



11º Workshop em Engenharia e Tecnologia Espaciais  
18, 19 e 20 de agosto de 2020

# Comparação de Garantias de Missões Espaciais para Satélites de Pequeno e Médio Porte

Cristiane Mariano Zavati Silva<sup>1</sup>, Marcelo Lopes O. Souza<sup>2</sup>

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil

<sup>1</sup>Aluna de Doutorado do Curso de Engenharia e Tecnologia Espaciais/Opção Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais –ETE/CSE

<sup>2</sup> Professor Doutor do Curso de Engenharia e Tecnologia Espaciais/Opção Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais –ETE/CSE

cristiane.silva@inpe.br

---

**Resumo.** *O presente artigo delinea a comparação de garantias de missões espaciais para satélites de pequeno e médio porte. Para este trabalho foram selecionados os atributos representados pela ferramenta IDEF 0, sendo esses: entradas, saídas, mecanismos e controles. Adicionalmente, foram mostradas as fases para as comparações. Algumas das práticas discutidas neste documento podem auxiliar no controle do cumprimento de requisitos para a área espacial, o que pode impulsionar alguns projetos com recursos limitados e altos custos.*

---

**Palavras-chave:** Requisito; Certificação; Cumprimento; Espacial; Aeronáutica; Processo; Garantia; Produto; Aeroespacial.

## 1. Introdução

A indústria espacial, bem como outras grandes indústrias, experimenta um rápido avanço das tecnologias envolvidas e o aumento da complexidade em seus equipamentos e subsistemas. Consequentemente, 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.

Essa indústria, assim como outras, vivencia a preocupação quanto à integração das disciplinas envolvidas desde a concepção da missão até o descarte do produto. Dentre elas, destacam-se: a Engenharia de Sistemas, o Gerenciamento de Projetos e a Garantia da Qualidade. Similarmente, a Garantia de Missão vem tomando importância, inicialmente na área militar; e hoje, está bem estruturada e vivenciada pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*). Além dessa instituição, a ESA (*European Space Agency*) também apresenta tal preocupação, porém a distribui em diferentes disciplinas e possui uma estrutura díspar da NASA. Uma disciplina da Garantia de Missão que vem se destacando quanto a essa preocupação é a Computação, com ênfase em Segurança Cibernética e suas derivações, de acordo com as publicações recentes.



Podem-se citar ainda alguns fatores gerenciados pela Garantia de Missão e vivenciados pela área aeroespacial. São eles: o tempo de desenvolvimento de um determinado projeto ou missão, a exigência na disponibilidade, a segurança envolvida, o alto custo associado tanto do produto quanto das instalações de teste e armazenamento. Todos esses fatores contribuem para aumentar a preocupação de se garantir e estruturar o projeto/ missão de forma robusta; e isso durante todo o ciclo de vida do produto.

Porém, é importante fazer um balanço do que realmente precisa ser aplicado a cada missão para não inviabilizá-la com exigências desnecessárias. Essencialmente, nesse cenário cabe uma proposta para estudar as abordagens existentes, a fim de propor uma nova abordagem para otimizar recursos com a Garantia de Missão, mantendo o foco na verificação e cumprimento das exigências estabelecidas. Isso com o objetivo de aplicação em satélites de pequeno e médio porte, mas podendo ser estendida para produtos complexos em geral.

De forma a contribuir com esse cenário, a indústria 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. Consequentemente, 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. Para tal, está sendo realizado um estudo comparativo entre os processos relacionados à garantia de missão da área espacial e certificação aeronáutica para poder observar as melhorias adequadas advindas da área aeronáutica, então poder montar uma proposta de garantia de missões espaciais aprimorada.

### **1.1. Cenário**

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 (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), para satélites de pequeno e médio porte.

Somando-se a isso, foi publicada uma Portaria da AEB (Agência Espacial Brasileira), no Diário Oficial da União, no dia 10 de Janeiro de 2011 (DOU, 2011), autorizando o IFI a atuar como Organismo Certificador Espacial (OCE).



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 (*Federal Aviation Administration*) no segmento espacial); e a segunda frente consiste em atividades do PNAE (Programa Nacional de Atividades Espaciais), visando garantir a missão e segurança delas.

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 de missão espacial, parcialmente adotada pelo INPE, comparação com a realizada no ambiente internacional (NASA e ESA) 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 e na indústria espacial. Somando-se a isso, serão utilizadas de ferramentas de gestão de projetos e métodos de decisão para a proposta final. 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.

Como a Garantia de Missão mantém em sua origem a preocupação com o cumprimento das exigências da missão, como um todo, integrando diversas áreas, é bem pertinente fazer uma abordagem específica para satélites de pequeno e médio porte. Essa abordagem amplia o escopo da Garantia do Produto (Silva, 2017) já realizado no INPE e considera também as formas padronizadas nas instituições que desenvolvem produtos espaciais.

## 2. Metodologia

Este trabalho delinea a comparação entre as Garantias de Missões Espaciais realizadas por instituições renomadas para auxiliar na elaboração de uma nova abordagem com as melhorias encontradas durante o processo de comparação e avaliação, sendo o trabalho inicial da Tese de Doutorado da autora.

A discussão apresentada faz uso de duas abordagens:

- A primeira abordagem proposta utiliza teoria e análise para entender e descrever os processos existentes da garantia de missão do nacional/ internacional e na certificação de tipo da aeronáutica civil, por meio de estudo das publicações; e
- A segunda abordagem utiliza modelagem e identificação para descrever as fases, organização das ideias e atributos existentes.

## 3. Descrição

Cf. o *Mission Assurance Guide* (Aerospace Corporation, 2007), a Garantia de Missão (*Mission Assurance - MA*) é definida como a aplicação disciplinada de princípios comprovados da ciência, engenharia, qualidade e gerenciamento de programas com o objetivo de alcançar o sucesso da missão. O MA segue uma estrutura geral de Engenharia



de Sistemas, Gerenciamento de Projetos, e Avaliação de Riscos, ao longo do ciclo de vida do programa.

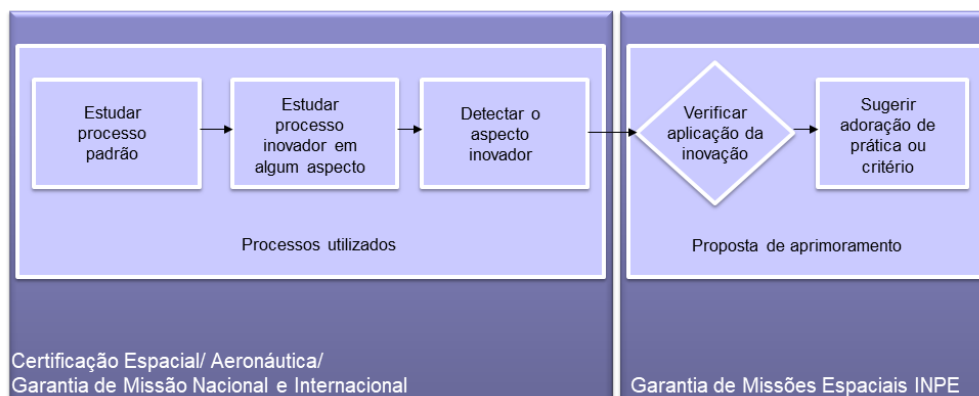
Processos da Garantia de Missão (Aerospace Corporation, 2010):

- Garantia do Programa;
- Validação e análise de requisitos;
- Garantia do projeto;
- Garantia da fabricação;
- Avaliação, integração e testes;
- Garantia da prontidão operacional;
- Operação, manutenção e sustentabilidade;
- Revisões e auditorias da Garantia de Missão.

Abaixo são apresentadas as sequências de atividades, parâmetros e organização proposta para as comparações da Garantia de Missão Espacial.

Primeiramente, a Dissertação de Mestrado de SILVA (2017) estabelece um comparativo entre a garantia do produto INPE com a certificação aeronáutica (ANAC), essas informações são utilizadas para compor as comparações. Importante ressaltar que a garantia do produto realizada no INPE é baseada nos padrões da ECSS (*European Corporation for Space Standardization*) publicado pela ESA.

A Figura 1 mostra a sequência de comparações que são adotadas neste trabalho. Os passos utilizados são: realizar o estudo dos padrões, verificar os aspectos inovadores; identificar, selecionar, aplicar e avaliar a inovação. Após a avaliação, sugerir a adoção ou não do aspecto inovador. Por fim, reunir os aspectos de melhoria e unificá-los em uma proposta de abordagem da garantia de missões espaciais.



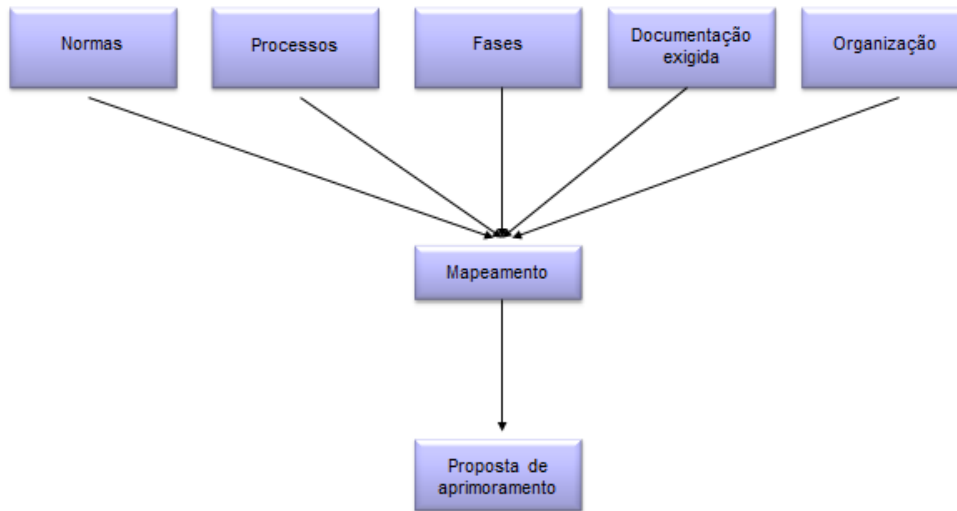
**Figura 1. Sequência de comparações.**

A Figura 2 apresenta os parâmetros de comparação: normas, processos, fases existentes, documentação exigida e organização.

O levantamento das informações foi organizado tendo como referência a ferramenta IDEF 0 (PMI, 2013) de modelagem de processos. As características levantadas foram: entradas,

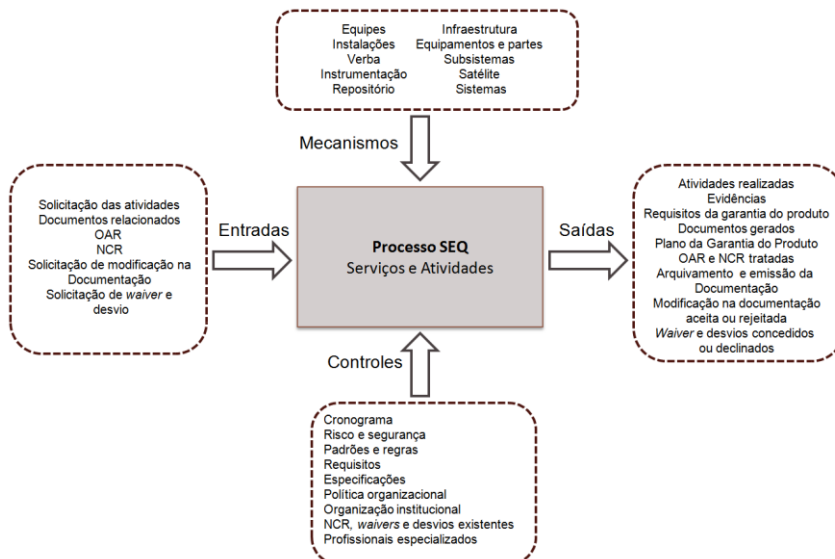


saídas, controle e mecanismos. Adicionalmente, foi necessário elencar alguns atributos e peculiaridades das atividades desempenhadas.



**Figura 2. Parâmetros de Comparação.**

O diagrama IDEF 0 (PMI, 2013) de nível superior é utilizado como forma de organizar as informações de cada instituição. Como exemplo, tem-se a Figura 3 (Silva, 2017) que apresenta os principais serviços do SEQ (Serviço de Engenharia da Qualidade), 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.



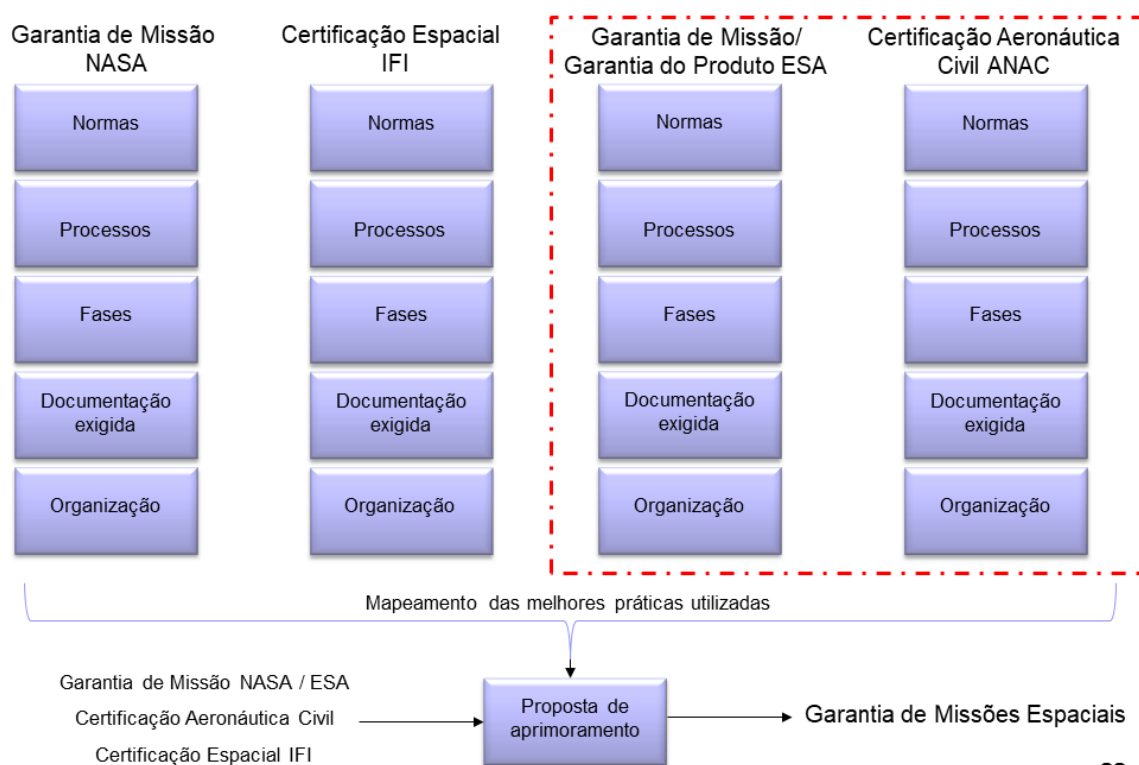
**Figura 3. Diagrama IDEF 0 de nível superior para o processo adotado pelo SEQ para as atividades de garantia do produto [Silva, 2017].**

A Figura 4 apresenta a sequência de comparações entre as instituições selecionadas e os parâmetros escolhidos.



Para a garantia de missão espacial, foram escolhidas as instituições mais importantes no âmbito internacional, que são: NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) e ESA. Já no cenário nacional foi selecionado o INPE. Para a certificação foram escolhidos os organismos certificadores ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) e IFI (Instituto de Fomento e Coordenação Industrial).

O retângulo tracejado em vermelho evidencia as comparações já realizadas que são encontradas na Dissertação de Mestrado de SILVA (2017); porém, cabe a ressalva que será realizada uma adição de conteúdo quanto ao aspecto específico de garantia de missão que não é abordado na garantia do produto.



**Figura 4. Método de Comparação e Parâmetros Selecionados.**

Após as comparações, serão verificadas as possíveis melhorias apropriadas para a aplicação na área espacial. Então, será realizada uma proposta de aprimoramento.

### 3. Resultados e Discussão

Primeiramente, com esse método de comparação apresentado espera-se prover um estudo aprofundado da bibliografia disponível sobre garantia de missão, tanto no que se refere à abordagem, premissas e processos adotados quanto suas aplicações.

Ainda, espera-se realizar um comparativo entre a abordagem ESA e NASA, tanto com conteúdo quanto com a estrutura (uma forma de organização), além da verificação dos métodos, ferramentas e filosofias utilizadas internacionalmente, baseando-se na ferramenta IDEF 0 para a organização das informações.



Dessa forma, será possível verificar como se dá a integração dos segmentos que compõem o setor espacial, com o foco na garantia de missão de forma padronizada e otimizada, os padrões disponibilizados não revelam o como realizar essas atividades.

Então, será possível, criar uma abordagem para realizar uma adequação das exigências e recursos necessários para um novo projeto e assim, estabelecer suas necessidades, processos e interações entre as áreas relacionadas a garantia de missão.

Outro ponto de inovação será a detecção das interações entre as áreas e seus processos associados, juntamente com adição de conceitos e práticas da indústria aeronáutica.

#### 4. Conclusão

O presente trabalho realizou tudo a que se propôs, delineando a comparação entre as bibliografias existentes, estabelecendo uma estratégia de comparação entre os processos da certificação de aeronáutica (ANAC/IFI) e garantia de missões espaciais (NASA/ESA/INPE), evidenciando as fases, parâmetros, ferramentas, instituições e organização do conteúdo.

Com isso, o estudo contribui com uma aplicação padronizada das práticas existentes, de forma simplificada e focada, preocupando-se com os assuntos de forma clara e dentro do escopo específico, diminuindo assim, carga de trabalho desnecessária e focando em pontos críticos do desenvolvimento, garantindo assim, um projeto mais enxuto, seguro, conciso e menos custoso.

#### Referências

AEROSPACE CORPORATION: **Mission Assurance Guide** - Technical Operating Report - TOR - 2007 (8546) - 6018 Rev. B.

AEROSPACE CORPORATION: **Mission Assurance Program Framework** – Technical Operating Report - TOR - 2010 (8591) – 18.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC): **Regulamento Brasileiro de Aeronáutica Civil (RBAC)** - credenciamento de pessoas. Brasília, 2011a. (RBAC) N° 183 Emenda N°00. 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.

\_\_\_\_\_**Manual de Procedimentos (MPR)** - certificação de projeto de tipo brasileiro. Brasília, 2010. (MPR 200). Rev. 02, 11 mai. 2010. (MPR-200).

\_\_\_\_\_**Regulamento Brasileiro de Aeronáutica Civil (RBAC)** - certificação de produto aeronáutico. Brasília, 2009. n. 21.

\_\_\_\_\_**Regulamento Brasileiro de Aeronáutica Civil (RBAC)** - credenciamento de pessoas. Brasília, 2011b. N. 183.

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



- \_\_\_\_\_  
**Garantia da qualidade e da segurança de sistemas e produtos no COMAER.**  
São José dos Campos, 2014a. (DCA 800-2). Diretriz.
- \_\_\_\_\_  
**Regulamento de Aeronavegabilidade Militar** – procedimentos para certificação de produtos aeronáuticos. São José dos Campos, 2014b. (ICA 57-21). Instrução.
- DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO (DOU). Pag. 13, Seção 1, 10 jan. 2011.
- EUROPEAN COOPERATION FOR SPACE STANDARDIZATION (ECSS) **Space project management** – project planning and implementation. Noordwijk, Holanda, 2009. (ECSS-M-ST-10C).
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). **Type certification.** Department of Transportation, 2007. Change 5. (Order 8110.4C)
- 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.
- SILVA, CRISTIANE MARIANO ZAVATI. **Identificação de um Processo da Garantia do Produto Espacial (INPE) e Proposição de seu Melhoramento Baseada na Sumarização de um Correspondente Processo Aeronáutico (ANAC).** / Cristiane Mariano Zavati Silva - São José dos Campos: INPE, 2017. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34P/3NAUL4B>>. Acesso em: 10 fev. 2018.