividades prestadas à agência, ANAC (2013).

Uma contribuição adicional vinda do processo de certificação aeronáutica militar brasileira, realizada pela divisão de Certificação de Produtos Aeroespaciais (CPA) do IFI (Instituto de Fomento e Coordenação Industrial) e presenciada pela autora, é um treinamento intitulado "Curso de Certificação de Produto Aeroespacial (CCPA)". Esse curso ocorre anualmente, onde são ministradas disciplinas pelos integrantes da CPA. O curso tem como objetivo de apresentar o conteúdo de certificação aeronáutica militar para novos membros da própria equipe da CPA e aos profissionais externos que possuam relação com a certificação aeronáutica militar.

Essa iniciativa promove constante reciclagem da equipe, esclarece eventuais dúvidas ou ainda apresenta temas novos.

#### **5.6.11. Controle do processo: deliberação do Certificado de Tipo**

A deliberação do CT ocorre assim que o projeto de tipo se torna elegível a um CT, isso após a ANAC determinar que o requerente demonstrou satisfatoriamente o cumprimento de todos os requisitos de certificação aplicáveis, adaptado de ANAC (2010).

Anteriormente à deliberação do CTA, o coordenador do processo de certificação deve solicitar à sua gerência a convocação de uma reunião com o Comitê Técnico, para que seja realizada a deliberação do certificado. Comitê esse, composto por especialistas experientes em certificação aeronáutica, os

quais verificam a completude do processo de certificação, cf. adaptado de ANAC (2010).

### **5.7. Mecanismos selecionados do processo de certificação de tipo ANAC**

Relembrando, recurso ou mecanismo consiste do que é necessário para que a atividades ocorra. Exemplos: recursos humanos especializados (disciplinas específicas, individualmente ou em grupos ou equipes), equipamentos, serviços, suprimentos, *commodities*, materiais, orçamentos ou fundos, cf. baseado em PMBOK 5º ed., PMI (2013).

Visando traçar um paralelo entre os mecanismos utilizados nos dois processos, foi realizada a seleção de alguns mecanismos necessários para a realização do processo ANAC. A seleção levou em consideração os mecanismos que podem vir à ser comparados com o processo da garantia do produto realizado pelo SEQ.

#### **5.7.1. Recursos humanos: instituição responsável**

Criada pela Lei 11.182 de 2005, PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA - CASA CIVIL (2005), a ANAC é uma das agências reguladoras federais do Brasil, cujo objetivo é regular e fiscalizar a aviação civil e a infraestrutura aeronáutica e aeroportuária do Brasil. Iniciou suas atividades em substituição ao DAC (Departamento de Aviação Civil).

"A agência é uma autarquia federal de regime especial sendo vinculada ao Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil. Suas atividades são de certificação, fiscalização, normatização e representação institucional", PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA - CASA CIVIL (2005).

### **5.7.2. Recursos humanos: contratações e treinamentos**

Para a execução das atividades, a ANAC conta com um corpo de funcionários públicos, estagiários de ensino médio e superior, além de prestadores de serviços de locação de mão-de-obra, ANAC (2014).

A agência ainda disponibiliza cursos de capacitação tanto para seus funcionários como para os colaboradores terceirizados, para os manterem atualizados ao longo de sua atuação nas atividades prestadas à agência, ANAC (2013).

### **5.7.3. Recursos humanos: credenciamento de pessoas**

O RBAC 183, ANAC (2011), intitulado "Credenciamento de Pessoas", define os requisitos para o credenciamento de pessoas, com notória especialização, para a emissão de laudos, pareceres ou relatórios que demonstrem o cumprimento das exigências (requisitos) à emissão de certificados ou atestados relativos às atividades de competência da ANAC.

A ANAC credencia pessoas físicas vinculadas a um detentor de certificado emitido pela ANAC, pessoas físicas autônomas e pessoas jurídicas.

### **5.7.4. Mecanismos gerais do processo de certificação de tipo**

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

- partes e componentes das aeronaves;
- equipamentos, subsistemas, sistemas das aeronaves;
- instalações, instrumentações, laboratórios de aplicações aeronáuticas; e
- RIGs das aeronaves.

## **5.8. Entradas e saídas selecionadas do processo de certificação de tipo ANAC**

Visando traçar um paralelo entre as entradas e saídas utilizadas dos dois processos. A seleção levou em consideração entradas e saídas que podem vir à contribuir positivamente com o processo da garantia do produto realizado pelo SEQ.

Segue abaixo os principais exemplos de entradas e saídas do processo de certificação de tipo.

### **5.8.1. Fase de pré-requerimento**

#### **5.8.1.1. Contato inicial e orientações**

Adaptado de ANAC (2009), o contato inicial é o primeiro passo para dar início ao processo de certificação, sendo esse contato anterior à requisição formal, consiste da oportunidade do requerente compreender a certificação, salientando os objetivos, responsabilidades e os próximos passos.

- **Entradas**

As principais entradas selecionadas, adaptadas de ANAC (2009), são: desenhos e especificações; características do projeto que devem ser demonstradas como atendendo aos requisitos do RBAC aplicável ao produto; informações sobre dimensões, materiais e processos necessárias à definição da resistência estrutural do produto; cumprimento com a seção de limitações de aeronavegabilidade das instruções para aeronavegabilidade continuada; programas especiais de inspeções; e as características de ruído.

Adicionalmente, no cenário militar, tem-se: o RTLI, DCA 400-6, DCA 800-2, ICA 57-21 e MIL-HDBK-516C, cf. informações baseadas em COMAER (2007), COMAER (2014a), COMAER (2014b) e DoD (2014).

- **Saídas**

As principais saídas selecionadas, adaptadas de ANAC (2009), são: o requerente orientado sobre as atividades do processo de certificação, isso referente aos prazos, custos, documentos, equipe, etc.

#### **5.8.1.2. Requerimento de certificação de tipo**

O início formal do processo de certificação se dará após a Organização Certificadora receber o requerimento para certificação. Toda Organização Certificadora possui um formato padrão de requerimento e informa toda documentação necessária para o início do processo, cf. adaptado de ANAC (2009).

- **Entradas**

As principais entradas selecionadas, cf. adaptadas de ANAC (2009), são: desenhos de três vistas da aeronave; descrição sumária da aeronave (incluindo métodos construtivos e dimensões principais); limitações preliminares; sumário dos dados de desempenho; especificações de materiais e processos; proposta do Plano de Certificação do Requerente . PCR, conforme item 2.3.7 do MPR, ANAC (2009); e outras informações relevantes para conhecimento e avaliação da aeronave; incluindo o Certificado de Organização de Produção . COP.

- **Saídas**

As principais saídas selecionadas, cf. adaptadas de ANAC (2009), são: aceitação do processo de certificação de tipo; anúncio do nome do responsável pelo programa; dados de contatos entre as partes; e informações sobre as ações iniciais para a reunião de familiarização.

### **5.8.1.3. Reunião de familiarização**

A reunião de familiarização consiste em promover o entendimento mútuo com relação ao projeto, salientando as necessidades do requerente e as expectativas quanto ao cronograma previsto, cf. adaptado de ANAC (2009).

- **Entradas:**

As principais entradas selecionadas, cf. adaptadas de ANAC (2009), são: o PCR discutido (incluindo o cronograma esperado de atividades, com data para finalização do processo e previsão das atividades de certificação), base de certificação, meios de cumprimento com os requisitos de certificação; Plano de Conformidade; documentos para familiarização com o projeto (dados técnicos, desenhos, esquemas, conceitos, tecnologias, soluções de projeto, principais fornecedores, etc); e indicação de FCARs e CAIs.

- **Saídas:**

As principais saídas selecionadas, cf. adaptadas de ANAC (2009), são: documentos discutidos (PC inicial); equipe familiarizada com o projeto, FCARs e CAIs iniciais apresentados e registro da reunião.

### **5.8.2. Fase de planejamento**

#### **5.8.2.1. Reunião(ões) preliminar(es)**

A(s) reunião(ões) preliminar(es) é o evento formal para definir o planejamento inicial do processo de certificação. Esta reunião permite verificar se as equipes envolvidas estão preparadas e familiarizadas com vários aspectos do processo, somando-se a isso verifica a maturidade do projeto, cf. adaptado de ANAC (2009).

- **Entradas**

As principais entradas selecionadas, cf. adaptadas de ANAC (2009), são: os documentos do projeto atualizados, PCR atualizado, início de acordo de cooperação e nível de envolvimento (Reunião Preliminar), base de certificação, indicação de FCARs e CAIs, relatório com os critérios de projeto (contendo a metodologia e os dados fundamentais do projeto), devendo ser atualizados permanentemente.

- **Saídas**

As principais saídas selecionadas, cf. adaptadas de ANAC (2009), são: Plano de Certificação da Autoridade - PCA; definição do acordo de cooperação e nível de envolvimento (Reunião Preliminar); base de certificação; e registro da reunião.

### **5.8.3. Fase de determinação de cumprimento com os requisitos**

A fase de determinação de cumprimento de requisito consiste em implementar o plano de certificação acordado. É fundamental que a solução dos itens registrado no FCAR seja rápida, não impactando na demonstração do seu cumprimento. Nessa fase, também serão realizados ensaios e inspeções, visando o cumprimento dos requisitos estabelecidos, incluindo a substanciação, cf. adaptado de ANAC (2009).

- **Entradas**

As principais entradas selecionadas, cf. adaptadas de ANAC (2009), são: PCA, acordo de cooperação e nível de envolvimento; base de certificação; FCAR e CAI; dados técnicos apresentados pelo requerente com o objetivo de demonstrar o cumprimento com os requisitos de certificação; proposta de ensaios, solicitação de CAVE (Certificado de Autorização de Voo Experimental), solicitação de testemunho de ensaio; solicitação de inspeções; plano de ensaio em voo; instruções de aeronavegabilidade continuada, manual

de reparos estruturais; manual de voo e MMEL (*Master Minimum Equipment List*). Adicionalmente, tem-se a exigência do TSO, cf. baseado em FAA (2014d).

- **Saídas**

As principais saídas selecionadas, cf. adaptadas de ANAC (2009), são: análise dos dados técnicos; análise dos resultados de ensaios; emissão da CAVE; inspeções realizadas; testemunhos de ensaios realizados; aprovação do plano de ensaio em voo e seção de Limitações de Aeronavegabilidade Continuada aprovada; manual de reparos estruturais aprovado, manual de voo aprovado, MMEL (*Master Minimum Equipment List*) aprovado; e emissão do Certificado de Tipo e da Especificação de Tipo.

#### **5.8.4. Fase pós-certificação**

Fase correspondente às atividades que ocorrem após a finalização das atividades de certificação e emissão do certificado de tipo.

- **Entradas:**

As principais entradas selecionadas, cf. adaptadas de ANAC (2009), são: arquivos do programa, dados técnicos descritivos e de substanciação e documentos de trabalho.

- **Saídas:**

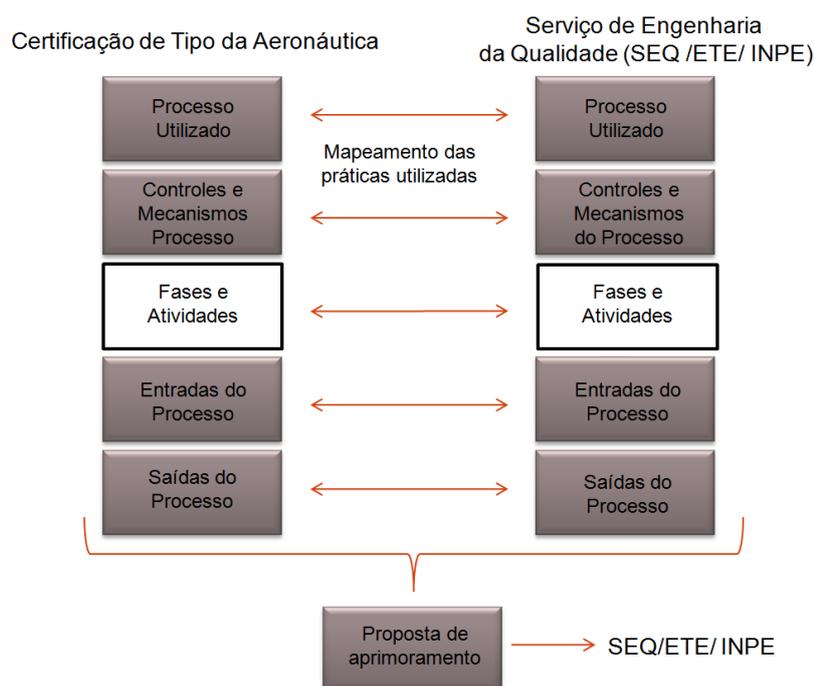
As principais saídas selecionadas, cf. adaptadas de ANAC (2009), são: Relatório de Inspeção de Tipo (RIT) e finalização do processo.



## 6 COMPARAÇÃO ENTRE O PROCESSO SEQ E O PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO DE TIPO DA AERONÁUTICA BRASILEIRA

A Figura 6.1 ilustra os atributos selecionados para comparação entre os processos. Para este trabalho foram selecionados os atributos representados pela ferramenta IDEF 0, sendo esses: entradas, saídas, mecanismos e controles. Adicionalmente, foram comparadas as atividades, fases e o processo adotado para a certificação de tipo da aviação civil brasileira e o processo da garantia do produto do INPE para satélites de pequeno e médio porte. Para tal, é importante comparar resumidamente os produtos espaciais e aeronáuticos. Além disso, são apresentadas algumas comparações com a aeronáutica militar brasileira.

Figura 6.1 - Estudo e comparação dos processos.



Legenda: os atributos localizados nas caixas com preenchimento seguem a ferramenta IDEF 0. Os atributos localizados na caixa sem preenchimento foram escolhidos para tornar os processos mais claros.

Fonte: autora.

## **6.1. Semelhanças e diferenças entre os produtos espaciais e aeronáuticos**

Os produtos espaciais e aeronáuticos, quando comparados com as demais indústrias, têm critérios de aceitação realmente diferenciados.

Cf. baseado em TORENBEEK (1976), ANAC (2009), EASA (2012b), FAA (2017c), ECSS (2009a), ECSS (2009b) e FORTESCUE (2003), os produtos espaciais e aeronáuticos devem ser submetidos a rigorosas campanhas de desenvolvimento e testes, pois estarão sujeitos a um ambiente operacional hostil. Por isso, os critérios de aceitação para tais produtos são realmente restritivos.

As especificidades do produto aeronáutico estão relacionadas com as cargas aerodinâmicas desenvolvidas no movimento da aeronave no fluido atmosférico, e a maioria dos seus voos ocorrem na troposfera, cf. baseado em TALAY (1976).

É importante dizer que há uma considerável perda de proteção contra raios cósmicos, uma vez que a aeronave opera em altitudes elevadas, bem como variações de temperatura significativas, cf. baseado em TALAY (1976). Além disso, os requisitos de segurança têm extrema importância para a operação da aeronave, pois é um vetor que leva vidas humanas, bem como sobrevoa áreas povoadas, possivelmente em baixa altitude, cf. baseado em ANAC (2009). Outra característica que pode ser notada, na aviação civil, é a exigência do uso de tecnologias já consolidadas, baseado em ANAC (2009).

O produto espacial opera em um ambiente com hostilidade diferenciada. Os produtos espaciais sofrem influência de cargas aerodinâmicas no lançamento e reentrada, quando aplicável. Esses produtos operam no vácuo, quando no espaço, sendo bombardeados com radiação ionizante, raios cósmicos, oxigênio atômico, partículas carregadas, etc, baseado em FORTESCUE

(2003). Por isso eles têm diferentes proteções comparadas aos produtos aeronáuticos.

Outra diferença evidente é que, o hardware embarcado enviado ao espaço geralmente não possui manutenção preventiva ou corretiva, como é caso de satélites do INPE. Além disso, pode-se destacar que nessa área, a tecnologia utilizada nem sempre é bem estabelecida, exigindo novos experimentos, com um certo nível de desafio técnico e científico.

Além disso, a indústria espacial brasileira vivencia falta de regras e regulamentos específicos para certas atividades, cf. baseado em AEB (2016b). Conseqüentemente, possibilita que essa área tenha mais liberdade de ação, mas ao mesmo tempo padece de maior controle.

## **6.2. Semelhanças e diferenças entre os processos**

A Figura 6.2 ilustra a relação entre os grupos de processos da instituição executora do projeto e a troca de informações entre esses grupos com o SEQ/ETE/INPE (produtos espaciais), com a ANAC (produtos aeronáuticos civis) e com IFI (produtos aeronáuticos militares). A Figura 6.2 também apresenta a diferença entre os relacionamentos dos grupos de processos, com o SEQ, ANAC e IFI, perante o executor do projeto.

As linhas contínuas representam os relacionamentos entre os grupos dos processos; e as linhas tracejadas são externas aos grupos de processos. As ilustrações na cor vermelha remetem ao processo do SEQ (ETE/INPE); as ilustrações na cor azul remetem ao processo de certificação de tipo (comum entre ANAC e IFI); e as ilustrações na cor na verde remetem apenas ao processo do IFI (DCTA/FAB).

A Figura 6.2 ilustra ainda que a ANAC encontra-se fora da instituição executora do projeto, é um órgão independente dessa instituição, não ligada ao cliente ou

ao patrocinador do projeto, cf. baseado em PRESIDENCIA DA REPÚBLICA - CASA CIVIL (2005).

Além disso, a agência possui um processo formal estruturado para executar suas atividades de certificação, cf. baseado em ANAC (2009) e ANAC (2010), sendo autorizada para desempenhar essas atividades, de acordo com PRESIDENCIA DA REPÚBLICA - CASA CIVIL (2005). Consequentemente, a agência é caracterizada como organismo de terceira parte para a verificação das exigências de segurança, das aeronaves que sobrevoam o território brasileiro, independência essa, que isenta a agência de pressões e conflitos de interesses.

Das atividades de certificação aeronáutica sumarizadas, apresentadas na Figura 6.2, pode ser visto que a ANAC e o IFI possuem grandes semelhanças em suas atuações, realizando atividades comuns, cf. baseado em ANAC (2009), COMAER (2007), COMAER (2014a) e COMAER (2014b).

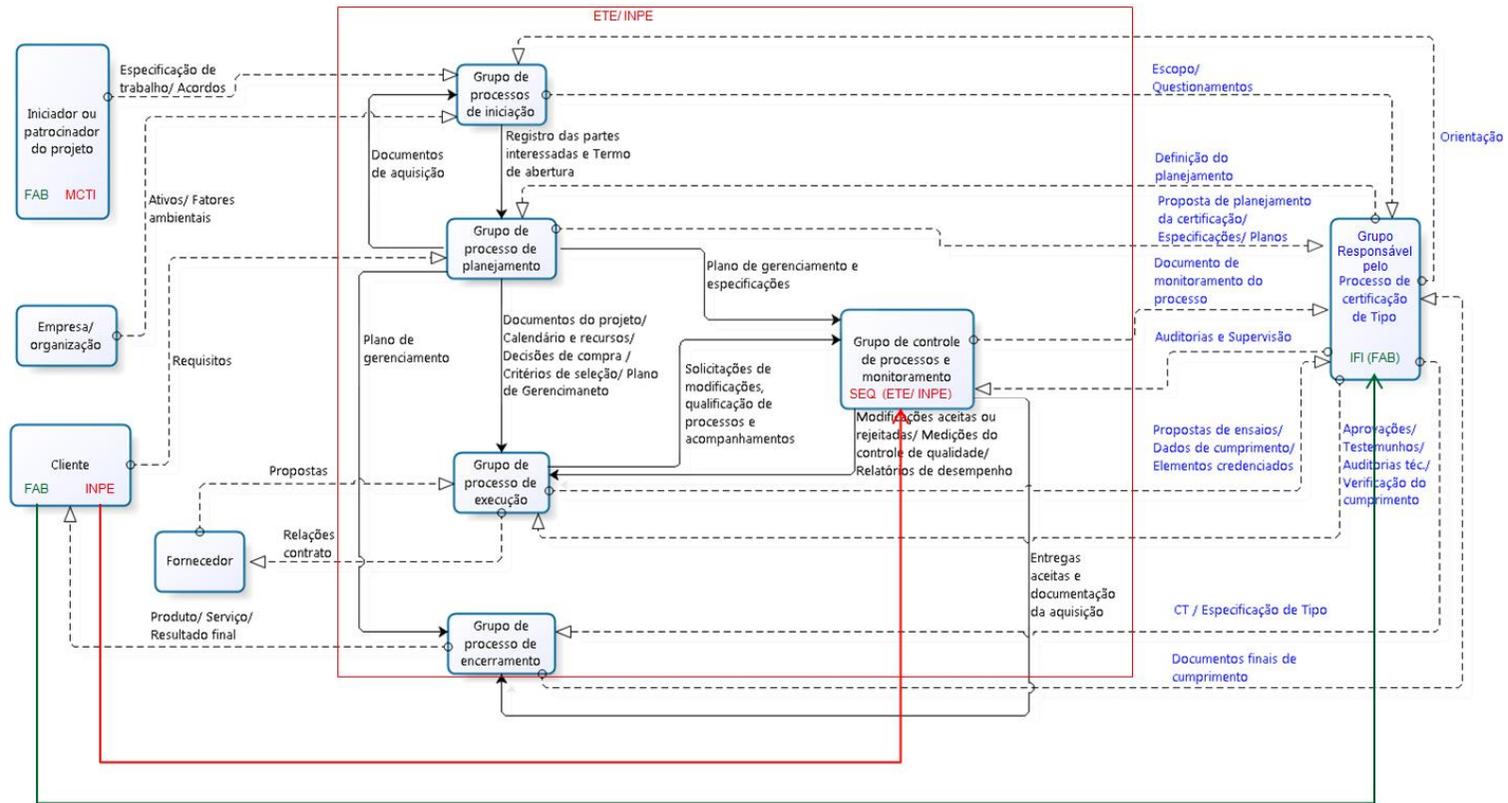
A Figura 6.2 apresenta que o SEQ pertence à instituição executora do projeto (INPE) e pertence também à Engenharia (ETE), responsável pela execução das atividades, cf. baseado em INPE (2016d). A figura ilustra também o SEQ como o grupo de processos de monitoramento, dentro da organização executora do projeto espaciais (INPE), cf. baseado em INPE (2016e).

O SEQ é caracterizado, por vezes, como organismo de primeira parte (verificação das atividades executadas pela ETE) e, por vezes, de segunda parte (verificação das atividades executadas por empresas contratadas) para verificação das exigências dos satélites do INPE, cf. baseado em INPE (2017a) e INPE (2016e), podendo padecer de pressões e conflitos de interesses gerados pelas exigências realizadas.

Pode ser visto ainda na Figura 6.2 que o INPE e a FAB são os patrocinadores e clientes dos projetos satélites e aeroespaciais militares, respectivamente. Os órgãos SEQ e IFI, pertencentes aos patrocinadores e clientes dos projetos de

suas respectivas áreas de atuação, são responsáveis pela verificação das atividades de cumprimento de requisitos.

Figura 6.2 - Relações do processo de certificação de tipo aeronáutica e do processo do SEQ, no desenvolvimento do projeto.

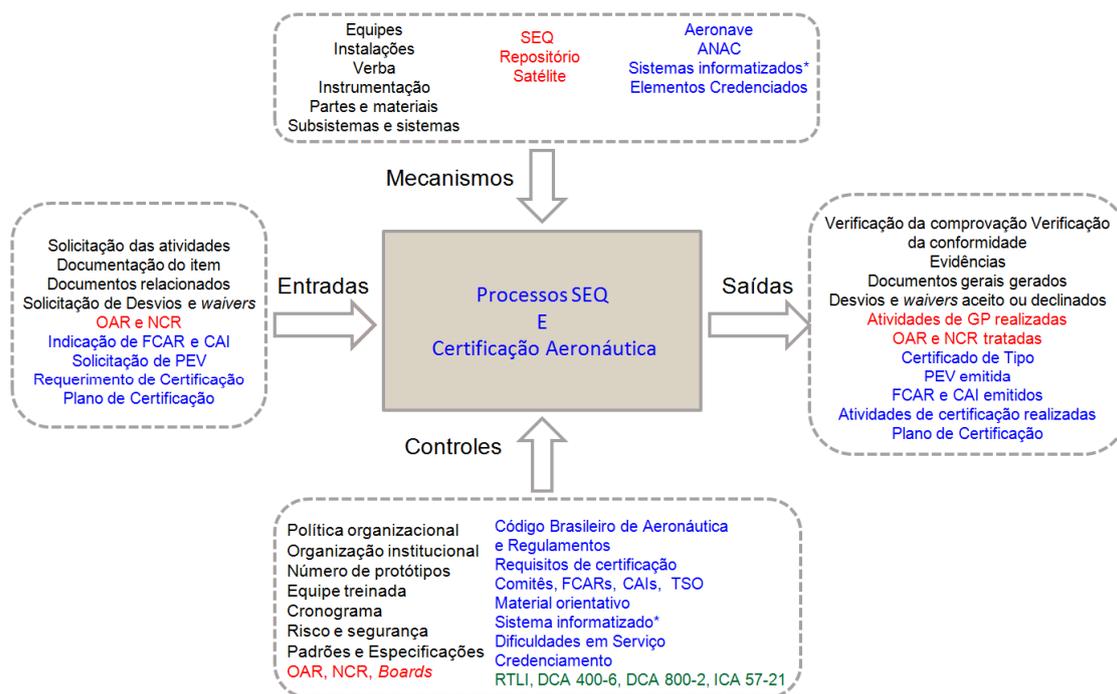


Legenda: as linhas contínuas representam os relacionamentos entre grupos dos processos; e as linhas tracejadas são externas aos grupos de processos.

Fonte: adaptada de PMBOK 5º ed., PMI (2013).

Já a Figura 6.3 apresenta, de maneira simplificada, a comparação entre os diagramas IDEF 0 dos processos SEQ, ANAC e IFI, vistos nos Capítulos 4 e 5, ilustrando algumas entradas, saídas, controles e mecanismos. Essa figura mostra também os atributos que são semelhantes e também evidencia suas diferenças.

Figura 6.3 - Comparação entre o modelo dos processo de certificação de tipo aeronáutica e dos processos do SEQ, no desenvolvimento do projeto.



Legenda: letras na cor preta ilustram os atributos comuns aos dois processos; letras na cor vermelha ilustram atributos referentes apenas ao SEQ; letras na cor azul ilustram atributos referentes ao processo de certificação aeronáutica (ANAC e IFI); e letras na cor verde ilustram atributos apenas do processo militar (IFI). E ainda, o asterísco evidencia pequenas diferenças nos dois processos, mas o atributo existe nos processos comparados.

Fonte: autora.

### **6.2.1. Semelhanças entre os processos do SEQ e certificação aeronáutica brasileira**

A Tabela 6.1 ilustra o método de comparação entre os atributos dos processos adotados tanto pelo SEQ, referente às atividades de garantia do produto, quanto pela certificação de tipo aeronáutica, sumarizada, detalhados nos Capítulos 4 e 5.

Após análise dos Capítulos 4 e 5 é possível traçar um paralelo entre os dois processos e identificar semelhanças com relação aos produtos; objetivos; fatores relevantes para as atividades; controles; entradas e saídas; mecanismos; fases dos processos; e atividades.

As semelhanças iniciam nas características ambientais, vistas no item 6.1, sendo que ambos os tipos de projetos (espacial e aeronáutico) possuem grandes variações de temperaturas e pressão. Além disso, nos projetos acompanhados pelo SEQ, ANAC e IFI, existe grande preocupação com sua confiabilidade.

Quanto aos fatores relevantes semelhantes para a condução dos dois processos, pode-se citar: gerenciamento do controle de configuração da documentação, rastreabilidade e configuração de *baseline*, vistos nos itens 4.2.3.2, 4.2.3.4 e 4.2.3.5.

Já os objetivos comuns dos processos consistem em: assegurar o cumprimento dos objetivos do projeto; visar produtos seguros, funcionais e confiáveis; e atuar na prevenção dos riscos técnicos, dentro das limitações do projeto, vistos nos itens 4.1, 4.4.2.1 e 5.1.

Ainda, alguns controles comuns aos processo são: especificações , planos, requisitos, procedimentos, padrões, desvios, *waivers*, cronograma; equipe treinada e especializada, de acordo com os itens 4.3 e 5.5.

Já as entradas comuns aos processos são: solicitação para a execução da atividade, propostas de planos e propostas de procedimentos, apresentadas nos itens 4.5 e 5.7.

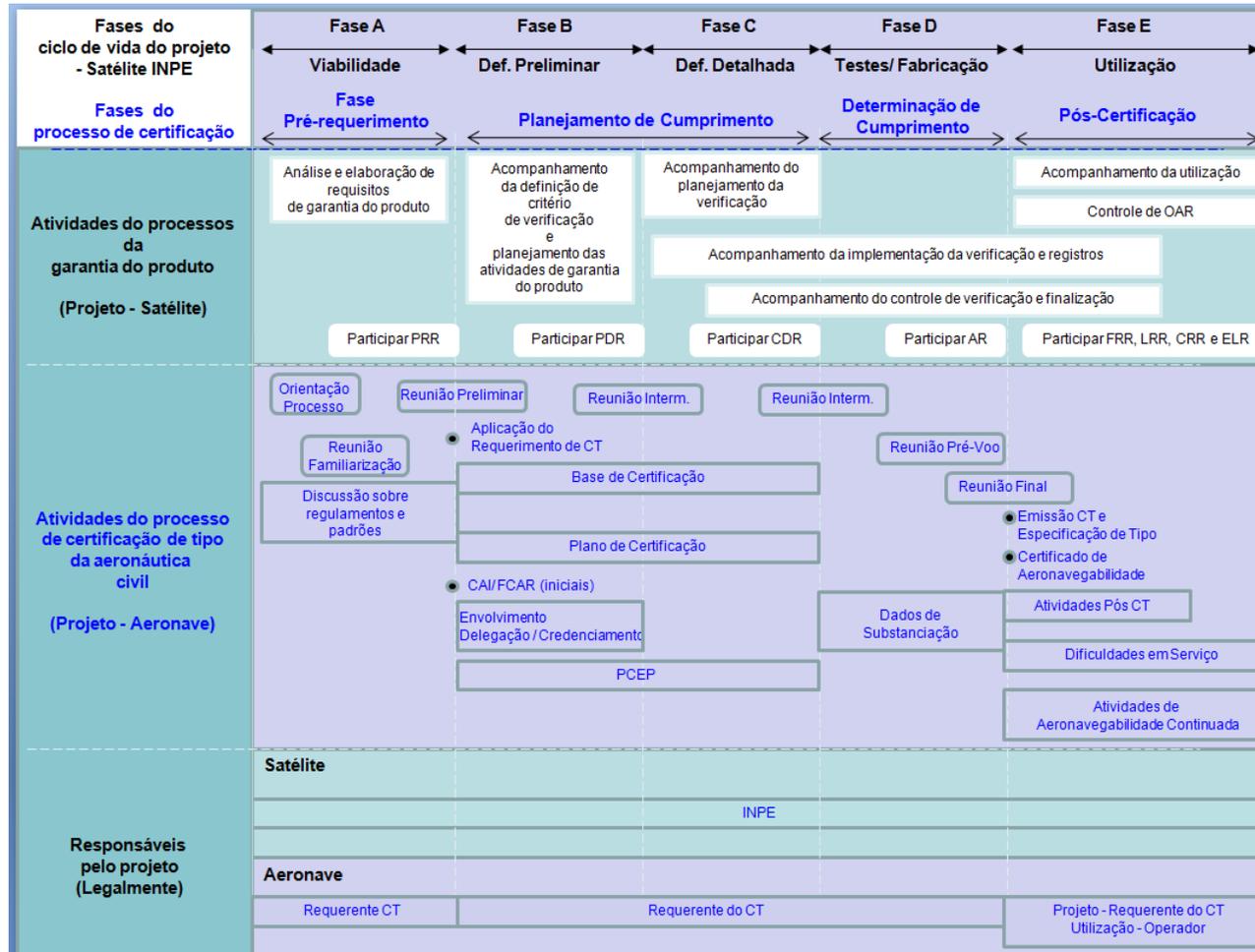
Outro ponto comum são alguns mecanismos dos processos, que são: partes, componentes, equipamentos, subsistemas, sistemas, equipe, infraestrutura e instrumentação, apresentadas nos itens 4.4 e 5.6.

Na Figura 6.4 são ilustradas as fases e atividades desempenhadas pelo SEQ (durante o ciclo de vida do produto espacial); ela também ilustra as fases e principais marcos do processo de certificação de tipo, baseados no processo ANAC. Fica evidente, que o objetivo em cada fases é comum nos dois processos, objetivo esse, que leva em consideração a preocupação das organizações em cada fase, de acordo com os itens 4.2.1, 4.2.2.1 e 5.2.4.1.

Podem ser citadas ainda, as atividades comuns aos dois processos (SEQ e certificação aeronáutica): elaboração de guias; estudo de padrões; verificação da conformidade do produto; participações em revisões técnicas; participação em reuniões técnicas e de gerenciamento; avaliação de documentos; elaboração de relatórios e registros; elaboração de documentos internos; elaboração de requisitos; auditorias; e testemunho de ensaios, vistos nos itens 4.2.2.2 e 5.7.

Além disso, o SEQ e IFI apresentam semelhanças relevantes, quanto a: pertencerem à mesma instituição patrocinadora e cliente dos projetos que acompanham; e, somando-se a isso, os requisitos de projeto e diretrizes de cumprimento são elaborados pelas instituições, as quais esses órgãos pertencem, de acordo com os itens 4.2.3.2 e 5.3 e Figuras 4.6, 4.7, 5.5 e 5.6.

Figura 6.4 - Comparação entre as fases do processo de certificação de tipo ANAC e as fases do ciclo de vida dos processos do SEQ, no desenvolvimento do projeto.



Fonte: autora.

### **6.2.2. Diferenças entre os processos do SEQ e certificação aeronáutica brasileira**

Primeiramente, podem ser verificadas as diferenças entre os produtos, que são as seguintes: o produto espacial (satélite do INPE), não possui manutenção após o início de sua operação, enquanto no caso de uma aeronave, a manutenção é uma prática mandatória sob constantes fiscalizações. O satélite, por vezes, utiliza de experimentação de novas tecnologias, já nas aeronaves são exigidas tecnologias consolidadas, cf. informações constantes no item 6.1.

Já a fabricação de satélites no INPE tem um caráter majoritariamente semi artesanal (fabricação dedicada a um único item), entretanto a fabricação de uma aeronave utiliza a produção em grande escala. Outra diferença é que o produto aeronave apresenta grande preocupação com a segurança (*safety*) e confiabilidade, visto que transporta vidas humanas. Porém, os satélites focam, prioritariamente, na confiabilidade, como apresentado nos itens 5.1, 4.2.1 e 6.1.

Outras diferenças a serem citadas, essas referentes aos fatores relevantes dos processos são: na área aeronáutica, exige-se o estabelecimento claro do nível de envolvimento (entre o órgão certificador e o requerente) e a utilização de credenciamento de pessoa física e jurídica. Já no processo do SEQ existe a exigência de garantir o atendimento ao contrato de fornecimento, cf. informações constantes nos itens 4.1 e 5.2.

Os objetivos comuns entre os processos do SEQ e do IFI são: assegurar o cumprimento dos objetivos da missão; realizar avaliações; e atuar no controle dos riscos técnicos, dentro das limitações do projeto, de acordo com os itens 4.1, 4.4.2.1, 5.1, 5.2.3 e 5.2.4.

Os objetivos comuns entre os processos da ANAC e do IFI são: garantir que o projeto demonstre concordância com as exigências aplicáveis; e demonstre que o produto não apresenta nenhum aspecto ou característica insegura, quando operado dentro das limitações. Somando-se a isso, as aeronaves

devem satisfazer aos requisitos de aeronavegabilidade de uma determinada categoria, cf. informações apresentadas nos itens 4.1, 4.4.2.1, 5.1, 5.2.3 e 5.2.4.

Os objetivos apenas do processos SEQ são: prestar apoio ao gerenciamento de risco do projeto; e assegurar a identificação adequada, de acordo com os itens 4.1 e 4.4.2.1.

Os controles constantes apenas no processo SEQ são: tratamento de RNCs (MRBs), OARs e controle de itens de ação; e gerenciamento de software para gestão do ciclo de vida dos produtos. Este é utilizado para o gerenciamento da documentação, cf. informações vistas no item 5.5.

Os controles constantes apenas nos processos ANAC e IFI são: credenciamento; acordo de cooperação e nível de envolvimento; FCARs/ CAIs; aeronavegabilidade continuada; realização de auditorias; tratamento de dificuldades em serviço; e controle da qualidade do processo de normatização. Além disso, os controles apenas do processo ANAC são: realização de auditorias internas e externas; documentação disponível via Internet; emissão de indicadores de desempenho; automatização de informações; e disponibilização de material orientativo e listas de verificação, cf. informações apresentadas no item 5.5.

As entradas exclusivas do processo SEQ são: procedimentos de aceitação de produto final; WBS; geração dos formatos e códigos para programa, cf. informações vistas no item 4.5.

Já as entradas exclusivas dos processos ANAC e IFI são: Plano de Certificação; matriz de comprovação; indicação de FCARs e CAIs; requerimento para abertura de processos; informações para acordo de cooperação, nível de envolvimento e credenciamento; solicitação de CAVE; solicitação de inspeção; instruções de aeronavegabilidade continuada, Manual

de Reparos Estruturais, Manual de Voo e MMEL, cf. informações apresentadas no item 5.7.

Algumas exigências constantes apenas no processo SEQ são: documentos de referência do contrato, Regulamento Técnico da Segurança para Carga Útil (AEB) e algumas características da carga útil dependem da autoridade de lançamento, cf. informações vistas no item 4.3.

Algumas exigências constantes apenas no processo ANAC e IFI são: vindas de convenções internacionais; acordos da ICAO; e Código Brasileiro de Aeronáutica, cf. informações apresentadas no item 5.5.6.

A exigência constante apenas no processo ANAC é a utilização completa dos RBAC, cf. informações vistas no item 5.5.6.

Uma exigência constante apenas no processo IFI é atender aos documentos: DCA 400-6; DCA 800-2; ICA 51-21; e RTLI, cf. informações apresentadas nos itens 5.3 e 5.5.6.

As atividades apenas existentes no processo SEQ são: participações em revisões contratuais, apoio à áreas do INPE e elaboração de planos para os programas da ETE, cf. informações vistas nos itens 4.1 e 4.2.

As atividades apenas existentes nos processos ANAC e IFI são: orientação sobre o processo de certificação; informação inicial ao requerente; análise inicial do projeto; controle de itens relevantes (FCAR e CAI); aprovação da base de certificação; análise do Plano de Certificação do Requerente; organização, planejamento do nível de envolvimento da autoridade; elaboração do Plano de Certificação da autoridade; emissão do certificado de autorização de vôo experimental; aprovação da propostas de ensaios; análise dos ensaios em vôo do requerente; aprovação do plano de ensaios em vôo de certificação; emissão da autorização de inspeção de tipo; ensaios em vôo de funcionamento e confiabilidade; instruções para aeronavegabilidade continuada; avaliações

operacionais; emissão do Certificado de Tipo e Especificações de Tipo, cf. informações vistas no item 5.7.

Tabela 6.1 - Comparação entre o processo de certificação de tipo da aeronáutica civil brasileira e o processo do SEQ.

Atributo de Comparação	Processo da garantia do produto realizado pelo SEQ	Processo de Certificação de Tipo da Aeronáutica Civil - ANAC
<b>Área de atuação e Projeto</b>	Espacial - satélite	Aeronáutica - <b>aeronave</b> , motor e hélice
<b>Resumo das características gerais do projeto</b>	O projeto apresenta grande preocupação com a confiabilidade, visto que sua manutenção após início de operação é inviável. Também utiliza de experimentação de novas tecnologias. Sua fabricação tem caráter semi artesanal. Como características ambientais, possui variações acentuadas de temperaturas, pressão e operação no vácuo. Apresenta grandes cargas no lançamento.	O projeto apresenta grande preocupação com a segurança ( <i>safety</i> ) e confiabilidade, utiliza tecnologias consolidadas, visto que transporta vidas humanas. Sua manutenção é prática exigida e possui constantes fiscalizações. Sua fabricação é realizada em grande escala. Como características ambientais, apresenta grande variações de temperatura e pressão e exposição à cargas aerodinâmicas.
<b>Fatores relevantes para as atividades desempenhadas</b>	Alguns fatores relevantes para o processo são: gerenciamento do controle da documentação, rastreabilidade do projeto, configuração de <i>baseline</i> ; e garantir o atendimento ao contrato de fornecimento.	Alguns fatores relevantes para o processo são: gerenciamento do controle da documentação de certificação; rastreabilidade; estabelecimento do nível de envolvimento; credenciamento de pessoa física e jurídica; configuração de <i>baseline</i> , garantir o atendimento às exigências de projeto e atestar que as exigências para a produção foram atendidas.
<b>Objetivo do processo</b>	O objetivo do processo consiste em assegurar o cumprimento dos objetivos da missão, visando produtos seguros, funcionais e confiáveis; apoio ao gerenciamento de risco do projeto; assegurar a identificação adequada; realizar avaliações; atuar na prevenção e controle dos riscos técnicos dentro das limitações do projeto e atestar que as exigências para fabricação foram atendidas.	O objetivo do processo consiste em o <b>produto</b> demonstrar concordância com as exigências aplicáveis; demonstrar que o <b>projeto</b> não apresenta nenhum aspecto ou característica insegura quando operado dentro das limitações estabelecidas para o uso pretendido. Para aeronaves, essas devem satisfazer aos requisitos de aeronavegabilidade de uma determinada categoria.

(Continua)

Tabela 6.1 - Continuação

Atributo de Comparação	Processo da garantia do produto realizado pelo SEQ	Processo de Certificação de Tipo da Aeronáutica Civil - ANAC
<b>Controle</b>	<p>Seguem alguns controles que apresentam grande relevância para o processo:</p> <p><u>Documentos:</u> políticas da organização; Controle de MRBs RNCs; OARs; controle de itens de ação; software para gestão do ciclo de vida dos produtos, utilização de repositório.</p> <p>Especificação ambiental; especificação técnica do projeto e construção do satélite; planos de teste, requisitos da garantia do produto para o programa, procedimentos de aceitação de produto final; formato e código da documentação, padrões; desvios e <i>waivers</i>.</p> <p><u>Gerais:</u> cronograma; alguns casos específicos de equipes certificada em normas espaciais.</p>	<p>Seguem alguns controles que apresentam grande relevância para o processo:</p> <p><u>Documentos:</u> políticas da organização; especificação e descrição da aeronave; limitações ; dados de desempenho; Certificado de Organização de Produção – COP; base de certificação, meios de cumprimento com os requisitos de certificação; FCARs e CAIs; acordo de cooperação e nível de envolvimento, credenciamento, critérios de projeto, métodos; procedimentos; disponibilização de documentação na Internet; indicadores de desempenho; automatização de informações; controle da qualidade do processo de normatização; dificuldades em serviço e aeronavegabilidade continuada; auditorias internas e fichas padronizadas; material orientativo; e lista de verificação.</p> <p><u>Gerais:</u> cronograma; especialistas em certificação; equipes treinadas; equipes credenciadas; e plano de treinamento.</p>
<b>Entradas do processo</b>	<p>Seguem algumas entradas que apresentam grande relevância para o processo:</p> <p><u>Apoio na elaboração de documentos</u> Especificações; Plano de Verificação; planos de teste, procedimentos de aceitação de produto final; WBS; documento do formato e código do programa.</p> <p><u>Gerais</u> solicitação para a execução da atividade; pedido desvios; registro de NCs;OARs; pedido de modificação de documentação configurada e pedido de <i>waivers</i>.</p>	<p>Seguem algumas entradas que apresentam grande relevância para o processo:</p> <p><u>Apoio na elaboração de documentos</u> Plano de Certificação; matriz de comprovação; indicação de FCARs e CAIs; e proposta e plano de ensaio.</p> <p><u>Gerais</u> requerimento para abertura de processo; informações para acordo de cooperação, nível de envolvimento e credenciamento; solicitação de CAVE; solicitação de testemunho de ensaio; solicitação de inspeção; instruções de aeronavegabilidade continuada, Manual de Reparos Estruturais, Manual de Voo e MMEL (<i>Master Minimum Equipment List</i>).</p>

(Continua)

Tabela 6.1 - Continuação

Atributo de Comparação	Processo da garantia do produto realizado pelo SEQ	Processo de Certificação de Tipo da Aeronáutica Civil - ANAC
<b>Exigências do processo</b>	Seguem algumas exigências que apresentam grande relevância para o processo: documentos de referência do contrato. Para o caso de lançamento no Brasil deve seguir o Regulamento Técnico da Segurança para Carga Útil (AEB).	Seguem algumas exigências que apresentam grande relevância para o processo: Convenções internacionais; Acordos da ICAO; Código Brasileiro de Aeronáutica; e RBAC. Para a Certificação de Tipo o RBAC 21 apresenta grande importância.
<b>Mecanismos gerais utilizados no Processo</b>	Seguem alguns mecanismos que apresentam grande relevância para o processo: Partes, componentes, equipamentos, subsistemas, sistemas, satélite, equipe, infraestrutura e instrumentação.	Seguem alguns mecanismos que apresentam grande relevância para o processo: Partes, componentes, equipamentos, subsistemas, sistemas, aeronave, equipe, infraestrutura e instrumentação.
<b>Mecanismos (recursos)</b>	Segue o recurso humano e organizacional responsável pelo processo: o Serviço de Engenharia da Qualidade (SEQ) é uma das áreas da Coordenação de Engenharia e Tecnologia Espaciais (ETE). O SEQ é caracterizado como organismo de segunda parte para verificação das exigências dos satélites do INPE.	Segue o recurso humano e organizacional responsável pelo processo: Agência reguladora federal; autarquia independente. A ANAC é caracterizado como organismo de terceira parte para a verificação das exigências de segurança para as aeronaves que sobrevoam o território brasileiro.
<b>Fases do processo</b>	As fases do <b>projeto espacial</b> são: concepção; viabilidade; definição preliminar; definição detalhada, testes e fabricação; utilização; e descarte. As fases do <b>processo do SEQ</b> são: formalização da solicitação; planejamento; execução e registro.	As fases do processo de certificação de tipo da ANAC, são: Pré-requerimento, planejamento, determinação de cumprimento de requisito e pós-certificação

(Continua)

Tabela 6.1 - Continuação

Atributo de Comparação	Processo da garantia do produto realizado pelo SEQ	Processo de Certificação de Tipo da Aeronáutica Civil - ANAC
<b>Atividades</b>	<p>Seguem algumas atividades que apresentam grande relevância para o processo:</p> <p>elaboração de guias; estudo de padrões ; verificação da conformidade do produto ; participações em revisões técnicas e contratuais ; participação em reuniões técnicas e de gerenciamento; avaliação de documentos; elaboração de relatórios e registros ; apoio à áreas do INPE ; elaboração de documentos internos do SEQ ; elaboração de requisitos da garantia do produto e demais grupos ; elaboração de planos para os programas da ETE; auditorias; elaborar o Plano da Garantia do Produto; participar das descrições de trabalho; apoio na definição de requisitos para a aquisição e uso de componentes, partes e materiais; definição dos requisitos de confiabilidade; definição de requisitos de controle de configuração e participação na elaboração de alguns documentos (Plano de Desenvolvimento e Testes, Requisitos de Projeto e Fabricação e Requisitos dos Testes Ambientais).</p>	<p>Seguem algumas atividades que apresentam grande relevância para o processo:</p> <p>orientação sobre o processo de certificação; informação inicial ao requerente; análise de suficiência de dados para comprovação de exigências; análise inicial do projeto; controle de itens relevantes (FCAR e CAI); aprovação da base de certificação; análise do Plano de Certificação do Requerente; organização, planejamento do nível de envolvimento da autoridade; elaboração do Plano de Certificação da autoridade; testemunho de ensaio do requerente; emissão do certificado de autorização de vôo experimental; análise e aprovação da propostas de ensaios; realização da inspeções de conformidade; realização de inspeção de engenharia; análise dos ensaios em vôo do requerente; análise do processo de gerenciamento de risco; aprovação do plano de ensaios em vôo de certificação; emissão da autorização de inspeção de tipo; ensaios em vôo de funcionamento e confiabilidade; instruções para aeronavegabilidade continuada; avaliações operacionais; emissão do Certificado de Tipo e Especificações de Tipo.</p>

(Continua)

Tabela 6.1 - Conclusão

Atributo de Comparação	Processo da garantia do produto realizado pelo SEQ	Processo de Certificação de Tipo da Aeronáutica Civil - ANAC
<b>Saídas</b>	<p>Seguem algumas saídas que apresentam grande relevância para o processo:</p> <p>Inspeções e relatórios de inspeções; planos da garantia do produto e dos demais grupos; procedimentos; registros de não-conformidade; não-conformidade tratada; modificações de engenharia (<i>Engineering Change Requests – ECRs</i>); atas; formulários e <i>checklists</i>; relatórios de atividade da garantia da qualidade; acompanhamento e relatórios de acompanhamento; requisitos da garantia do produto; manuais; instruções de fabricação; e fluxogramas das atividades desempenhadas.</p>	<p>Seguem algumas saídas que apresentam grande relevância para o processo:</p> <p>PCR aprovado ou PCA; aceitação ou emissão do Certificado de Organização de Produção – COP; base de certificação discutida, meios de cumprimento com os requisitos de certificação; emissão de FCARs e CAIs; emissão de acordo de cooperação e nível de envolvimento (Reunião Preliminar); proposta de ensaios aprovadas, emissão de CAVE, testemunho de ensaio, realização de inspeções, aprovação do Plano de Ensaio em Voo, aprovação das instruções de aeronavegabilidade continuada, aprovação do Manual de Reparos Estruturais, aprovação do Manual de Voo e MMEL.</p>

(Conclusão)



## **7 PROPOSTAS DE APERFEIÇOAMENTO DO PROCESSO SEQ**

### **7.1. Sugestões propostas**

Depois de analisar e fazer a comparação entre o processo realizado pelo SEQ/ETE/INPE focado na garantia do produto, detalhado no Capítulo 4 e o processo de certificação de tipo da aviação civil, detalhado no Capítulo 5, pode-se fazer recomendações baseadas nas diferenças que foram encontradas no Capítulo 6, recomendações essas, apresentadas para a área espacial, como forma de aprimorar o processo existente.

As propostas classificadas como inovadoras foram exploradas com maior grau de profundidade, pois essas não são inseridas formalmente e padronizadamente na instituição espacial. As demais propostas visam seguir o controle da qualidade por meio de melhoria contínua do processo e prevenção, ao invés de inspeção, baseadas em PMBOK 5<sup>o</sup> ed., PMI (2013).

Para tanto, sugere-se a inserção das práticas, constantes na Figura 7.1, realizadas na certificação aeronáutica civil (ANAC), práticas já adaptadas nesta seção para o processo espacial.

Figura 7.1 - Propostas de aperfeiçoamento do processo SEQ.

<p><b>Melhoria contínua e prevenção ao invés de inspeção</b></p> <p>(1) Orientação do processo do SEQ;</p> <p>(2) <i>Briefing</i> de familiarização;</p> <p>(3) Reuniões específicas;</p> <p>(4) Formação do comitê da garantia do produto (CGP);</p> <p>(6) Plano de qualificação de projeto;</p> <p>(8) Utilização de FCAR para registrar assuntos importantes;</p> <p>(10) Modificação da estrutura organizacional que envolve o SEQ;</p>	<p><b>Melhoria contínua</b></p> <p>(11) Reciclagem e treinamento periódico de pessoal, como o adotado na certificação.</p> <p>(12) Utilização maciça de ferramentas automatizadas;</p> <p>(13) Atuar na contratação de mão de obra;</p> <p>(14) Padronização das atividades; e</p> <p>(15) Inserção de indicadores.</p>
<p><b>Inovadoras</b></p> <p>(5) Estratégia de Harmonização de Meio de Cumprimento (MoC).</p> <p>(7) Filosofia de credenciamento de pessoa jurídica, tal como <i>EASA Design Organization Approval</i>;</p> <p>(9) Utilização da filosofia de Dificuldades em Serviço, visando realimentar os dados de confiabilidade dos satélites;</p>	

Legenda: classificação de melhoria contínua e prevenção baseada em PMI (2003); e classificação de inovadoras baseada em práticas não inseridas formalmente e padronizadamente na instituição.

Fonte: autora.

## 7.2. Descrição das propostas de aperfeiçoamento

Segue a descrição das propostas de aperfeiçoamento apresentadas.

### 7.2.1. Proposta 1 - Orientação do Processo SEQ focado na garantia do produto

Conforme apresentado nos itens 5.2.4.1 e 5.7.1.1, essa atividade é estabelecida no início do processo. Neste caso, se concentra em fazer um entendimento entre o SEQ e as contratadas dos produtos espaciais (sistemas, subsistemas componentes e de insumos).

Este evento será importante para apresentar todas as necessidades que ocorrerão durante o ciclo de vida do produto e também expor as responsabilidades de cada um.

Tabela 7.1 - Detalhamento da proposta 1.

<b>Proposta</b>	<b>Num</b>	1
	<b>Sugestão</b>	Orientação do Processo da GP adotado para as atividades do SEQ, atividades essas que serão conduzidas durante todo o desenvolvimento do produto espacial.
<b>Fatores importantes</b>	<b>Limitações</b>	Ocorrer antes do início das atividades do projeto.
	<b>Pontos positivos</b>	Esclarecer dúvidas entre SEQ e contratada; gera um produto com maior nível de qualidade, devido a atuar no entendimento entre as partes.
	<b>Pontos negativos</b>	Emprego de horas na atividade e requer que o SEQ realize a organização do evento.

Fonte: autora.

### 7.2.2. Proposta 2 - *Briefing* (Reunião) de Familiarização

Conforme apresentado nos itens 5.2.4.1 e 5.7.1.3, essa atividade acontece tão logo ocorra a "Orientação do Processo do SEQ" (proposta 1). Esse *briefing*

destina-se a familiarizar o SEQ com a solução de projeto proposta. Além das características de projeto, este *briefing* também deve esclarecer a operação pretendida, apresentar outros subcontratados envolvidos, bem como suas relações comuns, mostrar confiabilidade em equipamentos aprovados e apresentar o cronograma do projeto. Esse evento centra-se na orientação de esforços do SEQ durante todo o desenvolvimento do produto.

Tabela 7.2 - Detalhamento da Proposta 2.

<b>Proposta</b>	<b>Num</b>	2
	<b>Sugestão</b>	Um Briefing de Familiarização.
<b>Fatores Importantes</b>	<b>Limitações</b>	Ocorrer antes do início das atividades do projeto e após a etapa de Orientação do Processo.
	<b>Pontos Positivos</b>	Esclarecer dúvidas entre SEQ e contratada; gera um produto com maior nível de qualidade, devido a atuar no entendimento entre as partes.
	<b>Pontos Negativos</b>	Emprego de horas na atividade e requer que o SEQ realize a organização do evento.

Fonte: autora.

### 7.2.3. Proposta 3 - Reuniões do Comitê (*Board*) de Garantia do Produto (RCGP)

Adaptada das reuniões citadas no item 5.7.2.1, essas reuniões são semelhantes às "Reuniões do Comitê de Certificação de Tipo" (Reunião Preliminar, Reunião Intermediária, Reunião Pré-Voo e Reunião Final) do setor aeronáutico.

No processo de certificação aeronáutica são adotadas reuniões formais, sendo: preliminar, intermediária, pré-voo e final. O objetivo dessas reuniões é acompanhar o processo de certificação, conduzido em paralelo ao desenvolvimento da aeronave ou produto.

A ideia neste caso é incluir duas RCGPs para cada revisão de projeto. A primeira reunião diz respeito à preparação das atividades do SEQ realizada pela contratada, devendo esse mostrar como as atividades da revisão serão conduzidas. Já a segunda reunião será para verificar a documentação e a conformidade do produto.

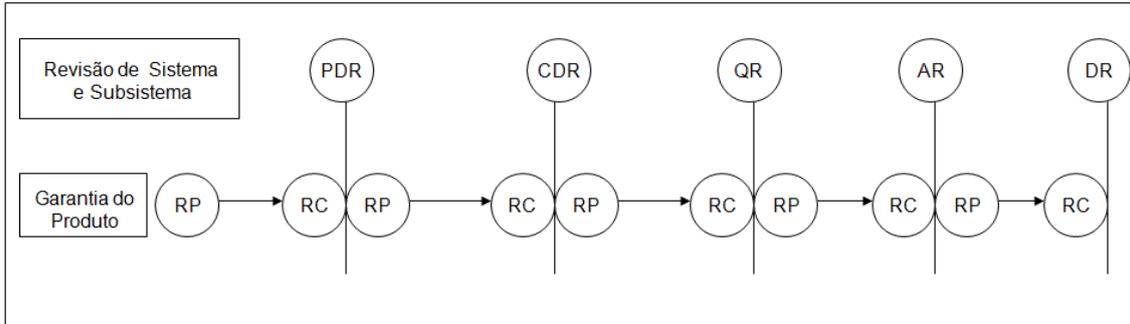
#### **7.2.3.1. Reunião de Prontidão da Garantia do Produto (RPGP)**

Essa reunião deve ser liderada pela contratada e deve ocorrer imediatamente antes do início das respectivas atividades de uma Revisão de Projeto (*Design Review*), tanto para o nível de sistema, quanto para o nível de subsistema. A finalidade dessa reunião é mostrar a programação, os recursos necessários, os planos, os testes pretendidos, os documentos de registro, as simulações a serem realizadas, os responsáveis, os meios técnicos, etc. Seu objetivo também é familiarizar a equipe do SEQ, que ficará responsável por verificar todo o processo, possibilitando a correta alocação de recursos, arranjo de grupos de trabalho e preparação das partes interessadas.

#### **7.2.3.2. Reunião de Conformidade da Garantia do Produto (RCGP)**

Também conduzida pela contratada, esta reunião deve ocorrer imediatamente antes da respectiva Revisão de Projeto (*Design Review*), sendo uma oportunidade para o fabricante compartilhar os problemas, experiências, as não-conformidades encontradas, as informações registradas e a documentação associada. A equipe de Garantia do Produto então verifica a conformidade do produto e da documentação e então dá autorização para o item seguir para a revisão formal. A Figura 7.2 ilustra o momento em que ocorrem essas reuniões.

Figura 7.2 - Reuniões propostas.



Legenda: RP - Reunião de Prontidão; RC - Reunião de Conformidade.

Fonte: autora.

Tabela 7.3 - Detalhamento da proposta 3.

<b>Proposta</b>	<b>Num</b>	3
	<b>Sugestão</b>	Reuniões Específicas (reuniões com o comitê de Garantia do Produto).
<b>Fatores Importantes</b>	<b>Limitações</b>	Deve ocorrer logo antes do início e logo após a finalização das atividades da revisão.
	<b>Pontos Positivos</b>	Esclarecimento de informações entre SEQ e contratada; propicia ao SEQ verificar eficazmente as atividades realizadas e a documentação envolvida; gera um produto com um maior nível de qualidade.
	<b>Pontos Negativos</b>	Emprego de horas na atividade e requer que a empresa faça a organização do evento.

Fonte: autora.

#### 7.2.4. Proposta 4 - Comitê da Garantia do Produto

Adaptado do Comitê Técnico citado no item 5.5.11, sendo composto por especialistas em garantia de produto, com conhecimentos nas atividades da garantia de qualidade, regulamentação e profissionais de áreas específicas (software, propulsão, etc.). Esse Comitê consultivo é fixo para determinadas

áreas do conhecimento e atua em reuniões específicas de GP; decisões importantes dos processos; e esclarecimento gerais, etc.

Esse grupo de especialistas compõe um comitê consultivo com poderes de decisões sobre os processos do SEQ e revisão das atividades do SEQ, podendo atuar especificamente em alguns momentos do processo.

Isso garante que independentemente da experiência do profissional que executa a atividade sempre haverá uma verificação interna para garantir sua completude e qualidade.

Tabela 7.4 - Detalhamento da proposta 4.

<b>Proposta</b>	<b>Num</b>	4
	<b>Sugestão</b>	Formação do Comitê da Garantia do Produto (CGP).
<b>Fatores Importantes</b>	<b>Limitações</b>	Deve ser formado por profissionais experientes.
	<b>Pontos Positivos</b>	O estabelecimento dos Comitês contribui para responder com maior prontidão a questões solicitadas e supervisionar as atividades executadas.
	<b>Pontos Negativos</b>	Poucos profissionais disponíveis.

Fonte: autora.

#### **7.2.5. Proposta 5 - A Estratégia de Harmonização de Meios de Cumprimento (MoC)**

Método que consiste no alinhamento das expectativas das partes interessadas, por meio de uma sequência de atividades divididas em fases, podendo ser inserido como um evento contratual.

Foi originado como item do Plano de Certificação, item 5.4.1.

Método esse utilizado na área aeronáutica e que foi adaptado pela autora. Promove o entendimento comum dos requisitos.

Esse evento envolve, no caso do INPE, empresas contratadas, especialistas técnicos do cliente, garantia do produto do cliente, gerentes do programa, operadores e usuários finais do produto.

Por exemplo, no satélite CBERS, os operadores são os profissionais responsáveis pela operação do satélite e os usuários finais são os responsáveis pela observação da Terra.

Tal harmonização evita possíveis mal-entendidos sobre os requisitos, os seus meios de cumprimento e também quanto aos prazos. Além disso, promove a reformulação de requisitos logo no início do projeto, atuando na prevenção ao invés de inspeção.

Entretanto, no caso de um novo projeto, esse evento influencia no contrato, pois pode gerar modificações nos requisitos, acarretando impacto financeiro. No caso específico de organizações públicas, o exercício dos requisitos é imprescindível se realizado anteriormente à fase de licitação. Também cabe ressaltar que não poderá haver impacto no orçamento do projeto contratado pois, no caso de instituições públicas, os custos dos projetos são fixos após a etapa de licitação.

Essa proposta pode também ser utilizada para novos trabalhos do SEQ que envolvem modificações de hardware ou software e, ainda, para a implantação de algumas políticas da qualidade dentro da instituição.

A experiência da autora em certificação aeronáutica e em atividades de garantia de produto espacial indica que os elementos relevantes mínimos para compor a estratégia de harmonização de MoC são os seguintes:

**Fase 1 - necessidades:**

(A) Números dos requisitos do cliente;

(B) Números dos requisitos da contratada ou dos fornecedores;

(C) Descrição completa das necessidades;

(D) Ponto focal do cliente;

(E) Tecnologias/ disciplinas envolvidas (de acordo com as áreas do projeto de Engenharia de Sistemas);

(F) Ponto focal da contratada ou do fornecedor;

**Fase 2 - especificação de requisitos:**

(G) Descrição completa do requisito do contrato;

**Fase 3 - proposta da contratada ou fornecedor:**

(H) Entendimento completo da contratada ou do fornecedor quanto ao requisito;

(I) Proposta de MoC da contratada ou do fornecedor, como será alcançado o cumprimento (estratégia) e recursos necessários;

J) Cronograma proposto pela contratada ou pelo fornecedor;

**Fase 4 - aprovação do cliente:**

(K) Aprovação do cliente em todo o MoC e sua estratégia de comprovação, recursos necessários e cronograma proposto;

#### **Fase 5 - análise financeira:**

(L) Uma análise do impacto financeiro devido a uma modificação de requisito no caso de MoC, estratégia, recursos e/ou já acordado;

#### **Fase 6 - aceitação do cliente:**

(M) Aceitação do requisito por parte do cliente;

(N) Aceitação do gestor financeiro;

#### **Fase 7 - avaliação de requisitos:**

O) Avaliação dos requisitos.

Esses 15 elementos descritos acima podem levar semanas e, talvez, meses para serem trabalhados. No entanto, essa estratégia de harmonização visa aproximar as expectativas das contratadas (fornecedores) e dos clientes. Sua administração deve ser atribuída ao Gerente de Projeto e sua implementação pode ser delegada à equipe do SEQ, ficando a critério da instituição.

O envolvimento de todas as partes interessadas e a participação da garantia do produto - SEQ/ETE/INPE são essenciais, uma vez que o resultado dessa etapa é uma entrada para os processos de atividades subsequentes.

Também cabe ressaltar que a equipe de garantia do produto - SEQ/ETE/INPE ou o responsável pela atividade devem possuir um certo nível de independência institucional para desenvolver a proposta sugerida e suas fases, ilustradas na Figura 7.3.

Na Figura 7.3 os retângulos tracejados em vermelho ilustram as partes da proposta que não são realizadas padronizadamente e formalmente na instituição.

A parte interessada designada como "fornecedor" ilustrada na Figura 7.3 se refere à empresa contratada ou o fornecedor interno da instituição, parte que executa a atividade de solução de engenharia e fabricação do item.

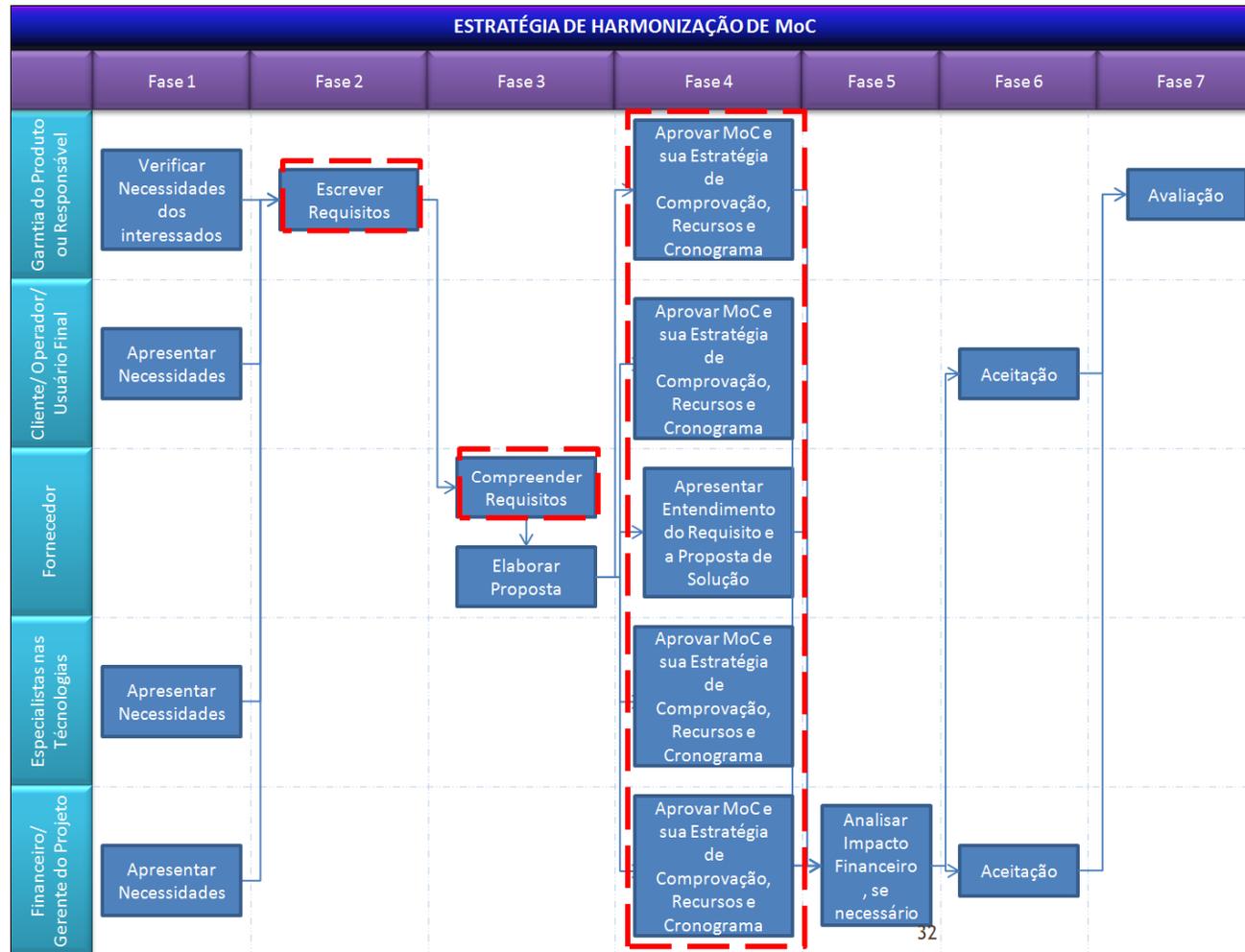
O Capítulo 8 relata um exemplo de aplicação da proposta aqui apresentada, e são apresentados todos os elementos elencados acima (em cada fase) e suas aplicações para um determinado requisito.

Tabela 7.5 - Detalhamento da proposta 5.

<b>Proposta</b>	<b>Num</b>	5
	<b>Sugestão</b>	Uma Estratégia de Harmonização de Meio de Cumprimento (MoC).
<b>Fatores Importantes</b>	<b>Limitações</b>	Envolvimento dos interessados.
	<b>Pontos Positivos</b>	Contribui para o entendimento entre cliente, empresa contratada (fornecedor) e interessados; contribui para produzir um produto mais próximo das expectativas do cliente; contribui para um maior atendimento da missão proposta.
	<b>Pontos Negativos</b>	Pode tomar meses de trabalho na atividade.

Fonte: autora.

Figura 7.3 - Fluxograma da Estratégia de Harmonização MoC.



Fonte: autora.

### **7.2.6. Proposta 6 - Plano de Qualificação (PQ)**

Adaptado do PCEP, item 5.4.3, é um documento que contém o acordo de cooperação das partes, a especificação técnica do projeto, a *baseline* de qualificação (verificação), FCAR (ou CAE) e a Lista de Verificação de Cumprimento (LVC). o Plano de Qualificação do Projeto é o documento que adiciona informações ao Plano de Verificação e Validação do Satélite já existente no Instituto (INPE) para os seus projetos de satélites. Esse Plano é elaborado pelo cliente e seguido pela empresa contratada (ou fornecedor), sendo um conjunto de informações atualizadas, necessárias para a qualificação do projeto, reunidas em um documento único.

O Plano de Qualificação é composto pelos Planos de Qualificação de Subsistemas contendo os requisitos dos subsistemas. Em ambos os casos, a especificação técnica deve ser uma descrição do projeto com suas características, funções pretendidas, limitações e objetivos.

A *baseline* de qualificação deve refletir o entendimento das partes interessadas sobre os regulamentos, normas e orientações aplicáveis, os quais serão transformados em requisitos e demonstrarão aderência ao projeto.

E, finalmente, a Matriz de Comprovação de Requisitos (MCR), a qual é uma matriz que deve listar, para cada exigência, pelo menos: (1) uma breve descrição do requisito; (2) MoC acordado; (3) plano, desenho ou relatório previstos ou elaborados; (5) datas previstas para os cumprimentos pretendidos; e (6) as regras e estratégias aplicáveis ao MoC planejado.

A MCR e as especificações podem ser tão grandes que devam ser referenciadas, em vez de estarem completas no Plano de Qualificação.

A *baseline* de Qualificação e a MCR podem sofrer algumas modificações durante a fase de definição de requisitos (do mesmo modo que acontece na certificação aeronáutica civil, ver Figura 5.1).

A quinta proposta deste trabalho, a Estratégia de Harmonização de Meios de Cumprimento (MoC) é, possivelmente, uma boa maneira de construir a Matriz de Comprovação de Requisitos, que é um dos documentos mais importantes que compõem o Plano de Qualificação.

Tabela 7.6 - Detalhamento da proposta 6.

Proposta	Num	6
	Sugestão	Um Plano de Qualificação do Projeto.
Fatores Importantes	Limitações	O documento deve ser constantemente atualizado.
	Pontos Positivos	Contribui para uma maior organização das informações e solicitações, a fim de apresentar de uma forma clara as necessidades e como essas serão atendidas.
	Pontos Negativos	Documento extenso, o qual requer horas de trabalho da equipe.

Fonte: autora.

### 7.2.7. Proposta 7 - Filosofia de DOA (*Design Organization Approval*) como utilizado pela EASA

No conceito DOA, há toda uma filosofia, que traz ao processo de desenvolvimento um alto nível de qualidade desde o seu início. A idéia é que a organização de projeto deve fazer as atividades de comprovação e verificação de cumprimento, em vez de ter a autoridade de aviação verificando, de perto, o cumprimento da base de certificação.

No entanto, a ANAC (como organismo certificador) decide o nível de envolvimento (sigla em inglês LoL) para cada assunto relativo a um processo de certificação, de acordo com as regras da DOA.

Baseado no item 5.5.1 (neste caso, credenciamento de pessoa jurídica), a proposta é implantar a filosofia DOA (da EASA) em uma Organização do Projeto Espacial do Brasil, no caso o INPE e estruturar todas as etapas com o organismo competente (IFI/DCTA, Organismo Certificador Espacial - OCE, brasileiro).

A implantação desta filosofia na área espacial ainda é inovadora não apenas no Brasil, mas no mundo. A utilização dessa filosofia é idéia da autora deste trabalho (em partes ou integralmente). Sendo o primeiro passo para uma nova atuação do INPE no cenário da qualidade dos produtos espaciais através do SEQ e em conjunto com o IFI/DCTA, podendo também, estruturar o processo de certificação de satélites no Brasil.

A filosofia, adaptada à área espacial, poderia receber o nome de "Space DOA (SDOA)"

A filosofia SDOA, certamente será a resposta futura para as seguintes preocupações:

- falta de mão-de-obra qualificada;
- aumento da demanda de trabalho;
- melhoria da qualidade dos produtos espaciais brasileiros;
- fortalecimento dos processos de desenvolvimento;
- avanço de tecnologias; e

- melhoria na confiabilidade.

Tabela 7.7 - Detalhamento da proposta 7.

<b>Proposta</b>	<b>Num</b>	7
	<b>Sugestão</b>	A filosofia de Garantia de Projeto de Sistemas utilizando o credenciamento de pessoa jurídica, tal como EASA Design Organization Approval, a ser implantada em uma organização brasileira de desenvolvimento de projetos espaciais.
<b>Fatores Importantes</b>	<b>Limitações</b>	A adoção da filosofia DOA necessita de um apoio externo ao INPE. Nesse caso, o apoio teria que vir do IFI/DCTA.
	<b>Pontos Positivos</b>	Elevará o nível de qualidade da instituição aos níveis praticados internacionalmente pela melhores indústrias do mercado aeronáutico; padronizará as atividades da GP/SEQ; orientará toda a equipe na condução das suas atividades; dará ao SEQ mais independência e autonomia na execução de suas atividades; tornará o processo seguido pelo SEQ mais próximo dos realizados pela certificação aeronáutica; atuando na falta de mão de obra qualificada e resolvendo problemas como a alta demanda.
	<b>Pontos Negativos</b>	Pode tomar anos de trabalho empregado na atividade de implantação e início de utilização; precisará do envolvimento do DCTA para realizar a orientação da atividade.

Fonte: autora.

### 7.2.8. Proposta 8 - utilização de FCAR para registrar assuntos importantes

De acordo com item 5.5.9, Apêndice F (Figuras F.1 e F.2), a Ficha de Controle Assuntos Relevantes é uma ferramenta útil para manter uma abordagem imparcial e uniforme entre a organização certificadora e o requerente. As fichas constituem uma referência importante para os programas futuros e para o desenvolvimento de mudanças regulatórias, sendo essas fichas fontes classificadas de consulta, uma vez que descrevem decisões técnicas significativas ou ajustes precedentes.

A proposta é utilizar a ferramenta FCAR como um meio de registrar informações importantes dos projetos. Tais informações poderão ser utilizadas futuramente, mantendo um histórico eficaz.

A aplicação dessa ferramenta seria direcionada ao SEQ, 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-conformidade. Entretanto, seria de grande valia se fossem oficialmente registrados, mantendo seu histórico e discussões.

Tabela 7.8 - Detalhamento da proposta 8.

<b>Proposta</b>	<b>Num</b>	8
	<b>Sugestão</b>	A utilização de FCAR para registrar itens importantes.
<b>Fatores Importantes</b>	<b>Limitações</b>	Precisaria familiarizar a equipe como um novo tratamento para itens relevantes.
	<b>Pontos Positivos</b>	Maior rastreabilidade das informações.
	<b>Pontos Negativos</b>	Um novo documento a ser confeccionado.

Fonte: autora.

#### **7.2.9. Proposta 9 - utilização da filosofia de Dificuldade em Serviço com o objetivo de realimentar os dados de confiabilidade dos satélites**

De acordo com o item 5.5.7, a existência da Dificuldade em Serviço permite a realimentação e a verificação dos valores de confiabilidade do produto aeronáutico. Essa cadeia de informações é extremamente importante para manter o sistema seguro e evitar as falhas.

A proposta é a utilização dessa filosofia nas atividades dos satélites acompanhados pelo SEQ, dado que a disciplina de Dependabilidade é parte do seu escopo de trabalho.

O sistema pode funcionar tendo o grupo de Engenharia e Qualidade da Dependabilidade como a "Dificuldade em Serviço" do SEQ. Essa área receberia as informações sobre incidentes, falhas, mal funcionamento ou defeitos nos produtos espaciais, relacionados aos satélites, no escopo da ETE.

Provida dessas informações, a Dependabilidade pode realimentar os valores de confiabilidade e verificar se eles encontram-se dentro dos limites especificados, dando base para o SEQ solicitar providências quando for necessário.

Tabela 7.9 - Detalhamento da proposta 9.

<b>Proposta</b>	<b>Num</b>	9
	<b>Sugestão</b>	A utilização da filosofia de Dificuldade em Serviço com o objetivo de realimentar a confiabilidade do satélite.
<b>Fatores Importantes</b>	<b>Limitações</b>	Precisaria familiarizar a toda a equipe do programa como um novo tratamento para falhas, incidentes, mal funcionamento, incidente e acidente; precisaria também montar uma teia de relacionamentos e o escopo de atuação.
	<b>Pontos Positivos</b>	O INPE trabalharia com os valores reais de confiabilidade; contribuiria com a rastreabilidade e disponibilização de dados importantes.
	<b>Pontos Negativos</b>	Familiarizar os envolvidos; aumentaria a carga de trabalho do SEQ.

Fonte: autora.

#### 7.2.10. Proposta 10 - Modificação da estrutura organizacional do SEQ

De acordo com itens 5.5.1 e 5.5.8 e Capítulo 4, pode ser visto que os programas espaciais são gerenciados pela ETE, que utiliza recursos de pessoal da própria Engenharia para realizar as atividades de fabricação, testes, recebimento, montagem e integração dos satélites.

O SEQ, por sua vez, realiza a verificação da conformidade durante as atividades de cada fase do ciclo de vida do projeto espacial. Entretanto, como o SEQ encontra-se organizacionalmente sob a gerência da ETE, essas atividades de supervisão e verificação podem sofrer influência ou conflito de interesses.

A proposta é possibilitar ao SEQ maior autonomia quanto às decisões e cobranças, possibilitando um caráter mais independente.

No caso da aeronáutica, quando se utiliza o recurso de credenciamento de pessoa física ou jurídica, uma das premissas é a independência da organização, do membro ou de parte da organização, de forma a garantir que não haverá influências do programa ou da empresa, no trabalho que será desempenhado pelo elemento credenciado ou pelo departamento. O RBAC N° 183, ANAC (2011), ainda esclarece que:

"o detentor de um credenciamento de pessoa jurídica deve: (a) cumprir os procedimentos contidos em seu manual de procedimentos aprovado pela ANAC; (b) prover aos membros da unidade executiva suficiente autoridade para o desempenho das atividades autorizadas; (c) assegurar que os membros da unidade executiva desempenhem as atividades autorizadas livres de pressão, interferência e conflito de interesse com as mesmas ou outras atividades da empresa."

A proposta é de o SEQ possuir a mesma filosofia de atuação de um membro credenciado (pessoa jurídica, neste caso), mantendo suficiente autonomia para a execução de suas atividades, livre de pressão, interferência e conflitos de interesse com a instituição, ou parte dela, ou ainda com outras empresas.

Tabela 7.10 - Detalhamento da proposta 10.

<b>Proposta</b>	<b>Num</b>	10
	<b>Sugestão</b>	A modificação da estrutura organizacional que envolve o SEQ, dando a ele maior independência da Engenharia.
<b>Fatores Importantes</b>	<b>Limitações</b>	Depende da hierarquia do Instituto para realizar a modificação.
	<b>Pontos Positivos</b>	Tomaria as atividades executadas pelo SEQ isenta de pressões e conflitos de interesse.
	<b>Pontos Negativos</b>	A idéia necessita de aceitação institucional.

Fonte: autora.

### 7.2.11. Proposta 11 - reciclagem e treinamento periódico de pessoal

No item 5.5.10 é apresentado que a ANAC realiza treinamentos constantes, entre os funcionários e colaboradores terceirizados. Somando-se a isso, os membros credenciados (pessoas físicas) precisam ser treinados pela própria ANAC para as atividades de certificação. A ideia é um curso abordando todas as áreas de conhecimento do SEQ, onde cada grupo fica responsável em ministrar uma disciplina específica. Dentro desse contexto, o treinamento abrange todos os profissionais do SEQ, podendo se estender aos envolvidos externos.

Essa iniciativa promove constante reciclagem da equipe, com o próprio trabalho executado, esclarecendo eventuais dúvidas ou ainda expondo alguns temas novos.

Tabela 7.11 - Detalhamento da proposta 11.

<b>Proposta</b>	<b>Num</b>	11
	<b>Sugestão</b>	Reciclagem e treinamento periódico de pessoal.
<b>Fatores Importantes</b>	<b>Limitações</b>	Disponibilidade de toda a equipe para participar do treinamento.
	<b>Pontos Positivos</b>	Manter a equipe treinada e com o mesmo nível de conhecimento em todas as áreas.
	<b>Pontos Negativos</b>	Requer horas de trabalho da equipe.

Fonte: autora.

### 7.2.12. Proposta 12 - utilização de ferramentas automatizadas

A proposta é atuar como a ANAC, no item 5.5.3, utilizando ferramentas automatizadas.

A ETE possui ferramentas automatizadas além do Windchill, que podem contribuir para a elaboração de documentos, trâmite de documentação interna, registro das atividades, compartilhar agendas e distribuir a equipe.

O objetivo é utilizar de forma maciça o Windchill, visto no Capítulo 4, passando a usufruir das ferramentas disponíveis para a elaboração de documentação (relatórios), trâmite de documentos, registros de todos os itens de ação e registro de não conformidades.

Um exemplo dessa proposta é o projeto piloto, existente no SEQ, que visa utilizar o Windchill para gestão dos itens de ação (IA) do Grupo da Garantia do Produto Software.

Os benefícios são: controlar e gerenciar informações importantes, desde o responsável pela abertura do IA, modificação, status do item, documento de origem, datas, comentários (de todos os envolvidos), discussões e anexar documentos relevantes.



A Figura 7.5 ilustra o tempo total, do GGPSw, destinado aos projetos do INPE. Essa informação é abastecida com dados de planilhas como os mostrados na Figura 7.4. Tais informações devem ser atualizadas periodicamente pelo GGPSw.

Figura 7.5 - Tempo total do GGPSw destinado aos projetos do INPE.

	Cronograma das atividades GPSw															
	2016				2017											
	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
<b>Geral GPSw</b>																
Centro Controle	63	16	16	16	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
SATCS	24	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
Comissionamento		28														
Processos GPSw	140	160	160	160	160	160	160	160	TBD							
SW APL OBDH AMZ	20	15	5	15	20	40	25	15	120	40	20	60	60	160	100	
Soma (h) =	247	219	181	191	180	200	185	175	120	40	20	60	60	160	100	0

Fonte: autora.

A junção das planilhas de todos os colaboradores abastece a planilha do chefe do departamento (SEQ), que, de posse dessas informações, consegue distribuir a equipe de forma a equilibrar as atividades.

Tabela 7.12 - Detalhamento da proposta 12.

<b>Proposta</b>	<b>Num</b>	12
	<b>Sugestão</b>	Utilização de ferramentas automatizadas.
<b>Fatores Importantes</b>	<b>Limitações</b>	Depende de treinamento da equipe e da utilização de ferramentas disponíveis.
	<b>Pontos Positivos</b>	Contribuiria com a agilidade das atividades e com a distribuição eficaz das atividades.
	<b>Pontos Negativos</b>	Requer adaptação da equipe; requer utilização de ferramentas disponíveis.

Fonte: autora.

### 7.2.13. Proposta 13 - atuar na contratação

Como visto no item 5.6.2, a ANAC utiliza mão-de-obra de funcionários, colaboradores e estagiários.

Também o INPE como muitos órgãos públicos sofre com a falta de servidores compatíveis com a demanda devido às aposentadorias e demora para repor

mão-de-obra por meio de novas contratações. Com isso, seria pertinente investir na contratação do corpo de colaboradores efetivos, estagiários e bolsistas. Os estagiários e bolsistas podem focar em determinados trabalhos, como elaboração de alguns documentos, estudos de normas, etc.

De acordo com o Capítulo 4, o SEQ possui colaboradores com tipos de contratação diversificado. Desta maneira, o grupo poderia possuir técnicos para executar as inspeções necessárias que podem ser contratados por meio de concurso ou como bolsistas de nível médio.

O INPE pode fazer acordos com instituições de ensino médio técnico e superior, visando a disponibilizar mais vagas para estágio, onde os estagiários teriam que desenvolver um projeto específico durante um tempo determinado.

Essa proposta é delicada, pois depende da política de contratação da instituição e possibilidade de meios legais de contratação. Entretanto, é fundamental tocar nesse ponto, pois a quantidade e qualidade dos colaboradores afetam diretamente as atividades desenvolvidas e o produto final do INPE.

Tabela 7.13 - Detalhamento da proposta 13.

<b>Proposta</b>	<b>Num</b>	13
	<b>Sugestão</b>	Atuar na contratação de mão-de-obra.
<b>Fatores Importantes</b>	<b>Limitações</b>	Contratação legalmente permitida no setor público.
	<b>Pontos Positivos</b>	Contribuiria com uma melhor distribuição de atividades.
	<b>Pontos Negativos</b>	Depende de formas de contratação específicas.

Fonte: autora.

#### 7.2.14. Proposta 14 - padronização das atividades

De acordo com os itens 5.5.5, 5.5.6 e 5.5.8, a ANAC possui um investimento grande em normatização e possui uma grande quantidade de documentação para consulta, de forma a padronizar as atividades.

A padronização é uma atividade que já está ocorrendo aos poucos dentro do SEQ. Exemplo disso são: mapeamento de processos e elaboração de procedimentos de cada grupo. Mas é importante haver um maior investimento nessas atividades e dispor de treinamentos para sua execução. Somando-se a isso, o investimento na área de normatização é relevante para as atividades desenvolvidas pelo SEQ.

Cabe salientar que as atividades devem seguir padrões internacionais já reconhecidos, de forma a contribuir para o aprendizado e evolução da atividade em si.

Tabela 7.14 - Detalhamento da proposta 14.

<b>Proposta</b>	<b>Num</b>	14
	<b>Sugestão</b>	Padronização das atividades.
<b>Fatores Importantes</b>	<b>Limitações</b>	Atividades que demandam um tempo apreciável.
	<b>Pontos Positivos</b>	Contribuiria com uma atuação padronizada dos profissionais, mantendo constância e nível de exigência.
	<b>Pontos Negativos</b>	Elaboração de documentos para substanciar a padronização; necessita de treinamento constante da equipe envolvida.

Fonte: autora

#### 7.2.15. Proposta 15 - inserção de indicadores

Como visto nos itens 5.5.4 e 5.5.8, a ANAC faz constantes verificações internas, com a utilização de indicadores e auditorias.

A inserção de indicadores tem como objetivo aprimorar o controle e gerenciamento das atividades realizadas pelo SEQ.

Esses indicadores poderiam contemplar a quantidade de horas utilizadas para a execução de determinadas atividades, como por exemplo: número de documentos emitidos; tempo de elaboração de determinados documentos, tempo destinado para as inspeções, reuniões, estudos de normas, Pós-Graduação, estudo de documentos; envolvimento em outras atividades pertinentes; e avaliação da equipe internamente e externamente.

Os indicadores podem mostrar quais atividades realizadas demandam mais tempo dos colaboradores e a qualidade do trabalho desempenhado, para assim poder distribuir melhor as tarefas e estimar o tempo gasto.

Já a qualidade do trabalho pode ser melhorada por meio de treinamentos específicos para os colaboradores.

Tabela 7.15 - Detalhamento da proposta 15.

<b>Proposta</b>	<b>Num</b>	15
	<b>Sugestão</b>	Inserção de indicadores.
<b>Fatores Importantes</b>	<b>Limitações</b>	Requer constante atualização e a seleção de indicadores significativos e eficazes.
	<b>Pontos Positivos</b>	Contribuiria com a agilidade das atividades e com a distribuição eficaz das atividades; contribuiria com o conhecimento melhor das atividades da equipe.
	<b>Pontos Negativos</b>	Precisa ser constantemente atualizado e constantemente verificado se sua utilização é eficaz.

Fonte: autora

### 7.3. Comparação das propostas sugeridas com as atividades existentes no SEQ

A Tabela 7.16 apresenta a comparação entre as propostas sugeridas neste capítulo deste trabalho, e as atividades existentes no SEQ.

Tabela 7.16 - Comparação entre propostas sugeridas e atividades existentes.

Propostas		Atividade existente?	Atividade existente	Diferença da proposta com relação às atividades existentes	Melhoria
1	Orientação do Processo da GP	Não	Disponibilização dos requisitos da garantia do produto.	Disponibilizar os procedimentos do SEQ, orientar sobre os serviços que serão prestados, esclarecendo dúvidas sobre a documentação, especificar prazos, meio de contato, grau de exigência e responsabilidades.	Fornecedor orientado sobre as atividades do SEQ, evitando retrabalhos, elevando a qualidade inicial da documentação e do produto.
2	Briefing de Familiarização	Não	A solução de engenharia é apresentada nas revisões de projeto.	Momento para a equipe do SEQ se familiarizar com o projeto, focando nos serviços a serem prestados; esclarecer sobre os subcontratados envolvidos e atuação do SEQ; e estabelecer o nível de envolvimento nas atividades.	Elucidar dúvidas, preparar a equipe para as atividades futuras, verificar possíveis pontos de investimento em capacitação, familiarizar com o cronograma, equilibrar distribuição das atividades.
3	Reuniões Específicas, reuniões com o comitê de Garantia do Produto	Não	Revisões técnicas e contratuais.	O SEQ pode se preparar para os eventos com antecedência adequada e garantir que a documentação foi analisada e aceita.	Preparação para as atividades subsequentes e garantia que as revisões serão realizadas após o SEQ ter realizado a verificação da documentação completamente.
4	Formação do Comitê da Garantia do Produto (CGP)	Sim	Os comitês são utilizados para tratamento de NC, OAR e modificações de engenharia.	Será montado um Comitê consultivo fixo para determinados assuntos do SEQ, com poder de decisão e orientação das atividades sobre determinados assuntos da garantia do produto.	Decisões bem substanciadas, possibilidade de consultoria em assuntos específicos e completude das abordagens.

(Continua)

Tabela 7.16 - Continuação

	Propostas	Atividade existente	Atividade correlata	Diferença com relação à proposta	Melhoria
5	Estratégia de Harmonização de Meio de Cumprimento (MoC)	Sim	A atividade é feita por meio do contrato, revisões técnicas e contratuais.	Trabalha a necessidade do cliente para se transformar em um requisito, de acordo com as técnicas da Engenharia de Requisitos; atuar no entendimento do requisito por parte do fornecedor; e envolver todos os interessados logo no início do projeto.	Evitar retrabalhos, surpresas quanto ao produto, prazo e solução; e agir na prevenção ao invés de inspeção.
6	Plano de Qualificação de Projeto	Sim	Documentos diversos: especificações, matriz de verificação e planos diversos (exemplo, plano de verificação e validação, plano da garantia da qualidade, plano de AIT, plano de gerenciamento, plano de desenvolvimento, etc.).	Documento único, atualizado em todas as fases do projeto, contendo as seguintes informações: proposta, escopo, regras, descrição das responsabilidades, matriz de verificação, estabelecimento do nível de envolvimento do INPE com os fornecedores e acordos, cronograma de verificação, MoC, propostas de verificação de MoC, lista de NC abertas, cronograma dos marcos do projeto, os padrões e regulamentos utilizados, inspeções de conformidade, inspeções de cumprimento e <i>master document list</i> .	Reunir as informações em um documento único, atualizado periodicamente e contendo o nível de envolvimento com cada fornecedor.
7	Filosofia de utilizar o credenciamento de pessoa jurídica, tal como <i>EASA Design Organization Approval</i>	Não	A verificação é realizada após determinadas atividades, podendo ser realizada no fornecedor ou em trabalhos executados pelo INPE.	A existência de duas etapas de verificação, estabelecimento de níveis de envolvimento, reestruturação do SEQ, estruturação da documentação para a execução das atividades, possuir um organismo verificador externo.	Elevação no nível da qualidade da instituição para patamares da indústria aeronáutica.

(Continua)

Tabela 7.16 - Continuação

Propostas		Atividade existente	Atividade correlata	Diferença com relação à proposta	Melhoria
8	Utilização de FCAR para registrar assuntos importantes	Não	Os documentos existentes para registro de informações relevantes são: NCR, OAR e IA.	A criação de um documento para registrar assuntos importantes sobre o projeto ou programa. Os FCARs emitidos devem ser listados no <i>Logbook</i> do produto e no plano de verificação. Haverá o histórico de assuntos importantes do projeto e do programa.	Favorecer a rastreabilidade das informações relevantes do projeto.
9	Utilização da filosofia de Dificuldade em Serviço, com o objetivo de realimentar os dados de confiabilidade dos satélites	Não	Os documentos que abordam a confiabilidade do projeto são analisados pelo SEQ.	Após a etapa de fabricação os valores de confiabilidade serão realimentados com dados de falhas, ocorrências, não-conformidades, anomalias ou incidentes.	Verificação dos valores reais de confiabilidade e criação de banco de dados.
10	Modificação da estrutura organizacional que envolve o SEQ, dando a ele maior independência da Engenharia	Não	O SEQ é um serviço da ETE/ INPE.	Atribuir ao SEQ maior autonomia institucional, evitando pressões e conflitos de interesse com os executores dos projetos.	Tornaria as atividades executadas pelo SEQ isenta de pressões e conflitos de interesse.
11	Reciclagem e treinamento periódico de pessoal como o adotado na certificação	Sim	São realizados treinamentos das certificações necessárias para executar as atividades.	Treinamento nos padrões utilizados nas atividades diárias, nos conceitos, procedimentos e inovações implantados no SEQ.	Anualmente seria realizada uma reciclagem e atualização da equipe, com relação aos conceitos e novos procedimentos.

(Continua)

Tabela 7.16 - Conclusão

Propostas		Atividade existente	Atividade correlata	Diferença com relação à proposta	Melhoria
12	Utilização de ferramentas automatizadas	Sim	É utilizada a ferramenta de gestão de projeto Windchill, para configuração da documentação e existe um projeto piloto utilizando Windchill para controle de IA do GGPSw.	Utilização intensa do Windchill, tanto para elaboração de documentação, gestão de IA para a ETE, controle de NCRs e OARs. Somando-se a isso, utilização de ferramentas disponíveis para controle de cronograma das atividades, carga de trabalho, registro de atividades, tramitação de documentação interna.	Agilidade, rapidez, maior controle, utilização mais intensa das ferramentas disponíveis.
13	Atuar na contratação de mão de obra	Sim	O SEQ possui 6 bolsistas e dois estagiários.	Com convênios e acordos com as instituições de ensino seria possível dispor de um número maior de colaboradores.	Agilidade na execução de atividades menos complexas, como elaboração de procedimentos e documentos internos, estudo de padrões. Favorecendo à adequação da carga de trabalho.
14	Padronização das atividades	Sim	Os procedimentos e fluxogramas dos grupos do SEQ estão em processo de elaboração.	Treinamento para a elaboração de procedimentos e documentação interna, priorizar a atividade de padronização, focando em procedimentos e ampliando o escopo para elaboração de práticas, listas de verificação, manuais e guias.	Manter padronizado o nível da qualidade e poder disponibilizar documentação para os envolvidos nos serviços prestados pelo SEQ.
15	Inserção de indicadores	Não	Não foi detectada a existência de indicadores no SEQ, até a data de emissão desse documento.	Indicadores de número de documentos emitidos, tempo de elaboração de documentos, tempo destinado às inspeções, reuniões, estudos de normas, pós-graduação, estudo de documentos, número de horas de apoio às outras áreas, avaliação da equipe internamente e externamente.	Haver um parâmetro de comparação e poder atuar em melhorias, na distribuição das atividades e treinamentos.

(Conclusão)

#### **7.4. Avaliação das propostas de aperfeiçoamento**

A avaliação consistiu em mensurar qualitativamente e quantitativamente as propostas, de acordo com os atributos importantes para o SEQ, baseado em NOCÊRA (2009) e GIDO (2010).

O método adotado resumiu-se em um modelo de pontuação, descrito em NOCÊRA (2009) e baseou-se nas planilhas de avaliação de propostas de projetos do mesmo autor.

Primeiramente, foi necessário alencar o conjunto de fatores relevantes para avaliar cada proposta e então foram estabelecidos pesos adequados.

Os atributos selecionados levaram em consideração, os fatores que contribuem positivamente ou negativamente para a seleção de uma proposta; nesse caso, a ser adotada pelo SEQ. Esses foram de caráter técnico, operacional e tático.

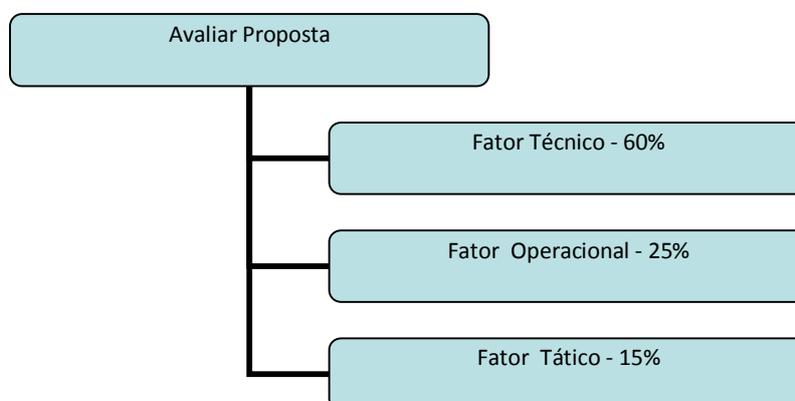
O método consistiu dos seguintes passos:

- selecionar a proposta que será avaliada;
- elaborar uma questão para nortear as respostas;
- selecionar os níveis de avaliação e seus fatores associados;
- alencar os critérios de avaliação (Figuras 7.6 a 7.9);
- estabelecer os pesos relativos a cada grupo de critérios, de acordo com seu grau de importância para o SEQ (Figura 7.6 à 7.9);
- validar com a responsável pelo SEQ, os pesos e critérios acima atribuídos;
- selecionar a escala para avaliação dos critérios (Tabela 7.17);

- disponibilizar as planilhas 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.

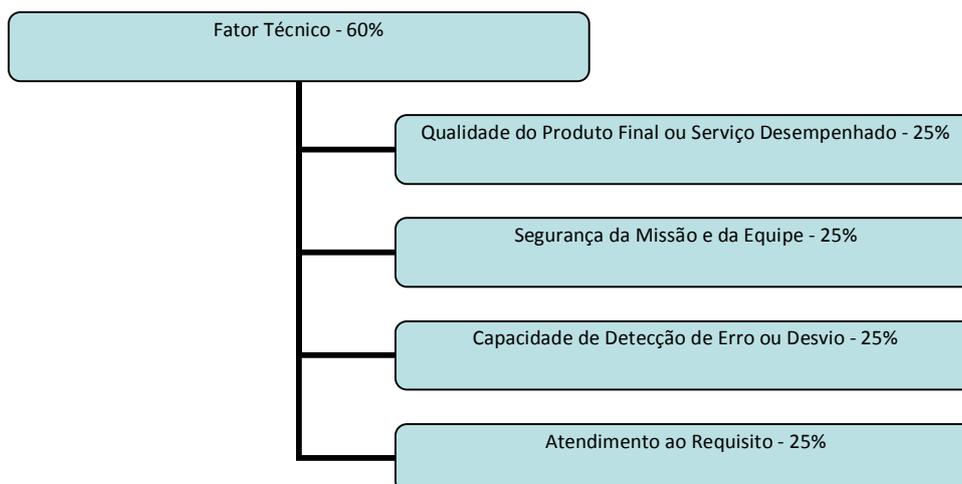
O questionário foi distribuído para alguns membros da equipe do SEQ, a fim de coletar a avaliação vinda dos próprios colaboradores.

Figura 7.6 - Grupo de critérios seleccionados e sua pontuação associada.



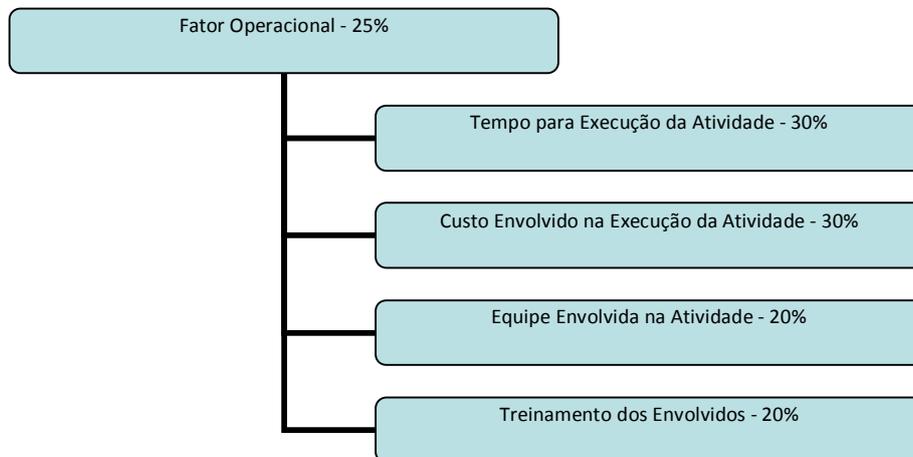
Fonte: autora.

Figura 7.7 - Critérios técnicos seleccionados e sua pontuação associada.



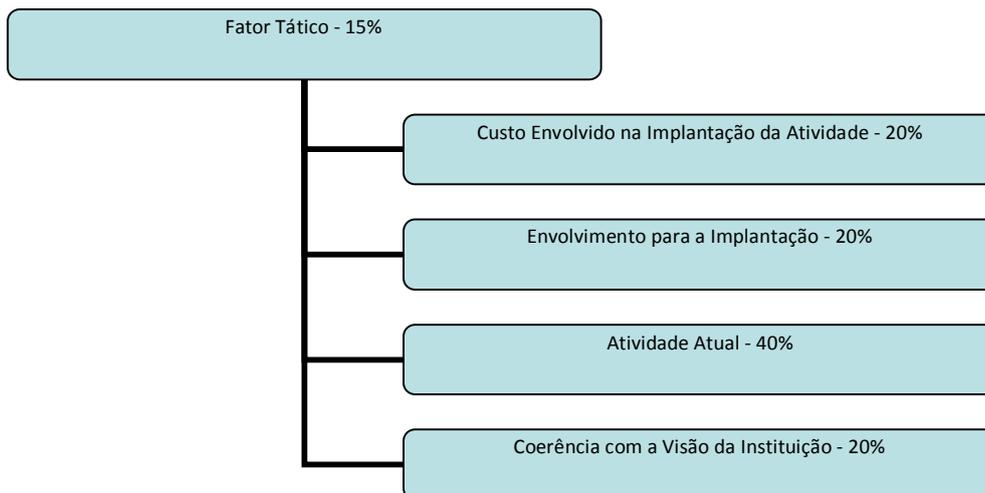
Fonte: autora.

Figura 7.8 - Critérios operacionais selecionados e sua pontuação associada.



Fonte: autora.

Figura 7.9 - Critérios táticos selecionados e sua pontuação associada.



Fonte: autora.

Os pesos atribuídos a cada critério foram selecionados levando em consideração a importância de cada uma das atividades do SEQ. Após atribuir pesos aos critérios foi realizada a análise com a chefia atual do SEQ, para se validar os valores. Essa avaliação pode ser vista no Apêndice E.

#### 7.4.1. Escala para Avaliação dos Critérios e Suas Descrições

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.

Neste trabalho são usados cinco níveis de respostas, de acordo com a Tabela 7.17.

Tabela 7.17 - Avaliação dos Critérios.

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

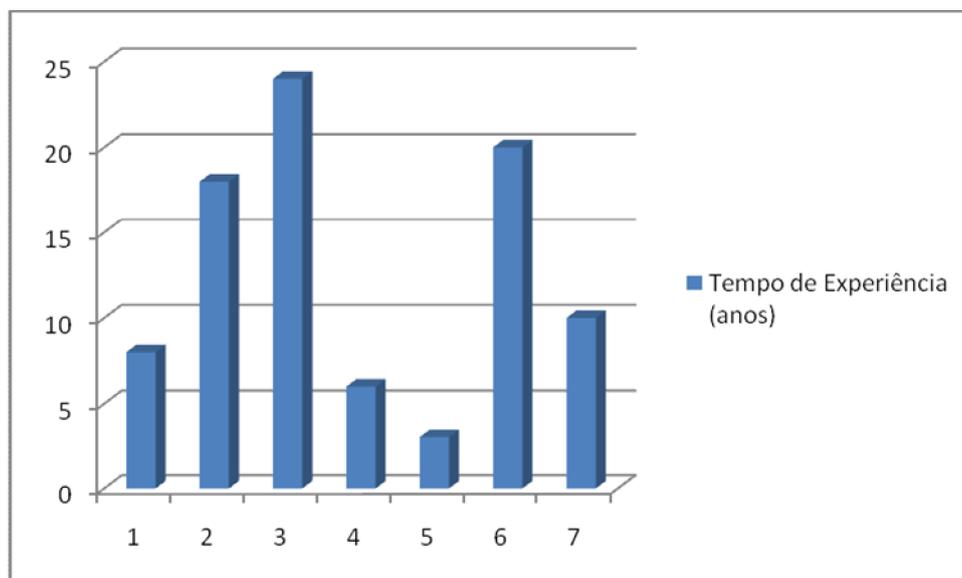
Fonte: SILVA (2014).

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

A amostra selecionada é de conveniência e contou com a contribuição de sete (7) colaboradores do SEQ, atuantes na área de aplicação das propostas sugeridas, possuindo experiência mínima de três (3) anos, especificamente no SEQ, como pode ser visto na Figura 7.10.

Foram selecionados colaboradores com tempo de experiência diversificado na área de atuação.

Figura 7.10 - Colaboradores x tempo de experiência.



Legenda: eixo x - colaboradores: eixo y - tempo de experiência.

Fonte: autora.

Os resultados das avaliações respeitaram a numeração estabelecida para cada colaborador, como constante na Figura 7.11.

A ficha de avaliação possui uma questão para nortear as respostas dos avaliadores, de forma a seguir o modelo utilizado para a aplicação da escala de Likert.

A questão elaborada foi a seguinte:

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

As Tabelas 7.18 a 7.20 descrevem os critérios selecionados relacionados à questão elaborada, para facilitar e alinhar o entendimento da avaliação.

Tabela 7.18 - Descrição dos critérios técnicos.

<b>Técnico</b>	
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: autora.

Tabela 7.19 - Descrição dos critérios operacionais.

<b>Operacional</b>	
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: autora.

Tabela 7.20 - Descrição dos critérios táticos.

<b>Tático</b>	
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: autora.

#### 7.4.2. 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 SEQ, 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 Tabela 7.21 contém os resultados de todas as avaliações, juntamente com as atribuições de valores, seus pesos e pontuação final das propostas.

A Figura 7.11 ilustra de forma mais clara os resultados das avaliações das propostas e suas médias. No eixo x são apresentadas as propostas (de 1 a 15) e no eixo y são apresentadas as médias ponderadas obtidas por cada proposta.

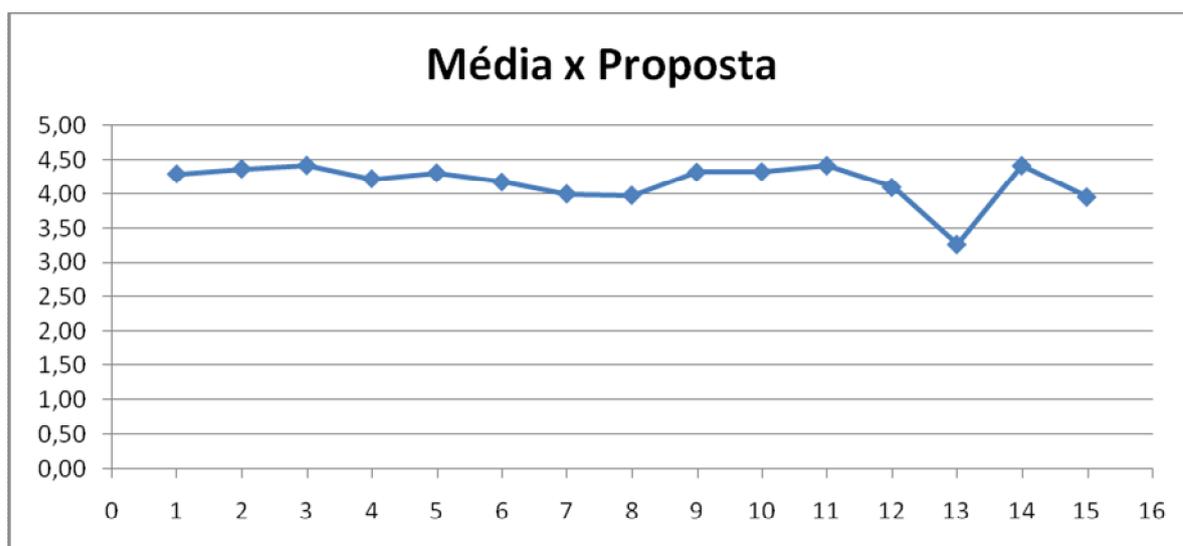
Tabela 7.21 - Propostas e médias obtidas nas avaliações.

NOTA DAS AVALIAÇÕES								
Proposta	Colaboradores							
NUM	1	2	3	4	5	6	7	Média
1	4,39	4,75	4,54	4,26	4,67	3,59	3,81	4,29
2	4,59	4,75	4,60	4,24	4,75	3,37	4,23	4,36
3	4,60	4,30	4,48	4,75	5,22	3,59	3,95	4,41
4	4,51	3,95	4,54	4,48	4,27	3,76	4,00	4,22
5	4,57	3,95	4,72	4,37	4,75	3,46	4,30	4,30
6	3,65	4,75	4,63	X	4,62	3,64	3,72	4,17
7	4,21	3,80	4,31	X	4,63	3,44	3,58	4,00
8	4,45	4,40	4,43	3,85	X	2,48	4,22	3,97
9	4,60	4,75	4,57	4,75	4,72	2,85	3,95	4,31
10	4,75	4,75	4,60	4,11	4,75	3,59	3,68	4,32
11	4,75	4,30	4,75	4,48	4,75	3,93	3,90	4,41
12	4,30	4,40	4,75	3,39	4,71	3,25	3,82	4,09
13	4,56	3,80	4,75	1,30	2,52	3,24	2,67	3,26
14	4,75	4,75	4,75	4,37	4,75	3,98	3,51	4,41
15	4,06	4,40	4,75	2,85	4,75	3,58	3,23	3,95

Legenda: o X expressa que o candidato optou por não avaliar a referida proposta.

Fonte: autora.

Figura 7.11 - Médias obtidas nas avaliações x propostas apresentadas.



Fonte: autora.

Com exceção da proposta de número 13 (atuar na contratação), as demais obtiveram notas acima de 4 ou muito próximas, 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, 14 das propostas apresentadas são tidas como opções interessantes e que apresentam 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 no processo existente.

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

- a avaliação dos colaboradores baseou-se em textos contendo as descrições das propostas, sem haver uma apresentação prévia de cada, podendo ter gerado algumas dúvidas;
- a forma de aplicação de cada proposta não era escopo deste trabalho, mas essa informação é importante para uma avaliação mais aprofundada do impacto de cada sugestão;
- houve limitação de tempo (uma semana) para a leitura do texto e realização das avaliações; e
- a área de origem de algumas propostas difere da área de atuação dos colaboradores, podendo gerar certa resistência.



## 8 ESTUDO DE CASO

Este trabalho apresentou 15 propostas de aprimoramento para o processo adotado na execução das atividades do SEQ, visando atuar nos pontos passíveis de melhoria detectados.

Com o objetivo de conduzir um estudo de caso, foi necessário escolher uma das propostas, pois não havia tempo hábil para aplicar todas. O critério de escolha levou em consideração sua contribuição para o SEQ e uma cultura não utilizada na instituição, para possibilitar maior entendimento da proposta utilizando um exemplo prático.

As propostas que apresentam maior grau de dificuldade quanto à sua implantação, devido à necessidade de envolvimento de outras instituições e culturas organizacionais não praticadas a nível institucional são:

- Proposta 7: Filosofia DOA, utilizando o credenciamento de pessoa jurídica;
- Proposta 9 : Filosofia da Dificuldade em Serviço; e
- Proposta 5: Estratégia de Harmonização de MoC.

A proposta 7 é a mais difícil de ser implantada, pois depende de uma instituição externa ao INPE para direcionar as atividades. Além disso, sua estruturação demanda demasiado tempo, normalmente, levando anos para alcançar seus objetivos (a tomar como exemplo a indústria aeronáutica).

Já a proposta 9 é a segunda em termos de dificuldade de implantação, pois requer a estruturação de uma teia de relacionamentos de informações, necessitando a elaboração de procedimentos, guias, formulários e treinamento dos envolvidos.

A dificuldade da proposta 5 repousa sobre a necessidade de inserção contratual e sobre o tempo de envolvimento requerido, podendo levar meses para sua execução completa.

Dadas as características de cada proposta e o tempo disponível para realização de um estudo de caso, foi escolhida a proposta 5, denominada Estratégia de Harmonização de MoC.

O Apêndice D mostra a verificação desse estudo de caso.

### **8.1. Exemplo de aplicação da Estratégia de Harmonização de MoC**

A proposta de número 5, denominada "Estratégia de Harmonização de MoC", foi escolhida para ser utilizada em um estudo de caso, aplicável às necessidades do INPE. Ela consiste no alinhamento das expectativas das partes interessadas, por meio de uma sequência de atividades divididas em fases.

O objeto de estudo, nesse caso, foi o desenvolvimento de um sistema para integração de software do Centro de Controle de Satélites do INPE.

#### **8.1.1. Cenário**

O Centro de Controle de Satélites (CCS) do INPE realiza atividades que dependem da utilização de software e aplicativos. Tendo como objetivo otimizar algumas das atividades realizadas, o Centro de Controle de Satélites verificou a possibilidade de utilizar um sistema para a integração de alguns tipos de software existentes. Para isso, foi realizado um acompanhamento das atividades desempenhadas pela equipe do Centro de Controle de Satélites durante três meses, a fim de identificar suas necessidades para essa possível integração.

### **8.1.2. Desenvolvimento**

As necessidades dos interessados foram originadas nos colaboradores do Centro de Controle de Satélites e da Coord. de Engenharia e Tec .Spac. (ETE).

Após o levantamento de todas as necessidades e considerando o tempo disponível, optou-se por reduzir o escopo do trabalho e selecionar apenas as necessidades mínimas dos operadores e da garantia da qualidade, para serem trabalhadas. Entretanto, apenas uma é apresentada neste trabalho, de forma a exemplificar a proposta.

Dando sequência ao trabalho, as necessidades foram submetidas ao método proposto denominado de "Estratégia de Harmonização de MoC"; então, as necessidades foram trabalhadas e transformaram-se em requisitos.

A ordem do estudo seguiu as fases listadas na Proposta 5 (Capítulo 7).

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

Foi escolhido o requisito de número RGP 13, pois poderia ser publicado sem impacto na propriedade intelectual e nem exposição de pontos sensíveis da instituição.

As Tabelas de 8.1 a 8.4 mostram a evolução do requisito RGP 13, no decorrer da execução do método proposto.

Na fase 1, 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.

Tabela 8.1 - Requisito RGP 13 - Fase 1.

Interessado	Tecnologia (Disciplina)	Ponto Focal (Fornecedor)	Ponto Focal (Cliente)	Requisito No.	Necessidade do Cliente
Centro de Controle de Satélites	Garantia do Produto de Software	Membro da ETE responsável por desenvolver a implantação	Membro do CCS	RGP 13	Implantar uma ferramenta para gerenciamento de BUGs.

Fonte: autora.

Em seguida, na fase 2 (Tabelas 8.2 e 8.3), as necessidades foram analisadas e transformadas em requisitos através das técnicas de Engenharia de Requisitos, descritas por HALLIGAN (1993), onde foram verificados os seguintes elementos: ator (elemento 1), condição (elemento 2), ação (elemento 3), objeto de ação (elemento 4), restrição da ação (elemento 5), refinamento do objeto (elemento 6), fonte do objeto (elemento 7), destinação do objeto (Elemento 8) e refinamento da ação (elemento 9).

Nas tabelas, os retângulos tracejados em vermelhos ilustram as partes da proposta que não são realizadas padronizadamente e formalmente na instituição.

Tabela 8.2 - Evolução do requisito.

<b>Descrição da necessidade</b>	Implantar ferramenta para gerenciamento de BUG
<b>Ator</b>	O Centro de Controle de Satélites e Engenharia
<b>Condição</b>	A ferramenta deve estar disponível em todas as máquinas e para todos os operadores
<b>Ação</b>	Implantar uma ferramenta que gerencie e registre os BUG dos softwares utilizados
<b>Objeto da Ação</b>	Informar e registrar evento anômalos de software
<b>Limitações da Ação</b>	A ferramenta deve ser de fácil acesso à um usuário sem conhecimentos de programação e um local para elencar criticidade inicial
<b>Refinamento do Objetivo</b>	Deve ser estabelecida uma cadeia de responsáveis pelas informações de cada software gerenciado
<b>Fonte do Objetivo</b>	Informar aos responsáveis pela manutenção sobre os eventos anômalos
<b>Destinação do Objetivo</b>	Manter os softwares operacionais sem depreciação
<b>Refinamento da Ação</b>	Devem ser estabelecidos os responsáveis pela manutenção de cada software

Legenda: os retângulos tracejados em vermelho ilustram as partes da proposta que não são realizadas padronizadamente e formalmente na instituição.

Fonte: autora.

Já na fase 3 (Tabela 8.3), as soluções propostas foram validadas, juntamente com o entendimento dos requisitos vindo do fornecedor, bem como o *draft* do cronograma viável.

Tabela 8.3 - Requisito RGP 13 - Fase 2 e 3.

Fase 2		Fase 3			
Nº	Descrição do Requisito Contratual	Entendimento do Requisito por Parte do Fornecedor e Proposta de Solução	Validação do MoC	Proposta de Moc do fornecedor, estratégia de cumprimento e os recursos necessários	Cronograma proposto pelo fornecedor
RGP 13	O Centro de Controle de Satélites 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.	<p><u>Entendimento:</u></p> <p>(1) solicitou-se uma implantação de ferramenta automatizada que registre e gerencie os eventos anômalos do software e sua resolução;</p> <p>(2) solicitou-se também um documento com a lista dos responsáveis pela correção de bugs, bem como sua política;</p> <p><u>Solução:</u></p> <p>Proposta de solução constante na especificação técnica RR-MM-021-2017.</p>	Convite para a Garantia do Produto para a realização de inspeção e análise da documentação técnica.	<p><u>MoC:</u> Inspeção na ferramenta e análise da documentação.</p> <p><u>Recurso:</u> Um (1) especialista em TI disponível por duas (2) semanas dedicadas em tempo integral a esta atividade;</p> <p>Uma (1) ferramenta (de acordo com a especificação técnica RR-MM-021-2017);</p> <p>Um (1) especialista em garantia de qualidade para elaborar a política de correção de bugs por duas (2) semanas dedicadas em tempo integral.</p>	Duas (2) semanas.

Legenda: os retângulos tracejados em vermelho ilustram as partes da proposta que não são realizadas padronizadamente e formalmente na instituição.

Fonte: autora.

Tabela 8.4 - Fase 3 e diferença do padrão de atividade realizada no INPE.

Fase 3			
Entendimento do Requisito por Parte do Fornecedor e Proposta de Solução	Verificação do MoC	Proposta de Moc do fornecedor, estratégia de cumprimento e os recursos necessários	Cronograma proposto pelo fornecedor
<u>Entendimento:</u> (1) solicitou-se uma implementação de ferramenta automatizada que registre e gerencie os eventos anômalos do software e sua resolução; (2) solicitou-se também um documento com a lista dos responsáveis pela correção de bugs, bem como sua política; <u>Solução:</u> Proposta de solução constante na especificação técnica RR-MM-021-2017	Convide para a Garantia do Produto para a realização de inspeção e análise da documentação técnica	<u>MoC:</u> Inspeção na ferramenta e análise da documentação. <u>Recurso:</u> 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); Um (1) especialista em garantia de qualidade para elaborar a política de correção de bugs por duas (2) semanas dedicadas em tempo integral.	Duas (2) semanas

Legenda: os retângulos tracejados em vermelho ilustram as partes da proposta que não são realizadas padronizadamente e formalmente na instituição.

Fonte: autora.

Após a conclusão da fase 3, o responsável pela harmonização organiza as fases 4, 5 e 6.

A verificação do entendimento do requisito ocorre na fase 4, quando o cliente aceita a proposta do fornecedor e a respectiva solução.

Tabela 8.5 - Requisito RGP 13 - Fase 4, 5, 6.

Fase 4	Fase 5	Fase 6	
Concordância do cliente com os MoC, cronograma, recursos propostos e solução	Análise financeira de impacto	Aceitação Técnica do cliente	Aceitação do responsável financeiro
OK	OK	OK	OK

Fonte: autora.

Tabela 8.6 - Fase 4 diferença do padrão de atividade realizada no INPE.

Fase 4
Concordância do cliente com os MoC, cronograma, recursos propostos e solução
OK

Fonte: autora.

Durante essa harmonização, os operadores, usuários finais, desenvolvedores, especialistas nas disciplinas e equipe financeira devem estar presentes. Sua participação é muito importante para resolver quaisquer dúvidas.

Na fase 5, as equipes técnicas e financeiras realizam uma análise dos resultados da fase 4, a fim de calcular se os gastos estão dentro do orçamento estabelecido. Caso não haja impacto financeiro, a fase 5 não é aplicável.

A aceitação do cliente, tanto técnica e financeira, ocorre na sexta fase.

### 8.1.3. Resultado

Por fim, a sétima e última fase foi realizada, sendo essa uma comparação da qualidade dos requisitos ao longo das fases anteriores. Essa comparação foi conduzida usando as recomendações de elaboração de requisitos de Young (2004) e IBM (2008). Em seguida, utilizou-se a metodologia de avaliação de requisitos de HALLIGAN (1993), analisando a Qualidade de Requisito Individual (IRQ) e estabelecendo as Métricas de Qualidade Individual (IQFs).

A Tabela 8.7 mostra os o IRQ e os IQFs calculados para as fases 1 e 2.

Tabela 8.7 - Requisito RGP 13 - Fase 7.

IRQ ( <i>Individual Requirement Quality</i> )			IQF ( <i>Individual Quality Metrics</i> )		
Elementos – Fase 1	Aplicabilidade	Nota	Itens	Fase 1	Fase 2
				Nota	Nota
IQF 1 - correto	1	0			
IQF 2 - completo	1	0	IQF 1 - correto	0	1
IQF 3 - consistência	1	1	IQF 2 - completo	0	1
IQF 4 - clareza	1	0	IQF 3 - consistência	1	1
IQF 5 - não ambiguo	1	0	IQF 4 - clareza	0	1
IQF 6 - conexão	1	1	IQF 5 - não ambiguo	0	1
IQF 7 - singularidade	1	1	IQF 6 - conexão	1	1
IQF 8 - testabilidade	1	0	IQF 7 - singularidade	1	1
IQF 9 - modificação	1	0	IQF 8 - testabilidade	0	1
<b>SOMA=</b>	9	3	IQF 9 - modificação	0	1
<b>IRQ da Fase 1 =</b>		0,11	IQF 10 - exequível	0	0
<b>Taxa de Omissão =</b>		0	<b>SOMA=</b>	3	9

Fonte: autora.

Como mostrado nas Tabelas 8.1 a 8.5, houve um ganho significativo de qualidade dos requisitos, bem como no seu entendimento entre cliente e fornecedor.

Essa é consequência da utilização das técnicas de Engenharia de Requisitos (fase 2) e da maturidade da compreensão dos requisitos pelo fornecedor junto com as partes interessadas (fases 3 e 4).

É fundamental implementar esse trabalho no início do projeto, pois isso traz as partes interessadas para uma discussão sobre requisitos, facilitando a compreensão logo no início, proporciona uma melhor solução de alto nível e, conseqüentemente, evita surpresas desagradáveis ou ajustes orçamentários desnecessários. Além disso, a compreensão do requisito diminui drasticamente as probabilidades de entregar um item diferente da expectativa do cliente.



## **9 CONCLUSÃO, RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Neste capítulo serão expostas as principais conclusões deste trabalho relacionadas aos resultados obtidos e encerrando com as sugestões para trabalhos futuros.

### **9.1. Conclusões**

Este trabalho se propôs a estudar as práticas e critérios utilizados na certificação aeronáutica civil (ANAC) e nos programas espaciais brasileiros (INPE) para o aprimoramento do processo da garantia do produto, para satélites de pequeno e médio porte, além de relatar contribuições vindas da certificação aeronáutica européia, americana e militar brasileira (IFI).

O trabalho identificou o processo adotado pela garantia do produto do INPE e resumizou o processo utilizado pela certificação de tipo da aeronáutica civil brasileira (ANAC). E ainda, acrescentou contribuições vindas da certificação aeronáutica européia, americana e militar brasileira (IFI).

Este trabalho fez uma comparação entre os processos estudados, da certificação de tipo da aeronáutica civil brasileira (ANAC) e da garantia do produto espacial (INPE) para satélites de pequeno e médio porte.

Foi observado que os processos estudados apresentam semelhanças e diferenças nos atributos: características do projeto, fatores relevantes para o processo e atividades realizadas. Ainda foi possível observar apenas semelhanças nos atributos: mecanismos, fases do processo e algumas atividades, além de notar apenas diferenças nos atributos: objetivo do processo, entradas e exigências. Por fim, foi possível notar que o processo realizado pelo SEQ (INPE) é mais similar à certificação de tipo militar (IFI) do que a certificação de tipo civil (ANAC).

A comparação entre os processos estudados mostrou ser possível apontar oportunidades de aperfeiçoamento à luz da experiência aeronáutica, de forma a trazer práticas relevantes de serem aplicadas na área espacial.

As propostas sugeridas vindas da área aeronáutica foram as seguintes: orientação do processo da GP, *briefing* de familiarização, reuniões específicas da GP, estratégia de harmonização de MoCs, plano de qualificação de projeto, adoção da filosofia DOA, FCAR, adoção da filosofia de dificuldades em serviço, modificação da estrutura do SEQ, reciclagem e treinamentos. Já as propostas vindas da garantia da qualidade, já adotadas de certo modo pelo SEQ são: utilização de ferramentas automatizadas, atuar na contratação de mão de obra, padronização das atividades e inserção de indicadores.

Três das propostas têm caráter inovador em sua aplicação na área espacial. São elas: estratégia de harmonização de MoCs, adoção da filosofia de garantia de projeto de sistemas e adoção da filosofia de dificuldades em serviço. Essas propostas permitem uma mudança de filosofia quanto à atuação do SEQ, ampliando seu escopo de trabalho, elevando os níveis de exigências e possibilitando um maior controle das atividades. Cabe um estudo aprofundado para avaliar o real impacto da utilização de cada uma dessas propostas.

As propostas em sua totalidade possuem como objetivo atuar no controle, mas especificamente, prevenção ao invés de inspeção, como preconizado pelo PMBOK. Essas propostas foram descritas para sua aplicação no INPE.

As propostas passaram por avaliações dos membros do SEQ. De acordo com os resultados, pode-se concluir que quatorze das quinze propostas afetam positivamente critérios importantes para o SEQ, na avaliação dos colaboradores.

O trabalho apresentou um exemplo, em um cenário do INPE, passando por todas as fases sugeridas. Foi possível verificar que existe ganho na qualidade do requisito, facilitando sua compreensão logo no início do projeto,

proporcionando melhor solução de alto nível e evitando surpresas desagradáveis ou ajustes orçamentários desnecessários.

Ao longo da identificação do processo adotado pelo SEQ, foi verificado que não existiam todas as informações reunidas em um único documento; então, como consequência, esse trabalho foi exaustivo. Somando-se a isso, a falta de documentação influenciou negativamente o resultado final, demandando mais tempo do que o previsto e impedindo um maior aprofundamento nas atividades.

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, identificando ou resumindo os processos, fazendo um comparativo e propondo melhorias no processo do INPE.

Por fim, as propostas devem ser vistas como um reforço adicional ao controle do atendimento às exigências e garantia da conformidade do produto, visto que essa garantia pode ser uma vantagem competitiva, uma vez que os produtos espaciais são caracterizados por um elevado custo, uma elevada complexidade e requerem uma integração de alto nível das suas partes.

Como fazem outros países, elevando os níveis da qualidade do INPE elevam-se também os das empresas do setor espacial, fomentando assim a indústria.

## **9.2. Recomendações e Sugestões para Trabalhos Futuros**

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

- Avaliar as propostas com métodos que auxiliem na tomada de decisões complexas;

- Elaborar um trabalho específico com os requisitos levantados no estudo de caso do Capítulo 8;
- Especificar detalhadamente a implantação de cada proposta vinda da indústria aeronáutica;
- Detalhar o processo do SEQ elaborado por este trabalho;
- Estruturar a organização para a filosofia de DOA e montar a estratégia adequada para sua implantação, juntamente com o Manual da Pessoa Jurídica Credenciada;
- Estruturar a organização para utilizar a cultura de Dificuldades em Serviço;
- Estabelecer uma relação de hierarquia dos padrões e demais documentos de forma a esclarecer o tema para a área espacial e aeronáutica;
- Estender a comparação entre a certificação aeronáutica e demais áreas do SEQ;
- Realizar a comparação entre a certificação de tipo da aeronáutica militar e a garantia do produto do SEQ; e
- Estudar a Implantação no SEQ, de um Serviço de Normatização, englobando o controle da qualidade do processo de normatização.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA (AEB): **Organograma do setor espacial brasileiro**. Brasília, 2016a. Disponível em: <<http://www.aeb.gov.br/programa-espacial/politica-espacial/>> Acesso: 5 out. 2016.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA (AEB): **Regulamentos e licenças**. Brasília, 2016b. Disponível em: <<http://www.aeb.gov.br/institucional/legislacao/regulamentos-e-licencas/>> Acesso: 15 out. 2016.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA (AEB): **Regulamento técnico da segurança para carga útil**. Brasília, 2016b. Disponível em: <<http://www.aeb.gov.br/institucional/legislacao/regulamentos-e-licencas/>> Acesso: 15 out. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC): **Auditoria**. atualizado em: 10 mar. 2016a <[https://www.anac.gov.br/A\\_Anac/institucional/quem-e-quem-1/auditoria](https://www.anac.gov.br/A_Anac/institucional/quem-e-quem-1/auditoria)> Acesso: 22 fev. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC): **Regulamento Brasileiro de Aeronáutica Civil (RBAC)**. credenciamento de pessoas. Brasília, 2011. (RBAC) Nº 183 Emenda Nº00. Disponível em: <[http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-183-emd-00/@@display-file/arquivo\\_norma/RBAC%20183.pdf](http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-183-emd-00/@@display-file/arquivo_norma/RBAC%20183.pdf)> Acesso em: 9 out. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Especificação de aeronave (EA)**. 28 jun. 2013a (EA - 8505). Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/certificacao/Produtos/Espec/EA-8505-09p.pdf>> Acesso em: 5 out. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Instrução Suplementar (IS)** - sistema de dificuldade em serviço. Brasília, 2012. Nº00-001. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/certificacao/CI/Textos/IS-00-001A-P.pdf>> Acesso em: 10 out. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Manual de Procedimentos (MPR)**. Certificação de projeto de tipo brasileiro. Brasília, 2010. (MPR 200). Rev. 02, 11 mai. 2010. (MPR-200).

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Manual de Procedimentos (MPR)** - controle de qualidade do processo de normatização.

Brasília, 2013c. (MPR/SIA-001-R01). Rev. 01, abr. 2013. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/MPI/MPR-001.pdf>>. Acessado em: 05 dez. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Plano Estratégico ANAC 2015-2019**. Brasília, 2015. Disponível em: <[www.anac.gov.br/A\\_Anac/institucional/ANAC\\_Planj\\_estrategico\\_2015\\_2016.pdf](http://www.anac.gov.br/A_Anac/institucional/ANAC_Planj_estrategico_2015_2016.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2016.

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). **Regulamento Brasileiro de Aeronáutica Civil (RBAC)** - requisitos de aeronavegabilidade: aviões categoria normal, utilidade, acrobáticas e transporte regional. Brasília, 2013b. n. 23.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Regulamento Brasileiro de Aeronáutica Civil (RBAC)** - requisitos de aeronavegabilidade: aviões categoria transporte. Brasília, 2014. N. 25.

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

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Regulamento Brasileiro de Aeronáutica Civil (RBAC)**. Brasília, 2016b. atualizado em: 19 out. Disponível em: <<https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac>>. Acessado em: 20 mai.2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Certificação**. Brasília, 2016c. atualizado em: 29 fev. Disponível em: <[http://www.anac.gov.br/A\\_Anac/o-que-fazemos/certificacao](http://www.anac.gov.br/A_Anac/o-que-fazemos/certificacao)>. Acessado em: 09 mar.2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Legislação**. Brasília, 2017b. atualizado em: 19 out. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao>>. Acessado em: 09 mar.2017.

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: 15/02/2017.

ARNAUT, B. M.; SOUZA, M. L. O.; FERRARI, D. B. Avaliação da efetividade de um processo de gerenciamento e engenharia de requisitos para a fase de concepção do ciclo de vida de sistemas. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAIS DE TECNOLOGIA DA MOBILIDADE (SAE), 2016, São Paulo, Brasil. **Anais...** SAE, 2016.

AXELROD, C. W. Creation and Certification of 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.

CARARA JUNIOR, J. E. **Método para levantamento de indicadores em sistemas de gestão do conhecimento**. 2014. 227 p. (sid.inpe.br/mtc-m21b/2014/04.10.16.33-TDI). Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2014. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP5W34M/3G52KKL>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

CENTRO DE SELEÇÃO E PROMOÇÃO DE EVENTOS DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (CESPE/UNB). **Concurso público para provimento de vagas em cargos de nível superior e de nível intermediário - ANAC**. Brasília, 5 dez. 2012. Edital.

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, 2014a. (DCA 800-2). Diretriz.

COMANDO DA AERONÁUTICA - MINISTÉRIO DA DEFESA (COMAER). **Regulamento de aeronavegabilidade militar** É procedimentos para

certificação de produtos aeronáuticos. São José dos Campos, 2014b. (ICA 57-21) . Instrução.

COSTA, J. R. A. Brazilian Military Airworthiness Certification and KC-390 Project Challenge. In: MAWA CONFERECE, 2014, Roma. **Apresentação...** Disponível em: <<https://www.eda.europa.eu/docs/default-source/events/15-ifi---brazilian-certification-and-kc-390-br-maa.pdf>> Acesso em: 20 nov. 2016.

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AEROESPACIAL (DCTA). **Especificação de aeronave Nº EA-7201**. São José dos Campos: Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento. Comissão de Homologação de Aeronave, dez. 1972. (Bandeirante EMB-100/100<sup>a</sup>). Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/certificacao/Produtos/Espec/EA-7201p.pdf>> Acesso em: 1 jul. 2016.

MIL-HDBK-516C, DEPARTMENT OF DEFENSE (DoD) - handbook airworthiness certification criteria. 29 fev. 2014.

MIL-STD-882E, DEPARTMENT OF DEFENSE (DoD) - standard practice system safety, 20 fev. 2000.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO (DOU). **Nº 214**, Seção 1, 14 nov. 2016.

EMBRAER HISTORICAL CENTER. **EMB 110 Bandeirante**. Aircraft history. São José dos Campos: Embraer S.A. Disponível em: <<http://www.centrohistoricoembraer.com.br/en-US/HistoriaAeronaves/Pages/EMB-110-Bandeirante.aspx>> Acesso em: 5 nov.2016.

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 Concil, 3 out. 2012a. Disponível em: <<https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/Annex%20I%20to%20ED%20Decision%202012-020-R.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY (EASA): **Regulamento (UE) Nº748/2012**. The European Parliament and of the Concil, 3 ago. 2012bDisponível 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 mai. 2016.

EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY (EASA): **FAQ n. 19457 (DDP)**. The European Parliament and of the Council, 7 mai. 2015. Disponível em: < <http://www.easa.europa.eu/faq/19457>>. Acesso em: 21 mar. 2017.

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 quality assurance**. Noordwijk, Holanda, 1 mar. 2013. Rev 1. (ECSS-Q-ST-20C).

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). **Glossary of terms**. Noordwijk, Holanda, 2012. (ECSS-S-ST-00-10C).

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

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. ENGENHARIA E TECNOLOGIA ESPACIAIS (INPE.ETE). **Procedimento de configuração e controle dos documentos da ETE**. São José dos Campos, INPE, SJC, 29 out. 2012. (ETE/GDC-PQ-003).

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). **Title 14 - aeronautics and space**. Washington, 18 jan. 2017a. Electronic Code of Federal Regulation. Disponível em: < [http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=8c69e92e16d7244676c0eb91993750f0&mc=true&tpl=/ecfrbrowse/Title14/14tab\\_02.tpl](http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=8c69e92e16d7244676c0eb91993750f0&mc=true&tpl=/ecfrbrowse/Title14/14tab_02.tpl)> Acessado em: 19 jan.2017.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). **Title 14 - Part 23 - airworthiness standards: normal, utility, acrobatic, and commuter category airplanes**, electronic code of federal regulation. Washington, 18 jan. 2017b. . Electronic Code of Federal Regulation. Disponível em: <

[http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?tpl=/ecfrbrowse/Title14/14cfr23\\_main\\_02.tpl](http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?tpl=/ecfrbrowse/Title14/14cfr23_main_02.tpl)> Acesso em: 19 jan.2017.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). **Title 14 - Part 21** - certification procedures for products and articles, Subpart C, Aircraft. Washington, atualizado em 13 mar. 2017c. . Electronic Code of Federal Regulation. Disponível em: < <http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?rgn=div5;node=14%3A1.0.1.3.9>> Acesso em: 15 mar.2017.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). **Technical Standard Orders (TSO)** - Washington, atualizado em mar. 2017d. . Electronic Code of Federal Regulation. Disponível em: < [http://rgl.faa.gov/Regulatory\\_and\\_Guidance\\_Library/rgTSO.nsf/MainFrame?OpenFrameSet](http://rgl.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgTSO.nsf/MainFrame?OpenFrameSet)> Acesso em: 21 mar.2017.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). **Type certification**. Department of Transportation, 2007. Change 5. (Order 8110.4C)

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)

FORTESCUE, P. **Spacecraft systems engineering**. 3. ed. British Library, London, England, 2003. ISBN: 978-0-470-85102-9.

GIDO, J.; CLEMENT, J. P. **Gestão de projetos**. Penn State University e Towson University, Cengage Learning, 2010. ISBN: 978-85-221-0555-7.

GIL, A. C. **Dados técnicos de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. ISBN 978-85-224-5142-5.

GRADY, J. O. **Systems validation and verification**. JOG System Engineering, Inc. San Diego, California, USA, 1997, CRC Press, 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. 2008.

INCOSE. **Systems engineering handbook** - a guide for system life cycle processes and activities. San Diego, CA: John Wiley and Sons Inc., 2011. 386p.v. 3.2.2.

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.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **CBERS Introdução**. São José dos Campos, 2016<sup>a</sup>. Disponível em: [http://www.cbbers.inpe.br/sobre\\_satelite/introducao.php](http://www.cbbers.inpe.br/sobre_satelite/introducao.php). Acesso em: 28 dez. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Estrutura organizacional ETE**. São José dos Campos, 2017a. Disponível em: [http://www.ete.inpe.br/estrutura\\_organizacional/index.php](http://www.ete.inpe.br/estrutura_organizacional/index.php) Acesso em: 23 jan. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Programa Plataforma Multimissão (PMM)**. São José dos Campos, 2016b. Disponível em: <http://www.inpe.br/ete/programas/programas.dhtml>. Acesso em: 20 dez. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Programa Plataforma Multimissão (PMM)**. São José dos Campos, 2016c. Disponível em: [http://www.lit.inpe.br/pt-br/pmm\\_plataforma\\_multi\\_missao/](http://www.lit.inpe.br/pt-br/pmm_plataforma_multi_missao/). Acesso em: 20 dez. 2016c.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE) **Reestruturação organizacional**. São José dos Campos, 24 jun 2016d. (RE/DIR-568-v09). Resolução.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE): **RE/DIR-602-v02**. São José dos Campos, Resolução Grupo de Garantia do Produto, 29 jun 2016e.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO): **ISO 9000 Quality Management Systems 1** fundamentals and vocabulary, Genebra, Suíça, 09 set 2015.

MINISTÉRIO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI): **Portaria nº 897** - Aprova o Regimento Interno do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. Brasília, dez. 2008.

MOURA, W. **História da certificação e criação do IFI**. 14. Ed. São José dos Campos: IFI, 2016. Curso de Certificação de Produtos Aeroespaciais (CCPA).

NOCÊRA, R. J. **Gerenciamento de projetos teoria e prática**. Santo André: Editora do Autor, 2009. ISBN: 978-85-901318-9-2.

OLIVEIRA, J. C. **Método de avaliação de custos da não qualidade em projetos espaciais É caso do programa CBERS**. 2011a. 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: 05 abr. 2016.

OLIVEIRA, J. A. L. **Indicadores de desempenho no setor da aviação civil**. 2011b. 55 p. Artigo (Especialização em controle da Regulamentação) . Tribunal de Contas da União, Brasília, 24 set. 2011.

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.

POSSI JUNIOR, R.; PASSOS, R. C.; OLIVEIRA FILHO, O. . Um novo modelo para submissão de ocorrências aeronáuticas. **Revista Conexão SIPAER**, v. 2, n. 1, nov. 2010.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA - CASA CIVIL. **Lei 7.565** - Código Brasileiro de Aeronáutica. Brasília, 19 dez. 1986. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L7565.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7565.htm)> Acesso em: 10 mar. 2016.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA - CASA CIVIL. **Lei 8.854** - Criação da Agência Espacial Brasileira. Brasília, 10 fev.1994.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA - CASA CIVIL. **Lei 11.182**- Criação da Agência Nacional de Aviação Civil. Brasília, 27 set. 2005. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/Lei/L11182.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11182.htm)> Acesso em: 2 mar. 2016.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®)**. 5. ed. Library of Congress Cataloging-in-Publication, 2013. ISBN: 978-1-62825-007-7.

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. 2017.

RICHARDSON, R.J. **Pesquisa social: método e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1989.

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://www.revistapmkt.com.br/Portals/9/Volumes/15/1\\_Mensura%C3%A7%C3%A3o%20e%20Escalas%20de%20Verifica%C3%A7%C3%A3o%20uma%20An%C3%A1lise%20Comparativa%20das%20Escalas%20de%20Likert%20e%20Phrase%20Completion.pdf](http://www.revistapmkt.com.br/Portals/9/Volumes/15/1_Mensura%C3%A7%C3%A3o%20e%20Escalas%20de%20Verifica%C3%A7%C3%A3o%20uma%20An%C3%A1lise%20Comparativa%20das%20Escalas%20de%20Likert%20e%20Phrase%20Completion.pdf)> Acesso em: 10 jan. 2017.

SOUZA, P. N: **Missões e segmentos**. São José dos Campos: INPE, mar. 2008. 15 slides. Curso introdutório em tecnologia de satélites.

SOUZA, M. L. O. **Engenharia de requisitos**. São José dos Campos: INPE, mar. 2016.

TALAY, T. A. **Introduction to the aerodynamics of flight**. NASA, Washington, DC, EUA, 1975. SP-367.

TORENBEEK, E. **Synthesis of sobsonic airplane design**. Deft University Press , Rotterdam, Netherlands, 1976. ISBN 90-298-2505-7.

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 ago. 2016.

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



## GLOSSÁRIO

**aeronavegabilidade:** 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 aprovados, COMAER (2014a).

**aeronavegabilidade continuada:** 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, Posse (2010).

**atividade:** uma parte distinta e programada do trabalho executado no decorrer do projeto, PMI (2013).

**atividades de verificação:** atividades de investigação especial, teste, inspeção, demonstração, análise ou comparação de dados para verificar se um produto ou serviço cumpre com as exigências estabelecidas, Hoyle (2001).

**baseline:** 1.) uma declaração específica sobre como os padrões devem ser atendidos para tecnologias específicas, neste caso o *baseline* é obrigatório, Axelrod (2016); e 2.) versão aprovada de um produto de trabalho que só pode ser alterada através de procedimentos formais de controle de mudança e é usada como uma base de comparação, PMI (2013).

**certificação:** é atestar que o produto (aeronáutico) cumpre com os requisitos, estabelecidos pela autoridade competente, por meio de um processo pelo qual uma organização certificadora reconhece o seu projeto, após verificação técnica adequada, da conformidade com as especificações e então, emite um certificado formal para o requerente da certificação, adaptado de ANAC (2017) e COMAER (2014a).

**conformidade:** atendimento às especificações, de acordo com Souza (2016).

**critério:** normas, regras ou testes pelos quais uma opinião ou decisão pode basear-se, ou pelos quais um produto, serviço, resultado ou processo pode ser avaliado, Hoyle (2001).

**cumprimento:** obediência obrigatória às leis e regulamentações ou o sistema adere completamente aos requisitos exigidos, Axelrod (2016).

**dificuldades em serviço:** é um sistema que coleta e processa todas as informações relativas a acidentes e incidentes com aeronaves e busca assegurar que quaisquer falhas, mal funcionamentos ou defeitos em qualquer produto aeronáutico sejam relatados e analisados ANAC (.2016).

**elicitação (*elicitation*):** processo de entender as necessidades dos consumidores ou usuários para o sistema planejado.

**especificação:** documento que especifica, de maneira completa, precisa e verificável, os requisitos, projeto, comportamento ou outras características de um sistema, componente, produto, resultado ou serviço e os procedimentos para determinar se essas cláusulas foram satisfeitas. Exemplos: especificação de requisitos, especificação de projeto, especificação de produto e especificação de testes, Hoyle (2001).

**garantia:** evidência que mostra de forma confiável que algo vai ocorrer ou ainda já ocorreu, Hoyle (2001).

**garantia da qualidade:** como parte da gestão da qualidade focada em fornecer confiança que os requisitos da qualidade serão cumpridos, Hoyle (2001).

**garantia do produto:** disciplina dedicada ao estudo, planejamento e implementação de atividades destinadas garantir as especificações, controles, métodos e técnicas de um projeto que resultam em um grau satisfatório de qualidade no produto, ECSS (2012).

**Garantia do Produto ou GP:** grupo pertencente ao Serviço de Engenharia da Qualidade (SEQ/ETE/INPE).

**marco (*milestone*):** um ponto ou evento significativo de um projeto, programa, ou portfólio, PMI (2013).

**prática:** é uma técnica ou metodologia que, através da experiência e da pesquisa, provou ser confiável para conduzir a um resultado desejado, Axelrod (2016).

**processo:** uma série de tarefas de nível mais alto que foi projetada para permitir que aqueles dentro da organização cumpram a política. Processos são vistos como gerenciamento de atividades, Axelrod (2016).

**procedimento:** uma lista detalhada das tarefas que devem ser executadas para cumprir os padrões e o *baseline*. Os procedimentos são específicos para aqueles que executam as tarefas e se aplicam a tecnologias e ambientes específicos, Axelrod (2016).

**produto:** artefato produzido, quantificável e que pode ser um item final ou um item componente. Produtos também são chamados de materiais ou bens, PMI (2003).

**projeto:** é um conjunto coordenado e controlado de atividades com uma data de início e fim, empreendido com objetivo de alcançar conformidade com requisitos específicos, incluindo limitações de tempo, custo e recursos, ECSS (2012).

**qualidade:** atendimento aos requisitos das partes interessadas, Souza (2016).

**qualificação:** determinação por uma série de testes, análise de documentos e de processos que evidenciam a capacidade de um produto atender ao desempenho especificado, Hoyle (2001).

**rastreabilidade:** 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).

**validação:** processo para determinar se um item cumpre com a finalidade para qual foi selecionado ou projetado, Hoyle (2001).

**verificação** é o ato de estabelecer a verdade ou exatidão de um fato, teoria, declaração ou condição. Já as **atividades de verificação** são investigação especial, teste, inspeção, demonstração, análise ou comparação de dados para verificar se um produto ou serviço cumpre com os requisitos estabelecidos, Hoyle (2001).

**requisito:** de forma geral, para este trabalho, **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, baseado em Young (2004). Ou seja, requisitos são as necessidades declaradas das partes interessadas. Entretanto, para o tema certificação, **requisito** pode ser entendido também como exigência estabelecida legalmente, tornando-se especificação, Souza (2016).

## **APÊNDICE A Ë VERIFICAÇÃO DOS PROCESSOS ATUAIS DO INPE**

### **A.1 Ë Objetivo**

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

### **A.2 Ë Método**

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

- 1º. Apresentação da motivação para a realização da verificação dos processos apresentados no Capítulo 4;
- 2º. Entrega do Capítulo 4 para os membros da equipe do Serviço da Engenharia da Qualidade do INPE (SEQ), para que fosse avaliado;
- 3º. Entrega do questionário (Tabela B1) para que fosse preenchido no final da avaliação.

Tabela A.1 - Avaliação, sob a ótica 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	<p>Em relação à fidelidade dos processos apresentados do SEQ com ênfase na garantia do produto, estes, sob a ótica da garantia do produto, para o escopo deste trabalho, podem ser considerados:</p> <p>( ) completos</p> <p>( ) satisfatórios</p> <p>( ) pouco satisfatórios</p> <p>( ) insatisfatórios</p>
2. Visão global	<p>Em relação a uma visão global dos processos, figuras e fluxogramas apresentados, dentro do escopo deste trabalho, estes podem ser considerados:</p> <p>( ) completos</p> <p>( ) satisfatórios</p> <p>( ) pouco satisfatórios</p> <p>( ) insatisfatórios</p>
3. Observações adicionais	<p>(...) Não tenho observações adicionais.</p> <p>(...) Tenho observações adicionais:</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

### A.3 - Resultado

Figura A.1 - Avaliação processo SEQ - colaborador 1.

Cargo:	TECNOLOGISTA SENIOR
Função:	RESP. GARANTIA PRODUTO CBERS
Tempo de experiência na área:	+ 20 ANOS - GERAL <del>15</del> ANOS SP
1. Fidelidade	Em relação à fidelidade dos processos apresentados de do SEQ, 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 checked="" 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 checked="" type="checkbox"/> satisfatórios <input type="checkbox"/> pouco satisfatórios <input type="checkbox"/> insatisfatórios
3. Observações adicionais	(...) Não tenho observações adicionais. <input checked="" type="checkbox"/> Tenho observações adicionais: <del>Os processos utilizados devem ser melhor estudados e reanalisados para satélites de pequenos e médio porte.</del>
	<u>JUAN CARLOS SOARES ALBUQUERQUE</u> Nome /01/2017

Figura A.2 - Avaliação processo SEQ - colaborador 2.

Cargo:	TECNOLOGISTA SENIOR
Função:	CHEFE DO SERVIÇO DE ENGENHARIA DA QUALIDADE
Tempo de experiência na área:	16 ANOS EM GARANTIA DO PRODUTO 31 ANOS NO INPE
1. Fidelidade	Em relação à fidelidade dos processos apresentados de do SEQ, 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 checked="" 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 checked="" 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: <hr/> <hr/>

*Suely Mitsuko Hirakawa Jonda*

Nome

26/01/2017

Figura A.3 - Avaliação processo SEQ - colaborador 3.

Cargo:	Tecnologista
Função:	Engenheiro de Garantia do Produto
Tempo de experiência na área:	8 anos
1. Fidelidade	Em relação à fidelidade dos processos apresentados de Engenharia de Requisitos, Engenharia de Sistemas e Garantia do Produto com ênfase na garantia do produto, estes, sob a ótica da garantia do produto, podem ser considerados: <input type="checkbox"/> completos <input checked="" type="checkbox"/> satisfatórios <input type="checkbox"/> pouco satisfatórios <input type="checkbox"/> insatisfatórios
2. Visão global	Em relação a uma visão global dos processos e fluxogramas apresentados, estes podem ser considerados: <input type="checkbox"/> completos <input checked="" type="checkbox"/> satisfatórios <input type="checkbox"/> pouco satisfatórios <input type="checkbox"/> insatisfatórios
3. Observações adicionais	(...) Não tenho observações adicionais. <input checked="" type="checkbox"/> Tenho observações adicionais: <u>Como sugestão para próximos trabalhos: o entendimento poderia ser melhorado com a apresentação de mais fluxogramas dos processos.</u>

  
 Gledson Hernandez Diniz

09/01/2017



## **APÊNDICE B Ë VERIFICAÇÃO DOS PROCESSOS ATUAIS DE CERTIFICAÇÃO AERONÁUTICA**

### **B.1 Ë Objetivo**

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

### **B.2 Ë Método**

O método empregado para a verificação das informações apresentadas sob a ótica da certificação aeronáutica 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 os membros da equipe da divisão de Certificação de Produtos Aeroespaciais (CPA) do Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI) do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), 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	<p>Em relação à fidelidade das informações apresentadas sobre os conceitos, nomenclaturas e o modelo adotado pela certificação aeronáutica civil brasileira no Capítulo 5, dentro do escopo deste trabalho, elas podem ser avaliadas como:</p> <p><input type="checkbox"/> completas</p> <p><input type="checkbox"/> satisfatórias</p> <p><input type="checkbox"/> pouco satisfatórias</p> <p><input type="checkbox"/> insatisfatórias</p>
2. Visão global	<p>Em relação a uma visão global dos processos e figuras apresentadas, dentro do escopo deste trabalho, esses podem ser considerados:</p> <p><input type="checkbox"/> completos</p> <p><input type="checkbox"/> satisfatórios</p> <p><input type="checkbox"/> pouco satisfatórios</p> <p><input type="checkbox"/> insatisfatórios</p>
3. Observações adicionais	<p>(...) Não tenho observações adicionais.</p> <p>(...) Tenho observações adicionais:</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

### B.3 É Resultado

Figura B.1 - Avaliação processo ANAC - colaborador 1.

Avaliação, sob a ótica da certificação, das informações contidas no Capítulo 5.

Cargo:	Gerente Industrial do Gripen F-X2
Função:	Majon Aviador
Tempo de experiência na área:	7 anos
1. Fidelidade	Em relação à fidelidade das informações apresentadas sobre os conceitos, nomenclaturas e o processo adotado pela certificação aeronáutica civil brasileira no Capítulo 5, dentro do escopo deste trabalho, essas informações 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: <hr/> <hr/>

  
 \_\_\_\_\_  
 Guilherme Moreira de Souza Nome

30/01/2017



## **APÊNDICE C É VERIFICAÇÃO DO ESTUDO DE CASO**

### **C.1 É Objetivo**

Verificar, sob a ótica técnica as necessidades levantadas e os requisitos elicitados no Centro de Controle de Satélites, durante a tarefa de acompanhamento das atividades realizada pelo Grupo da Garantia do Produto Software do SEQ, no qual também foi possível realizar o projeto piloto deste trabalho.

### **C.2 É Método**

O método empregado para a verificação das necessidades, sob a ótica específica dos especialistas nas atividades, que compuseram o projeto piloto da proposta 5, até a fase 3 (Capítulo 8), seguiram as seguintes etapas:

- 1º. Apresentação da motivação para realizar o levantamento das necessidades no Centro de Controle de Satélites, tendo como foco a qualidade do processos, dentro do escopo do SEQ;
- 2º. Observação da possibilidade de realizar um estudo de caso para verificar a aplicação da proposta de número 5, tratada no Capítulo 8, Estratégia de Harmonização de MoC;
- 3º. Preparação de material contendo as necessidades levantadas;
- 4º. Entrega do material para avaliação dos especialistas, onde foram entregues aos colaboradores: planilhas com as necessidades dos operadores, da garantia da qualidade e da garantia do produto software;
- 5º. Recebimento de alterações e alinhamento de ideias e entrega do questionário (Tabela C1), para que fosse preenchido no final da avaliação.
- 6º. Elaboração do Capítulo 8, com o resultado com um exemplo de aplicação.

Tabela C.1 - Avaliação, sob a ótica técnica das necessidades levantadas e os requisitos elicitados para o projeto piloto, exposto no Capítulo 8.

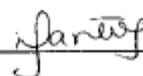
Cargo:	
Função:	
Tempo de experiência na área:	
1. Fidelidade	Em relação à fidelidade das necessidades levantadas e apresentadas, disponibilizadas nas planilhas entregues que compõe o estudo, da proposta da Estratégia de Harmonização de MoC, exposta no Capítulo 8, na minha área de atuação (_____), podem ser consideradas:  <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 das informações apresentadas, essas podem ser consideradas:  <input type="checkbox"/> completas <input type="checkbox"/> satisfatórias <input type="checkbox"/> pouco satisfatórias <input type="checkbox"/> insatisfatórias
3. Avaliação da Proposta	Em relação a contribuição adicionada pela proposta às atividades desempenhadas, essa pode ser considerada:  <input type="checkbox"/> muito significativa <input type="checkbox"/> significativa <input type="checkbox"/> pouco significativa <input type="checkbox"/> insignificativa
4. Observações adicionais	(...) Não tenho observações adicionais. (...) Tenho observações adicionais: _____ _____

### C.3 É Resultado

Figura C.1 - Avaliação, sob a ótica técnica - Capítulo 8 - avaliador 1.

Avaliação, sob a ótica técnica as necessidades levantadas e os requisitos elicitados para o projeto piloto exposto no Capítulo 8.

Cargo:	Danielle Fernanda dos Santos
Função:	Operadora de Software de Dinâmica Orbital
Tempo de experiência na área:	20 anos
1. Fidelidade	<p>Em relação à fidelidade das necessidades levantadas e apresentadas, disponibilizadas nas planilhas entregues que compõe o estudo, da proposta da Estratégia de Harmonização de MoC, exposta no Capítulo 8, na minha área de atuação (Dinâmica Orbital), podem ser consideradas:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> completas <input type="checkbox"/> satisfatórias</p> <p><input type="checkbox"/> pouco satisfatórias <input type="checkbox"/> insatisfatórias</p>
2. Visão global	<p>Em relação a uma visão global das informações apresentadas, estas podem ser consideradas:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> completas <input type="checkbox"/> satisfatórias</p> <p><input type="checkbox"/> pouco satisfatórias <input type="checkbox"/> insatisfatórias</p>
3. Avaliação da Proposta	<p>Em relação a contribuição adicionada pela proposta às atividades desempenhadas, essa pode ser considerada:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> muito significativa <input type="checkbox"/> significativa</p> <p><input type="checkbox"/> pouco significativa <input type="checkbox"/> insignificativa</p>
4. Observações adicionais	<p><input checked="" type="checkbox"/> Não tenho observações adicionais.</p> <p><input type="checkbox"/> Tenho observações adicionais:</p> <p>_____</p> <p>_____</p>



Nome

19/01/2017

Figura C.2 - Avaliação, sob a ótica técnica - Capítulo 8 - avaliador 2.

Avaliação, sob a ótica técnica as necessidades levantadas e os requisitos elicitados para o projeto piloto exposto no Capítulo 8.

Cargo:	Vanda Maria Verdelli Alves
Função:	Operadora de Software de Dinâmica Orbital
Tempo de experiência na área:	27 anos
1. Fidelidade	<p>Em relação à fidelidade das necessidades levantadas e apresentadas, disponibilizadas nas planilhas entregues que compõe o estudo, da proposta da Estratégia de Harmonização de MoC, exposta no Capítulo 8, na minha área de atuação (Dinâmica Orbital), podem ser consideradas:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> completas <input type="checkbox"/> satisfatórias</p> <p><input type="checkbox"/> pouco satisfatórias <input type="checkbox"/> insatisfatórias</p>
2. Visão global	<p>Em relação a uma visão global das informações apresentadas, estas podem ser consideradas:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> completas <input type="checkbox"/> satisfatórias</p> <p><input type="checkbox"/> pouco satisfatórias <input type="checkbox"/> insatisfatórias</p>
3. Avaliação da Proposta	<p>Em relação a contribuição adicionada pela proposta às atividades desempenhadas, essa pode ser considerada:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> muito significativa <input type="checkbox"/> significativa</p> <p><input type="checkbox"/> pouco significativa <input type="checkbox"/> insignificativa</p>
4. Observações adicionais	<p><input checked="" type="checkbox"/> Não tenho observações adicionais.</p> <p><input type="checkbox"/> Tenho observações adicionais:</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

Vanda Maria Verdelli Alves

Nome

19/01/2017

## **APÊNDICE D Ë AVALIAÇÃO DAS PROPOSTAS**

### **D.1 Ë Objetivo**

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

### **D.2 Ë 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 SEQ;
- 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 e a planilha de avaliação;
- 7º. Recebimento das avaliações; e.
- 6º. Finalização do item 7.1.1 com o resultado das avaliações das propostas.

Todas as fichas de avaliação originais preenchidas foram disponibilizadas para consulta da banca examinadora deste trabalho.

Tabela D.1 - Avaliação, sob a ótica das atividades desempenhas pelo SEQ (frente).

PONTUAÇÃO DAS PROPOSTAS								
<b>Questão:</b> Você considera que as propostas enumeradas afetam positivamente os critérios abaixo em qual nível da escala?								
1- Não Concordo Totalmente; 2- Não Concordo Parcialmente; 3- Indiferente; 4 - Concordo Parcialmente; 5 - Concordo Totalmente								
<b>NOME:</b>	<b>PONTUAÇÃO</b>							
<b>CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO</b>	<b>PROP 01</b>	<b>PROP 02</b>	<b>PROP 03</b>	<b>PROP 04</b>	<b>PROP 05</b>	<b>PROP 06</b>	<b>PROP 07</b>	<b>PROP 08</b>
<b>1 Técnico</b>								
1.1. Qualidade do Produto Final ou Serviço Desempenhado								
1.2. Segurança da Missão e da Equipe								
1.3. Capacidade de Detecção de Erro ou Desvio								
1.4. Atendimento ao Requisito								
<b>2 Operacional</b>								
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								
<b>3 Tático</b>								
3.1. Custo Envolvido na Implantação da Atividade								
3.2. Envolvimento para a Implantação								
3.3. Atividade Atual								
3.4. Coerência com a Visão da Instituição								
<b>Assinatura</b>								

Tabela D.2 - Avaliação, sob a ótica das atividades desempenhas pelo SEQ (verso).

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO	PROP 09	PROP 10	PROP 11	PROP 12	PROP 13	PROP 14	PROP 15
<b>1 Técnico</b>							
1.1. Qualidade do Produto Final ou Serviço Desempenhado							
1.2. Segurança da Missão e da Equipe							
1.3. Capacidade de Detecção de Erro ou Desvio							
1.4. Atendimento ao Requisito							
<b>2 Operacional</b>							
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							
<b>3 Tático</b>							
3.1. Custo Envolvido na Implantação da Atividade							
3.2. Envolvimento para a Implantação							
3.3. Atividade Atual							
3.4. Coerência com a Visão da Instituição							

## 4 É Resultado

Figura D.1 - Avaliação das propostas - colaborador 1.

PONTUAÇÃO DAS PROPOSTAS																															
<p>Questão: Você considera que as propostas enumeradas afetam positivamente os critérios abaixo em qual nível da escala?</p> <p>1- Não Concordo Totalmente; 2- Não Concordo Parcialmente; 3- Indiferente; 4 - Concordo Parcialmente; 5 - Concordo Totalmente</p>																															
NOME: Gledson - Colaborador 1		PONTUAÇÃO																													
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15															
<b>1 Técnico (60%)</b>																															
1.1. Qualidade do Produto Final ou Serviço Desempenhado		5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	4	0,6	4	0,6	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	4	0,6	5	0,75	4	0,6		
1.2. Segurança da Missão e da Equipe		5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	4	0,6	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	4	0,6	5	0,75	5	0,75	4	0,6		
1.3. Capacidade de Detecção de Erro ou Desvio		4	0,6	5	0,75	5	0,75	5	0,75	4	0,6	4	0,6	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	4	0,6	5	0,75	4	0,6		
1.4. Atendimento ao Requisito		5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	4	0,6	5	0,75	4	0,6	5	0,75	5	0,75	5	0,75	4	0,6	5	0,75	5	0,75	4	0,6		
<b>2 Operacional (20%)</b>																															
2.1. Tempo para Execução da Atividade		4	0,24	5	0,3	4	0,24	4	0,24	5	0,3	3	0,18	4	0,24	4	0,24	4	0,24	5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3	4	0,24
2.2. Custo Envolvido na Execução da Atividade		3	0,18	4	0,24	4	0,24	4	0,24	4	0,24	3	0,18	4	0,24	4	0,24	4	0,24	5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3
2.3. Equipe Envolvida na Atividade		5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2	4	0,16	5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2
2.4. Treinamento dos Envolvidos		5	0,2	4	0,16	5	0,2	5	0,2	5	0,2	4	0,16	5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2	4	0,16	5	0,2	5	0,2	5	0,2
<b>3 Tático (15%)</b>																															
3.1. Custo Envolvido na Implantação da Atividade		4	0,12	4	0,12	4	0,12	3	0,09	4	0,12	3	0,09	4	0,12	4	0,12	4	0,12	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	4	0,12
3.2. Envolvimento para a Implantação		5	0,15	5	0,15	5	0,15	4	0,12	4	0,12	4	0,12	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15
3.3. Atividade Atual		5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3	4	0,24	4	0,24	4	0,24	5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3
3.4. Coerência com a Visão da Instituição		5	0,15	4	0,12	5	0,15	4	0,12	5	0,15	4	0,12	4	0,12	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15
<b>Total</b>			<b>4,39</b>		<b>4,59</b>		<b>4,6</b>		<b>4,51</b>		<b>4,57</b>		<b>3,65</b>		<b>4,21</b>		<b>4,45</b>		<b>4,6</b>		<b>4,75</b>		<b>4,75</b>		<b>4,3</b>		<b>4,56</b>		<b>4,75</b>		<b>4,06</b>

Figura D.2 - Avaliação das propostas - colaborador 2.

PONTUAÇÃO DAS PROPOSTAS																														
<p>Questão: Você considera que as propostas enumeradas afetam positivamente os critérios abaixo em qual nível da escala?</p> <p>1- Não Concordo Totalmente; 2- Não Concordo Parcialmente; 3- Indiferente; 4 - Concordo Parcialmente; 5 - Concordo Totalmente</p>																														
NOME: José Eduardo - Colaborador 2		PONTUAÇÃO																												
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26			
<b>1 Técnico (60%)</b>																														
1.1. Qualidade do Produto Final ou Serviço Desempenhado		5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	4	0,6	5	0,75	5	0,75			
1.2. Segurança da Missão e da Equipe		5	0,75	5	0,75	4	0,6	4	0,6	4	0,6	5	0,75	4	0,6	5	0,75	5	0,75	4	0,6	5	0,75	4	0,6	5	0,75			
1.3. Capacidade de Detecção de Erro ou Desvio		5	0,75	5	0,75	4	0,6	4	0,6	4	0,6	5	0,75	4	0,6	5	0,75	5	0,75	4	0,6	5	0,75	4	0,6	5	0,75			
1.4. Atendimento ao Requisito		5	0,75	5	0,75	4	0,6	4	0,6	4	0,6	5	0,75	4	0,6	5	0,75	5	0,75	4	0,6	5	0,75	4	0,6	5	0,75			
<b>2 Operacional (20%)</b>																														
2.1. Tempo para Execução da Atividade		5	0,3	5	0,3	5	0,3	4	0,24	4	0,24	5	0,3	4	0,24	4	0,24	5	0,3	5	0,3	5	0,3	4	0,24	4	0,24			
2.2. Custo Envolvido na Execução da Atividade		5	0,3	5	0,3	5	0,3	4	0,24	4	0,24	5	0,3	4	0,24	4	0,24	5	0,3	5	0,3	5	0,3	4	0,24	4	0,24			
2.3. Equipe Envolvida na Atividade		5	0,2	5	0,2	5	0,2	4	0,16	4	0,16	5	0,2	4	0,16	4	0,16	5	0,2	5	0,2	5	0,2	4	0,16	4	0,16			
2.4. Treinamento dos Envolvidos		5	0,2	5	0,2	5	0,2	4	0,16	4	0,16	5	0,2	4	0,16	4	0,16	5	0,2	5	0,2	5	0,2	4	0,16	4	0,16			
<b>3 Tático (15%)</b>																														
3.1. Custo Envolvido na Implantação da Atividade		5	0,15	5	0,15	5	0,15	4	0,12	4	0,12	5	0,15	4	0,12	4	0,12	5	0,15	5	0,15	5	0,15	4	0,12	4	0,12			
3.2. Envolvimento para a Implantação		5	0,15	5	0,15	5	0,15	4	0,12	4	0,12	5	0,15	4	0,12	4	0,12	5	0,15	5	0,15	5	0,15	4	0,12	4	0,12			
3.3. Atividade Atual		5	0,3	5	0,3	5	0,3	4	0,24	4	0,24	5	0,3	4	0,24	4	0,24	5	0,3	5	0,3	5	0,3	4	0,24	4	0,24			
3.4. Coerência com a Visão da Instituição		5	0,15	5	0,15	5	0,15	4	0,12	4	0,12	5	0,15	4	0,12	4	0,12	5	0,15	5	0,15	5	0,15	4	0,12	4	0,12			
<b>Total</b>		4,75		4,75		4,3		3,95		3,95		4,75		3,8		4,4		4,75		4,75		4,3		4,4		3,8		4,75		4,4

Figura D.3 - Avaliação das propostas - colaborador 3.

PONTUAÇÃO DAS PROPOSTAS																													
<p>Questão: Você considera que as propostas enumeradas afetam positivamente os critérios abaixo em qual nível da escala?</p> <p>1- Não Concordo Totalmente; 2- Não Concordo Parcialmente; 3- Indiferente; 4 - Concordo Parcialmente; 5 - Concordo Totalmente</p>																													
NOME: xxxxxxxx - Colaborador 3		PONTUAÇÃO																											
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
<b>1 Técnico (60%)</b>																													
1.1. Qualidade do Produto Final ou Serviço Desempenhado		5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75
1.2. Segurança da Missão e da Equipe		5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75
1.3. Capacidade de Detecção de Erro ou Desvio		5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75
1.4. Atendimento ao Requisito		5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75
<b>2 Operacional (20%)</b>																													
2.1. Tempo para Execução da Atividade		4	0,24	4	0,24	4	0,24	5	0,3	5	0,3	5	0,3	4	0,24	4	0,24	4	0,24	5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3
2.2. Custo Envolvido na Execução da Atividade		4	0,24	5	0,3	3	0,18	3	0,18	5	0,3	4	0,24	3	0,18	3	0,18	4	0,24	4	0,24	5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3
2.3. Equipe Envolvida na Atividade		5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2	4	0,16	4	0,16	5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2
2.4. Treinamento dos Envolvidos		5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2	4	0,16	4	0,16	5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2
<b>3 Tático (15%)</b>										0		3	0,09																
3.1. Custo Envolvido na Implantação da Atividade		5	0,15	3	0,09	3	0,09	3	0,09	5	0,15	4	0,12	3	0,09	4	0,12	4	0,12	4	0,12	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15
3.2. Envolvimento para a Implantação		5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	4	0,12	4	0,12	4	0,12	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15
3.3. Atividade Atual		4	0,24	5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3	4	0,24	4	0,24	5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3
3.4. Coerência com a Visão da Instituição		4	0,12	4	0,12	4	0,12	4	0,12	4	0,12	4	0,12	4	0,12	4	0,12	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15
<b>Total</b>			4,54		4,6		4,48		4,54		4,72		4,63		4,31		4,43		4,57		4,6		4,75		4,75		4,75		4,75

Figura D.4 - Avaliação das propostas - colaborador 4.

PONTUAÇÃO DAS PROPOSTAS																															
Questão: Você considera que as propostas enumeradas afetam positivamente os critérios abaixo em qual nível da escala? 1- Não Concordo Totalmente; 2- Não Concordo Parcialmente; 3- Indiferente; 4 - Concordo Parcialmente; 5 - Concordo Totalmente																															
NOME: xxxxxxxx - Colaborador 4		PONTUAÇÃO																													
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15	
<b>1 Técnico (60%)</b>																															
1.1. Qualidade do Produto Final ou Serviço Desempenhado		5	0,75	4	0,6	5	0,75	5	0,75	5	0,75	0	0	3	0,45	5	0,75	5	0,75	5	0,75	3	0,45	1	0,15	5	0,75	3	0,45		
1.2. Segurança da Missão e da Equipe		4	0,6	4	0,6	5	0,75	5	0,75	5	0,75	0	0	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	3	0,45	1	0,15	5	0,75	3	0,45		
1.3. Capacidade de Detecção de Erro ou Desvio		4	0,6	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	0	0	3	0,45	5	0,75	5	0,75	5	0,75	3	0,45	1	0,15	5	0,75	3	0,45		
1.4. Atendimento ao Requisito		4	0,6	4	0,6	5	0,75	4	0,6	4	0,6	0	0	3	0,45	5	0,75	5	0,75	4	0,6	3	0,45	1	0,15	4	0,6	3	0,45		
<b>2 Operacional (20%)</b>																														0	
2.1. Tempo para Execução da Atividade		5	0,3	4	0,24	5	0,3	4	0,24	4	0,24	0	0	5	0,3	5	0,3	3	0,18	4	0,24	5	0,3	2	0,12	4	0,24	3	0,18		
2.2. Custo Envolvido na Execução da Atividade		5	0,3	5	0,3	5	0,3	4	0,24	4	0,24	0	0	5	0,3	5	0,3	3	0,18	4	0,24	5	0,3	2	0,12	4	0,24	3	0,18		
2.3. Equipe Envolvida na Atividade		5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2	4	0,16	0	0	5	0,2	5	0,2	3	0,12	5	0,2	3	0,12	2	0,08	4	0,16	3	0,12		
2.4. Treinamento dos Envolvidos		4	0,16	5	0,2	5	0,2	5	0,2	4	0,16	0	0	5	0,2	5	0,2	3	0,12	5	0,2	3	0,12	2	0,08	4	0,16	3	0,12		
<b>3 Tático (15%)</b>																															
3.1. Custo Envolvido na Implantação da Atividade		5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	4	0,12	0	0	5	0,15	5	0,15	3	0,09	5	0,15	5	0,15	2	0,06	4	0,12	3	0,09		
3.2. Envolvimento para a Implantação		5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	0	0	5	0,15	5	0,15	3	0,09	5	0,15	5	0,15	2	0,06	5	0,15	3	0,09		
3.3. Atividade Atual		5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3	0	0	5	0,3	5	0,3	3	0,18	5	0,3	5	0,3	2	0,12	5	0,3	3	0,18		
3.4. Coerência com a Visão da Instituição		5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	0	0	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	2	0,06	5	0,15	3	0,09		
<b>Total</b>			4,26		4,24		4,75		4,48		4,37		0	0	3,85		4,75		4,11		4,48		3,39		1,3		4,37		2,85		

Figura D.5 - Avaliação das propostas - colaborador 5.

PONTUAÇÃO DAS PROPOSTAS																															
<p>Questão: Você considera que as propostas enumeradas afetam positivamente os critérios abaixo em qual nível da escala?</p> <p>1- Não Concordo Totalmente; 2- Não Concordo Parcialmente; 3- Indiferente; 4 - Concordo Parcialmente; 5 - Concordo Totalmente</p>																															
NOME: xxxxxxxx - Colaborador 5		PONTUAÇÃO																													
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15	
<b>1 Técnico (60%)</b>																															
1.1. Qualidade do Produto Final ou Serviço Desempenhado		5	0,75	5	0,75	4	0,6	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	0	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	2	0,3	5	0,75	5	0,75	
1.2. Segurança da Missão e da Equipe		5	0,75	5	0,75	3	0,45	4	0,6	5	0,75	5	0,75	5	0,75	0	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	2	0,3	5	0,75	5	0,75	
1.3. Capacidade de Detecção de Erro ou Desvio		5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	0	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	3	0,45	5	0,75	5	0,75	
1.4. Atendimento ao Requisito		5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	0	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	3	0,45	5	0,75	5	0,75	
<b>2 Operacional (20%)</b>								0																							
2.1. Tempo para Execução da Atividade		5	0,3	5	0,3	2	0,12	4	0,24	5	0,3	4	0,24	4	0,24	0	5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3	2	0,12	5	0,3	5	0,3	
2.2. Custo Envolvido na Execução da Atividade		5	0,3	5	0,3	2	0,12	5	0,3	5	0,3	5	0,3	4	0,24	0	5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3	3	0,18	5	0,3	5	0,3	
2.3. Equipe Envolvida na Atividade		5	0,2	5	0,2	3	0,12	4	0,16	5	0,2	5	0,2	5	0,2	0	5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2	2	0,08	5	0,2	5	0,2	
2.4. Treinamento dos Envolvidos		3	0,12	5	0,2	3	0,12	3	0,12	5	0,2	4	0,16	5	0,2	0	5	0,2	5	0,2	5	0,2	4	0,16	4	0,16	5	0,2	5	0,2	
<b>3 Tático (15%)</b>																															
3.1. Custo Envolvido na Implantação da Atividade		5	0,15	5	0,15	4	0,12	5	0,15	5	0,15	4	0,12	5	0,15	0	4	0,12	5	0,15	5	0,15	5	0,15	3	0,09	5	0,15	5	0,15	
3.2. Envolvimento para a Implantação		5	0,15	5	0,15	5	1,68	4	0,12	5	0,15	5	0,15	5	0,15	0	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	4	0,12	5	0,15	5	0,15	
3.3. Atividade Atual		5	0,3	5	0,3	4	0,24	4	0,24	5	0,3	5	0,3	5	0,3	0	5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3	3	0,18	5	0,3	5	0,3	
3.4. Coerência com a Visão da Instituição		5	0,15	5	0,15	5	0,15	3	0,09	5	0,15	5	0,15	5	0,15	0	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	3	0,09	5	0,15	5	0,15	
<b>Total</b>		<b>4,67</b>		<b>4,75</b>		<b>5,22</b>		<b>4,27</b>		<b>4,75</b>		<b>4,62</b>		<b>4,63</b>	<b>0</b>		<b>4,72</b>		<b>4,75</b>		<b>4,75</b>		<b>4,71</b>		<b>2,52</b>		<b>4,75</b>		<b>4,75</b>		

Figura D.6 - Avaliação das propostas - colaborador 6.

PONTUAÇÃO DAS PROPOSTAS																															
<p>Questão: Você considera que as propostas enumeradas afetam positivamente os critérios abaixo em qual nível da escala?</p> <p>1- Não Concordo Totalmente; 2- Não Concordo Parcialmente; 3- Indiferente; 4 - Concordo Parcialmente; 5 - Concordo Totalmente</p>																															
NOME: xxxxxxxx - Colaborador 6		PONTUAÇÃO																													
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15															
<b>1 Técnico (60%)</b>																															
Desempenhado		4	0,6	4	0,6	4	0,6	5	0,75	4	0,6	4	0,6	2	0,3	3	0,45	4	0,6	4	0,6	3	0,45	4	0,6	5	0,75	4	0,6		
1.2. Segurança da Missão e da Equipe		4	0,6	4	0,6	4	0,6	4	0,6	4	0,6	4	0,6	2	0,3	3	0,45	4	0,6	5	0,75	3	0,45	4	0,6	4	0,6	4	0,6		
1.3. Capacidade de Detecção de Erro ou Desvio		4	0,6	3	0,45	4	0,6	4	0,6	4	0,6	4	0,6	2	0,3	3	0,45	3	0,45	4	0,6	3	0,45	3	0,45	5	0,75	5	0,75		
1.4. Atendimento ao Requisito		4	0,6	4	0,6	4	0,6	4	0,6	3	0,45	4	0,6	3	0,45	3	0,45	3	0,45	4	0,6	4	0,6	3	0,45	3	0,45	4	0,6	3	0,45
<b>2 Operacional (20%)</b>																															
2.1. Tempo para Execução da Atividade		3	0,18	3	0,18	3	0,18	3	0,18	4	0,24	3	0,18	3	0,18	3	0,18	3	0,18	4	0,24	4	0,24	4	0,24	3	0,18	4	0,24	4	0,24
2.2. Custo Envolvido na Execução da Atividade		3	0,18	3	0,18	3	0,18	3	0,18	3	0,18	3	0,18	3	0,18	3	0,18	3	0,18	4	0,24	4	0,24	4	0,24	3	0,18	3	0,18	3	0,18
2.3. Equipe Envolvida na Atividade		4	0,16	3	0,12	4	0,16	3	0,12	3	0,12	3	0,12	4	0,16	3	0,12	3	0,12	4	0,16	4	0,16	5	0,2	3	0,12	3	0,12	3	0,12
2.4. Treinamento dos Envolvidos		4	0,16	4	0,16	4	0,16	4	0,16	4	0,16	4	0,16	5	0,2	3	0,12	4	0,16	5	0,2	5	0,2	3	0,12	5	0,2	4	0,16	4	0,16
<b>3 Tático (15%)</b>																															
3.1. Custo Envolvido na Implantação da Atividade		3	0,09	3	0,09	3	0,09	3	0,09	4	0,12	3	0,09	3	0,09	3	0,09	3	0,09	3	0,09	4	0,12	4	0,12	3	0,09	3	0,09	3	0,09
3.2. Envolvimento para a Implantação		4	0,12	3	0,09	4	0,12	4	0,12	3	0,09	3	0,09	4	0,12	3	0,09	3	0,09	3	0,09	4	0,12	5	0,15	3	0,09	3	0,09	3	0,09
3.3. Atividade Atual		3	0,18	3	0,18	3	0,18	4	0,24	4	0,24	4	0,24	3	0,18	3	0,18	3	0,18	4	0,24	3	0,18	3	0,18	4	0,24	4	0,24	3	0,18
3.4. Coerência com a Visão da Instituição		4	0,12	4	0,12	4	0,12	4	0,12	4	0,12	4	0,12	3	0,09	3	0,09	4	0,12	4	0,12	4	0,12	4	0,12	4	0,12	4	0,12	4	0,12
<b>Total</b>			<b>3,59</b>		<b>3,37</b>		<b>3,59</b>		<b>3,76</b>		<b>3,46</b>		<b>3,64</b>		<b>3,44</b>		<b>2,48</b>		<b>2,85</b>		<b>3,59</b>		<b>3,93</b>		<b>3,25</b>		<b>3,24</b>		<b>3,98</b>		<b>3,58</b>

Figura D.7 - Avaliação das propostas - colaborador 7.

PONTUAÇÃO DAS PROPOSTAS																																	
<p>Questão: Você considera que as propostas enumeradas afetam positivamente os critérios abaixo em qual nível da escala?</p> <p>1- Não Concordo Totalmente; 2- Não Concordo Parcialmente; 3- Indiferente; 4 - Concordo Parcialmente; 5- Concordo Totalmente</p>																																	
NOME: xxxxxxxx - Colaborador 7		PONTUAÇÃO																															
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																	
<b>1 Técnico (60%)</b>																																	
1.1. Qualidade do Produto Final ou Serviço Desempenhado		4	0,6	5	0,75	5	0,75	4	0,6	5	0,75	4	0,6	3	0,45	5	0,75	4	0,6	4	0,6	5	0,75	4	0,6	1	0,15	4	0,6	4	0,6		
1.2. Segurança da Missão e da Equipe		5	0,75	5	0,75	4	0,6	4	0,6	5	0,75	4	0,6	4	0,6	5	0,75	5	0,75	5	0,75	4	0,6	1	0,15	4	0,6	3	0,45	3	0,45		
1.3. Capacidade de Detecção de Erro ou Desvio		4	0,6	5	0,75	4	0,6	4	0,6	5	0,75	4	0,6	3	0,45	5	0,75	4	0,6	5	0,75	5	0,75	4	0,6	2	0,3	3	0,45	3	0,45		
1.4. Atendimento ao Requisito		4	0,6	5	0,75	4	0,6	5	0,75	4	0,6	4	0,6	3	0,45	4	0,6	4	0,6	2	0,3	2	0,3	4	0,6	4	0,6	4	0,6	3	0,45		
<b>2 Operacional (20%)</b>																																	
2.1. Tempo para Execução da Atividade		3	0,18	4	0,24	4	0,24	4	0,24	4	0,24	3	0,18	5	0,3	4	0,24	4	0,24	4	0,24	4	0,24	4	0,24	4	0,24	2	0,12	4	0,24	4	0,24
2.2. Custo Envolvido na Execução da Atividade		4	0,24	4	0,24	4	0,24	4	0,24	4	0,24	4	0,24	5	0,3	4	0,24	4	0,24	4	0,24	4	0,24	4	0,24	4	0,24	4	0,24	4	0,24	4	0,24
2.3. Equipe Envolvida na Atividade		4	0,16	4	0,16	4	0,16	5	0,2	5	0,2	4	0,16	5	0,2	4	0,16	4	0,16	4	0,16	4	0,16	5	0,2	4	0,16	4	0,16	4	0,16	4	0,16
2.4. Treinamento dos Envolvidos		5	0,2	5	0,2	4	0,16	5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2	4	0,16	4	0,16	4	0,16	5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2	4	0,16	4	0,16
<b>3 Tático (15%)</b>																																	
3.1. Custo Envolvido na Implantação da Atividade		5	0,15	3	0,09	4	0,12	4	0,12	5	0,15	4	0,12	5	0,15	4	0,12	4	0,12	3	0,09	4	0,12	5	0,15	5	0,15	5	0,15	4	0,12	4	0,12
3.2. Envolvimento para a Implantação		5	0,15	4	0,12	4	0,12	4	0,12	5	0,15	5	0,15	5	0,15	4	0,12	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	4	0,12	4	0,12
3.3. Atividade Atual		2	0,12	2	0,12	4	0,24	4	0,24	3	0,18	3	0,18	3	0,18	4	0,24	4	0,24	3	0,18	3	0,18	3	0,18	5	0,3	1	0,06	2	0,12	2	0,12
3.4. Coerência com a Visão da Instituição		2	0,06	2	0,06	4	0,12	3	0,09	3	0,09	3	0,09	5	0,15	3	0,09	3	0,09	2	0,06	2	0,06	2	0,06	2	0,06	5	0,15	4	0,12	4	0,12
<b>Total</b>			<b>3,81</b>		<b>4,23</b>		<b>3,95</b>		<b>4</b>		<b>4,3</b>		<b>3,72</b>		<b>3,58</b>		<b>4,22</b>		<b>3,95</b>		<b>3,68</b>		<b>3,9</b>		<b>3,82</b>		<b>2,67</b>		<b>3,51</b>		<b>3,23</b>		

## **APÊNDICE E – VERIFICAÇÃO DOS CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DAS PROPOSTAS**

### **E.1 – Objetivo**

Verificar, sob a ótica da garantia do produto, os critérios e pesos estabelecidos no Capítulo 7 para avaliação das propostas apresentadas.

### **E.2 – Método**

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

- 1º. Apresentação da motivação para a realização da verificação dos critérios e seus pesos apresentados no Capítulo 7;
- 2º. Entrega do Capítulo 7 para a chefe da equipe do Serviço da Engenharia da Qualidade do INPE (SEQ), para que fosse avaliado;
- 3º. Entrega do questionário (Tabela E1) para que fosse preenchido no final da avaliação.

Tabela E.1 - Avaliação, sob a ótica da garantia do produto, dos critérios e pesos estabelecidos no Capítulo 7.

Cargo:	
Função:	
Tempo de experiência na área:	
1. Fidelidade	<p>Em relação à relevância aos grupos estabelecidos e critérios para avaliação das propostas, sob a ótica da garantia do produto, podem ser considerados:</p> <p><input type="checkbox"/> satisfatórios</p> <p><input type="checkbox"/> pouco satisfatórios</p> <p><input type="checkbox"/> insatisfatórios</p>
2. Visão global	<p>Em relação aos pesos estabelecidos para avaliação das propostas apresentadas, estes podem ser considerados:</p> <p><input type="checkbox"/> satisfatórios</p> <p><input type="checkbox"/> pouco satisfatórios</p> <p><input type="checkbox"/> insatisfatórios</p>
3. Observações adicionais	<p>(...) Não tenho observações adicionais.</p> <p>(...) Tenho observações adicionais:</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

### E.3 É Resultado

Figura E.1 - Avaliação de critérios Capítulo 7 - avaliador 1.

Avaliação, sob a ótica da garantia do produto, dos critérios e pesos estabelecidos no Capítulo 7.

<p>Cargo: Função: Tempo de experiência na área:</p>	<p>TECNOLOGISTA SENIOR CHEFE DO SERVIÇO DE ENG. DA QUALIDADE 31 ANOS NO INPE</p>
<p>1. Fidelidade</p>	<p>Em relação à relevância aos grupos estabelecidos e critérios para avaliação das propostas, sob a ótica da garantia do produto, podem ser considerados:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> satisfatórios</p> <p><input type="checkbox"/> pouco satisfatórios</p> <p><input type="checkbox"/> insatisfatórios</p>
<p>2. Visão global</p>	<p>Em relação aos pesos estabelecidos para avaliação das propostas apresentadas, estes podem ser considerados:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> satisfatórios</p> <p><input type="checkbox"/> pouco satisfatórios</p> <p><input type="checkbox"/> insatisfatórios</p>
<p>3. Observações adicionais</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Não tenho observações adicionais. <input type="checkbox"/> Tenho observações adicionais:</p> <hr/> <hr/>

SUELY MITSUKO H. GONDO

Nome

25/01/2017



## **APÊNDICE F É *TEMPLATE* E FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE TRATATIVA DA FCAR (FICHA DE CONTROLE DE ASSUNTO RELEVANTE)**

### **F.1 - *Template* de FCAR sugerido para o SEQ**

Segue abaixo o *template* com as informações pertinentes ao documento FCAR sugerido para o SEQ, baseado em FAA (2014).

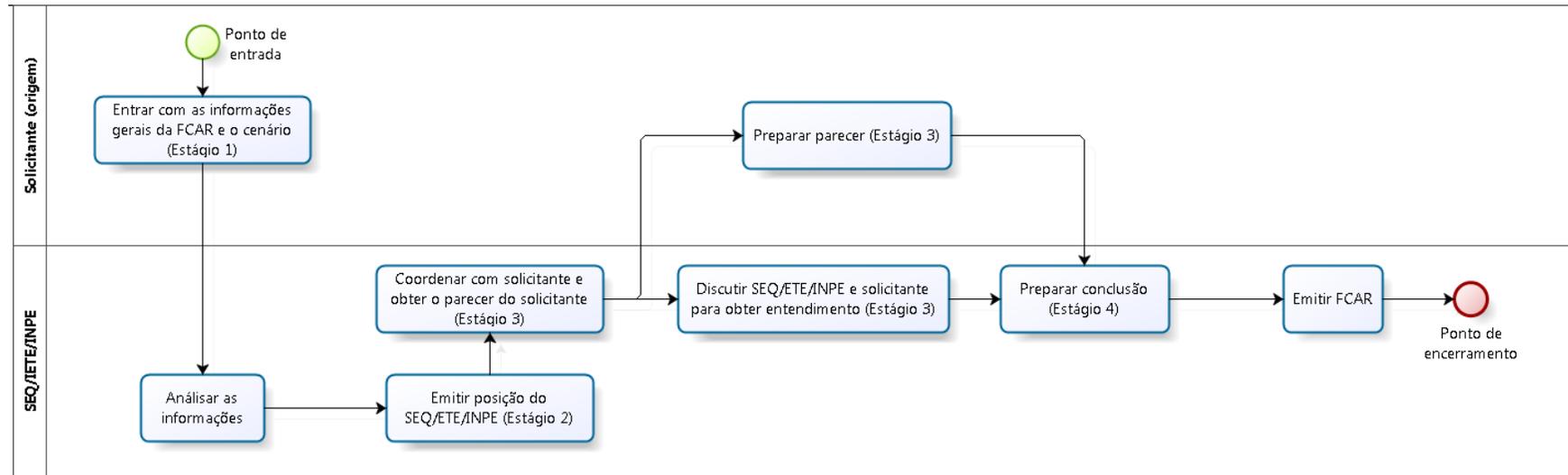
- FCAR utilizado para divulgação externa ao INPE (sugestão);
- e CAI utilizado para divulgação interna ao INPE (sugestão).

Figura F.1 - Template FCAR ou CAI.

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

Fonte: adaptado de FAA (2014).

Figura F.2 - Fluxograma do processo de tratativa da FCAR ou CAI.



Fonte: adaptado de FAA (2014).