



**Aplicação da uma Estratégia de Harmonização de Means of
Compliance (Métodos de Verificação) a um Estudo de Caso da Área
Espacial**

Cristiane Mariano Zavati Silva

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (cristiane.mzsilva@gmail.com)

Guilherme Micheli Bedini Moreira

Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA (moreira@ita.br)

Dr. Marcelo Lopes de Oliveira e Souza

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (marcelo.souza@inpe.br)

Resumo

Este artigo apresenta um estudo de caso sobre a aplicação da Estratégia de Harmonização de Means of Compliance (MoC) em um projeto da indústria espacial. A estratégia consiste em alinhar as expectativas das partes interessadas por meio de uma sequência de atividades divididas em fases. O objetivo é garantir o cumprimento dos requisitos do produto e identificar pontos passíveis de melhoria no processo adotado na execução das atividades. O estudo apresenta 15 propostas de aprimoramento para o Serviço de Engenharia da Qualidade do INPE, visando atuar nos pontos detectados. Os resultados mostram que a adoção da Estratégia de Harmonização de MoC pode impactar positivamente o sucesso do projeto, garantindo a qualidade do produto e aumentando a satisfação das partes interessadas.

Palavras-chave: Garantia, Produto, Espacial, Requisito, Cumprimento.



Abstract

This article presents a case study on the application of the Means of Compliance (MoC) Harmonization Strategy in a space industry project. The strategy consists of aligning stakeholders' expectations through a sequence of activities divided into phases. The goal is to ensure compliance with product requirements and identify areas for improvement in the process used to execute activities. The study presents 15 proposals for improving the Quality Engineering Service at INPE, aiming to address identified issues. Results show that adopting the MoC Harmonization Strategy can positively impact project success by ensuring product quality and increasing stakeholder satisfaction.

Keywords: Assurance, Product, Space, Requirement, Compliance.

Resumen

Este artículo presenta un estudio de caso sobre la aplicación de la Estrategia de Armonización de Medios de Cumplimiento (MoC) en un proyecto de la industria espacial. La estrategia consiste en alinear las expectativas de los stakeholders a través de una secuencia de actividades divididas en fases. El objetivo es asegurar el cumplimiento de los requisitos del producto e identificar puntos de mejora en el proceso adoptado en la realización de las actividades. El estudio presenta 15 propuestas de mejora para el Servicio de Ingeniería de Calidad del INPE, con el objetivo de actuar sobre los puntos detectados. Los resultados muestran que la adopción de la estrategia de armonización de MoC puede tener un impacto positivo en el éxito del proyecto, asegurando la calidad del producto y aumentando la satisfacción de las partes interesadas.

Palabras clave: Garantía, Producto, Espacio, Requisito, Cumplimiento.



1. INTRODUÇÃO

A indústria espacial lida com projetos de alta tecnologia, desenvolvimento específico, qualificação de novos componentes e materiais. Ainda, em todas as indústrias, 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. Este trabalho adota-a cf. PMI (2013). Segundo esta, tal ciclo a definição de ciclo de vida do projeto, esse 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.

Segundo a ECSS (2009), 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, baseados em ECSS (2009). 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. 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

Artigo Completo



“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 elicitación (*elicitation*). Young (2004) indica também que esta elicitación é referente ao processo de “entender as necessidades dos consumidores ou usuários para o sistema planejado ou suas expectativas”. O investimento na elicitación 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. Ao final, deve-se demonstrar o atendimento dos requisitos via os Meios de Cumprimento (Means of Compliance-MoCs). Estes devem ser harmonizados ao início, para evitar conflitos ao final. Neste trabalho é apresentada uma aplicação de uma estratégia de harmonização de MoCs em um estudo de caso da área espacial, e os resultados obtidos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Projeto

Para este trabalho a definição de projeto adotada é a estabelecida pelo *Project Management Institute* (PMI), uma associação reconhecida mundialmente na área de gerenciamento de projetos. De acordo com o PMI (2017), projeto (*project*) é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado. Cf. Keeling(2019) entende-se que isso envolve um prazo limitado com datas previstas para a conclusão.

Os projetos variam em forma e tamanho, podendo durar desde poucos dias ou até alguns anos, dependendo de sua natureza. Nos últimos, observa-se que os valores financeiros são mais altos e os controles envolvidos durante sua execução são mais exigentes.

2.2. Programa

Para Keeling (2019), o programa consiste em um conjunto de subprogramas, projetos e operações (componentes do programa) que estejam relacionados entre si e gerenciados de forma coordenada, visando gerar benefícios diferenciados dos que seriam obtidos com a condução de forma separada. Apresentam também elementos de controle de forma integrada.

2.3. 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, cf. Young (2004).

Ainda de acordo com Young (2004), os requisitos são importantes por “prover as bases para todo o desenvolvimento do trabalho que 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 elicitación (*elicitation*). Young (2004) indica também que esta elicitación é referente ao processo de “entender 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;



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

VII SAEPRO – 14 e 15 de junho de 2023

- compreender e capturar as necessidades dos clientes: **elicitação** dos requisitos;
- identificar os requisitos: trata-se de indicar requisitos em frases e reuni-las como um conjunto;
- esclarecer e reavaliar os requisitos: garantir que eles descrevam as reais necessidades dos interessados e que o texto reflita exatamente isso;
- analisar os requisitos: garantir que os requisitos estejam bem definidos e exatamente conforme os critérios estabelecidos;
- definir os requisitos: cada parte interessada pode ter uma perspectiva do sistema e dos requisitos de forma diferente. É importante investir tempo para haver entendimento e vocabulário comuns;
- especificar os requisitos: incluir todos os detalhes precisamente para que possam ser incluídos num documento de especificação;
- 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;
- derivar os requisitos: são requisitos que devido à concepção do sistema não proporcionam um benefício direto ao usuário final;
- particionamento de requisitos: classificam-se os requisitos como aqueles que podem ser atendidos por hardware, software, treinamento e documentação, por exemplo;

- 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;
- 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;
- 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 próprio para a execução da atividade;
- 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; 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.

2.4. Exemplo de aplicação da Estratégia de Harmonização de MoC

Na Dissertação de Silva (2017) foram apresentadas 15 propostas de aprimoramento para o processo adotado na execução das atividades do SEQ (Serviço de Engenharia da Qualidade) do INPE, visando atuar nos pontos passíveis de melhoria detectados. Para este trabalho será abordada a proposta de número 5 denominada de “Estratégia de Harmonização de MoCs”.

A "Estratégia de Harmonização de MoCs", foi escolhida para ser utilizada em um estudo de caso, aplicável às necessidades do INPE. Método que 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 softwares do Centro de Controle de Satélites do INPE.

2.5. Cenário

O Centro de Controle de Satélites (CCS) do INPE realiza atividades que dependem da utilização de softwares e aplicativos. O CCS verificou a possibilidade de utilizar um sistema para a integração de alguns softwares existentes, tendo como objetivo otimizar algumas das atividades realizadas. Para isso, foi realizado um acompanhamento das atividades desempenhadas pela equipe do CCS, durante três meses, a fim de identificar suas necessidades para essa possível integração.

3. MÉTODO

De acordo com o Silva (2017) e Silva et al (2018), tal método é utilizado na área aeronáutica e espacial; e foi adaptado pela autora ao INPE. Ele se origina como um item do Plano de Certificação, item 5.4.1 (Silva, 2017) e promove o entendimento comum dos requisitos. O método 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. 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 impacta no contrato, pois pode gerar modificações nos requisitos, acarretando em impacto financeiro. No caso específico de organizações públicas, o exercício dos requisitos é imprescindível ser 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 mantidos fixos após a etapa de licitação.

Essa proposta pode também ser utilizada para novos trabalhos do SEQ que envolvam 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 do fornecedores;
- (C) Descrição completa das necessidades;
- (D) Ponto focal do cliente;
- (E) Tecnologias/ disciplina 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 MoCs 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 todos os MoCs 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 requisitos, no caso de ter MoCs, estratégias, recursos e/ou recursos já acordados;

Fase 6 - aceitação do cliente:

(M) Aceitação dos requisitos 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. Isso fica 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, pode ser visto com detalhes em Silva (2018).

4. RESULTADOS

As necessidades dos interessados foram originadas nos colaboradores do Centro de Controle de Satélites (CCS) e da antiga Coordenação de Engenharia e Tecnologia Espaciais (ETE).

Após 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. Destas 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 MoCs", então as necessidades foram trabalhadas e transformaram-se em requisitos.

A ordem do estudo seguiu as fases listadas na Proposta 5 do Capítulo 7 (Silva, 2017).

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 softwares 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 1 à 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 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 Implementação	Membro do CCS	RGP 13	Implementar uma ferramenta para gerenciamento de BUGs.

Fonte: Silva (2017).

Em seguida, na fase 2 (Tabelas 2 e 3), as necessidades foram analisadas e transformadas em requisitos, através da técnica de Engenharia de Requisitos, descrita 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 2 e 3, os retângulos tracejados em vermelhos ilustram as partes da proposta que não são realizadas padronizadamente e formalmente na instituição.

Tabela 2. Evolução do requisito

Descrição da necessidade	Implantar ferramenta para gerenciamento de BUG
Ator	O Centro de Controle de Satélites e Engenharia
Condição	A ferramenta deve estar disponível em todas as máquinas e para todos os operadores
Ação	Implantar uma ferramenta que gerencie e registre os BUG dos softwares utilizados
Objeto da Ação	Informar e registrar evento anômalos de software
Limitações da Ação	A ferramenta deve ser de fácil acesso à um usuário sem conhecimentos de programação e um local para elencar criticidade inicial
Refinamento do Objetivo	Deve ser estabelecida uma cadeia de responsáveis pelas informações de cada software gerenciado
Fonte do Objetivo	Informar aos responsáveis pela manutenção sobre os eventos anômalos
Destinação do Objetivo	Manter os softwares operacionais sem depreciação
Refinamento da Ação	Devem ser estabelecidos os responsáveis pela manutenção de cada software

Legenda: os retângulos tracejados em vermelhos ilustram as partes da proposta que não são realizadas padronizadamente e formalmente na instituição.

Fonte: Silva (2017).

Já na fase 3 (Tabela 3), as soluções propostas que foram validadas, juntamente com o entendimento dos requisitos vindo do fornecedor, bem como o *draft* do cronograma viável.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

VII SAEPRO – 14 e 15 de junho de 2023

Tabela 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 softwares devem implementar uma ferramenta que gerencie e registre os bugs dos softwares utilizados, com o objetivo de registrar eventos anômalos durante a execução dos 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 implementação 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 vermelhos ilustram as partes da proposta que não são realizadas padronizadamente e formalmente na instituição.

Fonte: Silva (2017).

Tabela 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 vermelhos ilustram as partes da proposta que não são realizadas padronizadamente e formalmente na instituição.

Fonte: Silva (2017).

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 5. Requisito RGP 13 - Fases 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: Silva (2017)

Tabela 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: Silva (2017).

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 Fase 6.

5. DISCUSSÕES

Por fim, na Fase 7, foi realizada uma comparação da qualidade dos requisitos ao longo das fases anteriores. Essa comparação foi conduzida usando as recomendações de elaboração de requisitos Young (2004) e IBM (2008). Em seguida, utilizou-se a metodologia de avaliação de requisitos HALLIGAN (1993), analisando a Qualidade de Requisito Individual (IRQ) e estabelecendo a Métrica de Qualidade Individual (IQF).

A Tabela 8.7 mostra os o IRQs e IQFs calculados para as fases 1 e 2.

Tabela 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 - consistencia	1	1	IQF 2 - completo	0	1
IQF 4 - clareza	1	0	IQF 3 - consistencia	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
SOMA=	9	3	IQF 9 - modificação	0	1
IRQ da Fase 1 =		0,11	IQF 10 - exequivel	0	0
Taxa de Omissão =		0	SOMA=	3	9

Fonte: Silva (2017).

Como mostrado nas Tabelas 1 à 7 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).

Esse trabalho é fundamental ser implementado 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.



6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, a aplicação da Estratégia de Harmonização de Means of Compliance (MoC) em um estudo de caso na indústria espacial mostrou-se uma abordagem eficaz para garantir o cumprimento dos requisitos do produto e identificar pontos passíveis de melhoria no processo adotado na execução das atividades. A estratégia consiste em alinhar as expectativas das partes interessadas por meio de uma sequência de atividades divididas em fases, o que permite uma visão mais clara do projeto como um todo e ajuda a evitar problemas futuros.

Os resultados obtidos neste estudo indicam que a adoção da Estratégia de Harmonização de MoC pode impactar positivamente o sucesso do projeto, garantindo a qualidade do produto e aumentando a satisfação das partes interessadas. Além disso, as propostas de aprimoramento apresentadas para o Serviço de Engenharia da Qualidade do INPE podem ser aplicadas em outros setores além da indústria espacial, contribuindo para melhorias nos processos e produtos.

No entanto, é importante ressaltar que a implementação da Estratégia de Harmonização de MoC requer um planejamento cuidadoso e uma equipe bem treinada. É necessário também estar atento aos desafios enfrentados na garantia do cumprimento dos requisitos em projetos de alta tecnologia, como mudanças nos requisitos ao longo do tempo e complexidade técnica.

Em suma, este estudo destaca a importância da adoção de processos que garantam o cumprimento das exigências em projetos complexos e mostra como a Estratégia de Harmonização de MoC pode ser uma abordagem conveniente para alcançar esse objetivo.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

VII SAEPRO – 14 e 15 de junho de 2023

REFERÊNCIAS

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.

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

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.

Keeling (2019), Raphl.; Branco, R. H. F. Gestão de Projetos Uma Abordagem Global, 4. ed. Editora Saraiva Educação, 2019. ISBN: 978-85-53131-63-1.

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: Acesso em: 16 fev. 2017.

BRANCO, R. H. F., JUNIOR, R. V., LEITE, D. E. S. Gestão colaborativa de projetos. Saraiva, 2016. ISBN: 978-85-472007-86-1.

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.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

VII SAEPRO – 14 e 15 de junho de 2023

SILVA, CRISTIANE M. Z.; SOUZA, GUILHERME M.; SOUZA, MARCELO L. O. Estratégia de Harmonização de Meio de Cumprimento (MoCs) de Requisitos. WETE (Workshop em Engenharia e Tecnologia Espaciais), 2018.

SOUZA, M. L. O. Engenharia de requisitos. São José dos Campos: INPE, mar. 2016. Young, R. R. The Requirements Engineering Handbook. Norwood, MA, EUA: Artech House, 2004.

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