

# **CUSTOS E VALORES PARA STAKEHOLDERS AO LONGO DO CICLO DE VIDA DE SISTEMAS ESPACIAIS**

**Eng. Tertuliano Ribeiro Pinto** - ITA-CTA, Sao Jose dos Campos, SP, Brazil,  
**Prof. Geilson Loureiro** - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Sao Jose dos Campos, SP, Brazil,  
**Prof. Osamu Saotome** - Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), Sao Jose dos Campos, SP, Brazil,

## **RESUMO**

Este artigo propõe uma análise de custo e valor para stakeholders ao longo do ciclo de vida de produtos complexos da área espacial. O desenvolvimento de sistemas complexos tais como os produtos espaciais envolvem um grande número de stakeholders. Estes stakeholders são personagens chaves para o sucesso do projeto devido ao prazo de anos ou até mesmo décadas gasto no desenvolvimento, podem envolver a utilização de fundos públicos, requerem múltiplos arranjos organizacionais e afetam a vida de cidadãos comuns. Para sustentar tais projetos, seus valores e custos para os stakeholders devem ser continuamente monitorados, demonstrados e comunicados. Este artigo demonstra os aspectos de custos e valores para um projeto complexo que envolve uma grande diversidade de stakeholders como também diferentes interesses e está sendo desenvolvido em um programa universitário patrocinado pela Agência Espacial Brasileira, chamado ITASAT. O ITASAT é um pequeno satélite com a missão de testar novas tecnologias para ACDH (attitude Control and Data Handling) e manter alguns serviços de comunicação de dados já existentes, providos por outros satélites desenvolvidos no Brasil.

### *Palavras-chave*

Stakeholders, custos, valores, projetos espaciais, ciclo de vida, produto, projeto.

## 1 INTRODUÇÃO

Projetos multidisciplinares com grande envolvimento de especialistas e ciclo de vida muito longo são considerados projetos complexos. As maiores dificuldades no desenvolvimento destes projetos resultam do mapeamento impreciso dos stakeholders e os seus interesses associados. Uma grande quantidade de stakeholders e a diversidade de interesses são alguns dos fatores que contribuem para aumentar a complexidade do projeto. As ferramentas de Desenvolvimento Integrado de Produto (IPD) podem ajudar a melhorar o desdobramento dos requisitos pela utilização de Quality Function Development (QFD); para disseminar o conhecimento na organização de desenvolvimento pela utilização de Engenharia baseada no Conhecimento (KBE); para melhorar o produto e o processo usando Projeto para (DFX) e técnicas de Projeto Robusto de Taguchi. Os softwares para gerenciamento de requisitos e gerenciamento de configuração também ajudam a melhorar a visibilidade do projeto, cobertura de requisitos e também servem para gerar uma base de dados de conhecimento melhor. Um das maiores dificuldades no processo de desenvolvimento de produtos complexos é a aceleração na velocidade de projeto para antecipar o lançamento do produto. As atualizações tecnológicas e as mudanças nos requisitos também contribuem para o aumento na complexidade de gerenciar estes projetos. Como as mudanças de requisitos podem ser antecipadas? Como se pode gerenciar a melhoria de requisitos durante o ciclo de vida do projeto e o ciclo de vida do produto (após o início da operação)? Esses aspectos estão presentes nestes tipos de projetos caracterizados pelo ambiente de alta tecnologia, missões críticas e grandes riscos envolvidos. O objetivo deste artigo é discutir os aspectos relacionados às influências dos stakeholders sobre os ciclos de vida de projeto e produto, mantendo em mente que um stakeholder é qualquer indivíduo ou grupo que é afetado pelo projeto ou pode afetar a organização do projeto – clientes, colaboradores, fornecedores, donos, governo, instituições financiadoras, críticos e outros atores políticos ou sociais [1].

## 2 O CONTEXTO EM PROJETOS COMPLEXOS

Quando um projeto complexo começa, a primeira coisa a ser claramente definida é a sua missão ou as metas a serem alcançadas. Isto não é somente durante o ciclo de vida de desenvolvimento, mas também durante o ciclo de vida do produto e o primeiro desafio é estabelecido. Um segundo grande desafio é o mapeamento preciso dos stakeholders e seus interesses durante o ciclo de vida do produto. Muitos cenários necessitam ser previstos, modelados e analisados para definir requisitos estabelecidos para cada um dos respectivos cenários. Este exercício é similar a uma análise econômica de um empreendimento onde os fatores importantes que podem afetar os resultados do investimento necessitam ser tratados com atenção especial. Após os stakeholders terem sido completamente mapeados e seus interesses no projeto e produto coletados, começa as considerações dos interesses baseado na potencial influencia. Como os recursos são limitados, somente os que têm maior importância ou influência são selecionados e considerados. O Método de Análise de Valor pode ser de grande ajuda para conduzir o processo de decisão (trade-off), escolhendo os requisitos candidatos para serem gerenciados. A dificuldade está no entendimento preciso dos interesses dos stakeholders. Outro ponto é o da mudança nos interesses dos stakeholders durante o tempo de ciclo de vida do projeto. É possível fazer uma analogia as cinco forças de Porter [2] com aplicação ao ciclo de vida do projeto e do produto. A Figura 1 mostra uma visão da analogia entre os interesses dos stakeholders e as cinco forças de Porter.

*O Conflito de Interesses.* Como na rivalidade entre os concorrentes no negócio, o conflito de interesses pode existir no ciclo de vida do projeto e do produto. Todas as outras forças podem influenciar ou conduzir a uma situação instável nos custos e valores do projeto.

*A Força dos Interesses dos Clientes.* Os clientes são diretamente interessados no projeto ou produto e nos custos associados. Foco especial deve ser dado a este grupo visando o melhor retorno para o outro grupo de stakeholders que é formado pelos patrocinadores do projeto.

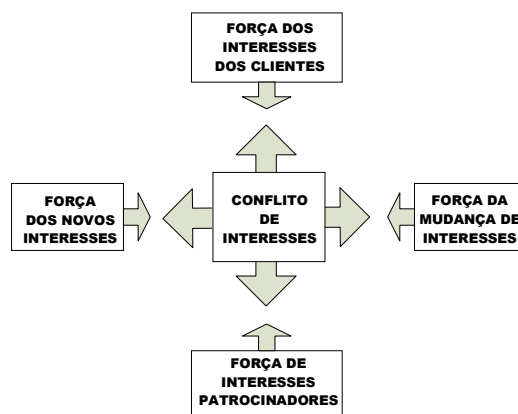


Figura 1: Analogia entre os interesses dos stakeholders e as cinco forças de Porter

*A Força dos Interesses dos Patrocinadores:* O grupo de patrocinadores é aquele que investe ou suporta o desenvolvimento do projeto. O primeiro grupo identificado e frequentemente tratado com cuidados especiais é o dos patrocinadores. Eles influenciam o processo do projeto dando as metas para o projeto e cobrando resultados. O sucesso do projeto está diretamente conectado a satisfação de seus interesses.

*A Força de Novos Interesses:* Novos interesses podem emergir durante o ciclo de vida do produto, mesmo durante a fase de projeto. A percepção dos stakeholders pode trazer novos requisitos que serão traduzidos em novos interesses. O mapeamento dos interesses necessita ser atualizado e o projeto ou produto necessita ser reavaliado.

*A Força da Mudança de Interesses:* Mudanças nos interesses podem ocorrer a qualquer tempo nas fases do projeto ou produto. O tratamento inadequado das mudanças de interesses pode comprometer o sucesso do projeto ou produto. A dinâmica das mudanças de interesses nos requisitos requer um processo de gerenciamento organizado e contínuo para sustentar ou reduzir os impactos nos custos e valores do projeto ou produto.

Como foi citado anteriormente uma das maiores dificuldade nos projetos complexos e em especial nos projetos da área espacial é o longo tempo de ciclo de vida do projeto. Com o aumento nas mudanças de requisitos devido aos resultados rápidos esperados pelos stakeholders, o tripé das principais restrições de projeto: escopo, cronograma e custo [3] podem ser afetados. O escopo pode ser traduzido em requisitos e o balanço do tripé é igual a qualidade no projeto. Se qualquer uma das restrições sofrer mudanças, o projeto pode ser afetado. As mudanças em algumas restrições de projeto podem ocorrer influenciadas pelos stakeholders e se um plano de gerenciamento de stakeholder não for implantado para minimizar os impactos, os riscos do projeto também mudam, demandando uma nova análise de riscos e plano.

Podemos dividir o ciclo de vida do produto em duas fases principais: ciclo de vida do projeto e ciclo de vida de operação. A primeira fase tem características típicas de controle de processo e é mais fácil de controlar que a segunda fase. A fase operacional é difícil de controlar do ponto de vista dos stakeholders, devido aos fatores externos que não são facilmente modeláveis.

### **3 ANÁLISE DOS INTERESSES DOS STAKEHOLDERS E A SUA INFLUÊNCIA NO PROJETO DO PRODUTO**

Os stakeholders podem ser classificados em dois grupos: aqueles que existem ou vão existir durante o ciclo de vida do projeto e os que existem ou vão emergir durante o ciclo de vida do produto. Os dois grupos podem ser divididos na seguinte organização, stakeholders de projeto e stakeholders de produto. O mapeamento de stakeholders com os seus interesses e um plano de ação são os pontos chaves para o gerenciamento durante todo o ciclo de vida do produto. Os projetos na área espacial demandam grande volume de investimentos devido aos custos de desenvolvimento, ciclo de longo prazo, alta tecnologia, ampla infra-estrutura, alto grau de especialização dos recursos humanos e assim por diante. Devido à complexidade envolvida dos diferentes subsistemas e a sua inerente característica de multidisciplinaridade uma organização completa e complexa necessita ser estabelecida. Os projetos

espaciais envolvem uma grande quantidade de fornecedores e clientes com características espaciais e uma organização estruturada onde a disciplina de Engenharia de Sistemas é necessidade primordial. Para o sucesso da missão de um satélite, além do projeto do satélite também são necessários um lançador para o satélite, uma base de lançamento, uma estação de controle operacional em terra e uma grande variedade de processos de desenvolvimento e qualificação [4]. Portanto, é uma composição de sistema complexa de atividades e processos onde muitos stakeholders diferentes são envolvidos. O mapeamento e gerenciamento para o primeiro grupo de stakeholders, durante o ciclo de vida de projeto, não é fácil. Após os modelos terem sido estabelecidos, novas tecnologias testadas e um grande esforço de engenharia empreendido visando a redução dos riscos inerentes a esta categoria de projetos, novas mudanças nos requisitos podem ocorrer e também novos stakeholders podem entrar no cenário do projeto.

Países em processo de desenvolvimento sofrem com o poder dos stakeholders da seguinte forma:

*Patrocinador:* projetos e produtos espaciais necessitam de alto grau de investimentos;

*Fornecedores:* componentes e equipamentos para área espacial são difíceis de adquirir devido a classificação estratégica deste tipo de projetos para os países desenvolvidos, que dominam a tecnologia;

*Parceria:* parcerias podem ser firmadas, mas na maioria dos casos, sem transferência de tecnologia;

Os projetos para esta área requerem grandes volumes de investimento, não somente no produto, mas em toda a infra-estrutura. Investimentos em educação, em laboratórios para desenvolvimento, testes e qualificação, base de lançamento, base operacional de controle, telecomunicações, infra-estrutura de processamento de dados e assim por diante.

Em todos os sistemas, complexos ou não, os interesses dos stakeholders são transformados em requisitos para o projeto e estes requisitos podem ser avaliados no nível de custo. Então podem ser desdobrados em custos versus valores versus funções utilizando funções de desdobramento [5]. Em seguida, uma importante atividade é a valorização das funções em custos e importância de cada uma delas do ponto de vista do stakeholder, necessitam ser avaliadas tomando como partida a sua percepção do valor. Esta análise resulta no entendimento dos riscos que a execução ou não dos interesses do stakeholder podem trazer para o projeto. Estes riscos devem ser mapeados e gerenciados.

#### **4 ALGUNS ASPECTOS DAS MUDANÇAS DE REQUISITOS NO TEMPO**

Outro aspecto a ser considerado em projetos complexos, em particular, para os da área espacial, é a mudança de requisitos durante o ciclo de vida do produto. Mudanças de requisitos podem afetar o desempenho do produto e conseqüentemente o seu valor para os stakeholders. Durante a fase do ciclo de vida do projeto estas mudanças são motivadas por mudanças na organização de desenvolvimento, novas tecnologias, novas técnicas de processo e novos requisitos de carga útil e também por mudanças devido a mudanças de ambiente. Ferramenta de gerenciamento de configuração e rastreabilidade de requisitos ajudam cobrir os requisitos na totalidade e criar uma base de conhecimento baseado na experiência. Uma vez que o produto esteja pronto, depois de testado e qualificado, este irá operar e então desta fase em diante, o segundo grupo de stakeholders irá atuar. O segundo grupo é composto por uma grande variedade de stakeholders que foram mapeados no início do projeto e agora, após um longo período, eles devem ser reavaliados para atualizar seus interesses e expectativas de valor. O ponto chave é o gerenciamento dos stakeholders, é essencial para manter o projeto vivo. Podem emergir novas tecnologias e novas necessidades junto com elas, novas regras legais, novos aspectos culturais e sociais que podem influenciar a percepção de valor do ponto de vista dos stakeholders. O preço é a percepção do valor e o preço é determinado na fase inicial para o sistema como um todo. Em um artigo recente, baseado em Epoch-Era Analysis, discute a mudança de desempenho de acordo com a mudança de Era e a percepção de desempenho por parte dos stakeholders durante o ciclo de vida do produto, desde a sua entrada em operação [6]. Os requisitos, que refletem os interesses dos stakeholders e foram incorporados na forma de atributos do produto, com a mudança de Era, muda a senso de valor percebido pelo mesmo stakeholder. A equação para o preço que envolve os custos e valores é diferente da calculada originalmente [5]. Portanto, mudanças no ambiente podem aumentar ou diminuir o valor percebido pelo stakeholder e os custos seguem a mesma regra. Estas flutuações nos valores e custos do ponto de vista dos stakeholders não são fáceis de serem antecipadas devido a fatores externos, sobre os quais não temos o controle. Aspectos culturais, sociais, econômicos e tecnológicos podem alterar a percepção de valor dos stakeholders e então como podem ser gerenciados em projetos complexos? Não existem respostas prontas para tais questões que envolvem variáveis

dinâmicas e complexas. O que podemos propor discutir são métodos e pontos de atenção, para minimizar as influências das mudanças que devem ser analisados nas fases iniciais do projeto.

## 5 ENFOQUE SUGERIDO PARA O BALANCEAMENTO DE CUSTOS E VALORES

Antes de tentar sugerir um enfoque para balancear os custos e valores para os stakeholders necessitamos revisar alguns conceitos básicos a respeito de custos e valores. O custo do produto é a soma de todos os recursos gastos para produzir e vender o produto. O valor do produto envolve componentes subjetivos (soft) [5]. Em uma transação de mercado pode-se considerar três stakeholders, o comprador, o vendedor e a Sociedade: o vendedor enxerga  $P-C$ , o comprador enxerga  $V-P$  e a Sociedade enxerga  $G$  (o efeito agregado da transação para a qualidade do ambiente). Se o vendedor e o comprador perceberem a igualdade de preço balanceado de venda  $P=P_B$ , no sentido em que o comprador e o vendedor recebam a mesma quantidade de valor, podemos escrever,

$$P_B - C = V - P_B \quad (1)$$

Para simples transação de mercado acima, o preço é aproximadamente metade entre o custo e o valor.

$$P_B = (V + C) / 2 \quad (2)$$

O preço é determinado pela demanda do mercado baseada no valor percebido pelo mercado, sendo a percepção do valor diretamente ligada aos atributos do produto. Muitos métodos podem ser utilizados para prever os valores dos atributos do produto no futuro tais como, conhecimento dos stakeholders, análise conjuntiva, valor direto, valor funcional, curva de valor e outros. O problema recai em como sustentar o valor durante o ciclo de vida do produto. Como já foi apresentado, a percepção do valor está relacionada ao preço pago pela soma dos atributos do produto. Durante o ciclo de vida do produto, o valor do produto é uma expectativa refletida dos requisitos dos stakeholders e durante o ciclo de vida do produto, a partir da fase de operação, este valor se torna nos atributos e serviços extraídos do produto. Na indústria automotiva, uma plataforma básica com subsistemas modulares é estabelecida e os atributos podem ser alterados de uma versão para outra, dando para os clientes a percepção de aumento de valor. A percepção desbalanceada de valor pode ser alcançada com mudanças nos produtos, e.g., suponha que a equipe de projeto altere alguma parte do produto para reduzir custos no processo produtivo pela modularização desta parte. O cliente não vai perceber a mudança a princípio, mas quando esta parte necessita de manutenção, ambos o cliente e a oficina responsável pela manutenção sentirão a mudança. Em alguns casos problemas de mal funcionamento de uma parte requer a troca de módulo inteiro, reduzindo ganhos no serviço de manutenção para a oficina e aumentando os custos para o cliente que não poderá reparar o módulo e sim trocá-lo.

Em sistemas espaciais uma variedade de stakeholders necessita ser analisada e uma grande diversidade de interesses está envolvida e necessitam ser tratados com atenção especial. A Figura 2 mostra um modelo para mapear stakeholders.

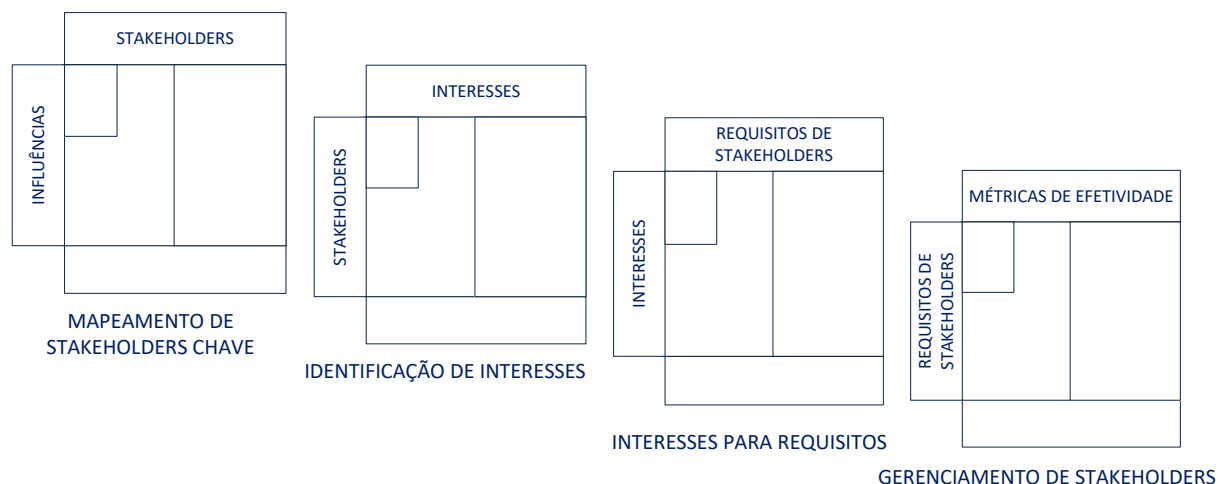


Figura 2: Matrizes de Desdobramento de Stakeholder (Stakeholder Deployment Matrices).

Como no QFD usado para capturar os requisitos dos clientes, minha proposta é utilizar a mesma estrutura para capturar os interesses dos stakeholders. Esta ferramenta simples é chamada de Matrizes de Desdobramento de Stakeholders (SDM – Stakeholder Deployment Matrices). Se capturarmos os interesses dos stakeholders e transformá-los em requisitos de um modo sistemático e organizado, os stakeholders principais podem ser filtrados e conseqüentemente as influencias principais podem ser identificadas e gerenciadas. A influência dos stakeholders é a origem para o sucesso ou falha em projetos e produtos. Uma organização de gerenciamento para tratar os interesses dos stakeholders medindo constantemente a influencia e seus interesses junto com o monitoramento do ambiente, pode ajudar a sustentar os valores do produto.

De modo prático, o re-uso dos subsistemas do produto também parece ser um caminho para balancear custos e valor para os stakeholders. As soluções modulares, com atualização tecnológica incremental, trazem alternativas para aumentar a velocidade de lançamento de novos produtos com customizações para aumentar a percepção de valor para os stakeholders.

## **6 DISCUSSAO SOBRE A APLICAÇÃO EM UM PROJETO DE SATELITE**

O projeto do Satélite ITASAT é o primeiro do programa brasileiro para desenvolver tecnologia espacial em cooperação com Universidades Brasileiras. Busca aumentar o interesse e o conhecimento de alunos graduandos e pós-graduandos em projetos da área espacial. Este projeto é patrocinado pela Agencia Espacial Brasileira (AEB) com a colaboração do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Pela própria natureza do projeto, a prática da disciplina de engenharia de sistemas é fundamental para integração das organizações e pessoas envolvidas. A grande quantidade de stakeholders e a diversidade de interesses conduzem para um mapeamento estruturado dos stakeholders e um plano de gerenciamento.

A arquitetura estabelecida para este projeto é baseada em três atores principais:

1. A Agência Espacial Brasileira (AEB) tem a responsabilidade de patrocinador, provendo recursos para suportar os custos de desenvolvimento e meios para integrar todos os outros atores. A AEB é responsável pro financiar e definir a missão do satélite;
2. O Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), a Universidade junto com outras Universidades sob sua direção, é responsável por desenvolver o projeto da fase de concepção até os primeiros protótipos;
3. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) é responsável pelo suporte técnico ao desenvolvimento do projeto. Com seus recursos humanos experientes e a infra-estrutura para área espacial, atuará na especificação do produto, definir as diretrizes do projeto, análise e validação da concepção do projeto e contratação da manufatura do produto

Os interesses destes três atores principais são muito diferentes. A AEB tem interesse em atrair e desenvolver novos recursos potenciais vindos da Universidade para continuar o processo de desenvolvimento espacial. Esta também tem interesse de estimular novas empresas nesta área.

O ITA, a Universidade, tem pesquisadores interessados em novas tecnologias, em desenvolver novos casos para publicação de artigos, fomentar teses nos programas de mestrado e doutorado e em ensinar a seus alunos disciplinas do segmento espacial. Também tem interesse no desenvolvimento de tecnologia para aumentar o conhecimento no país.

O INPE tem interesse em continuar a desenvolver e lançar novos satélites e adquirir conhecimento das pesquisas da Universidade. Também tem o interesse em dominar novas tecnologias que possam ser desenvolvidas nas Universidades e aplicadas a novas missões.

Para gerenciar todos os stakeholders envolvidos já na fase inicial do projeto e também justificar os custos e valores para a Sociedade e outros stakeholders que emergirão na fase de operação do satélite, não é uma tarefa fácil.

Em um país como o Brasil que está em estágio de desenvolvimento, a decisão de reserva de fundos para investimento em altas tecnologias, necessárias para o desenvolvimento de satélites e a colocação destes em operação, não é tomado no nível de agências ou institutos. Estas necessitam ser parte das estratégias de governo, tornando ainda mais difícil o gerenciamento dos stakeholders. Por outro lado é um ambiente muito motivador para desenvolver novos estudos e desenvolvimento de métodos para analisar o comportamento dos stakeholders onde os valores e custos são considerados.

Os pontos principais em que tenho trabalhado são no desenvolvimento de ferramentas para capturar os interesses dos stakeholders, transformá-los em custos e valores utilizando um gerenciamento organizado dos stakeholders principais. Os stakeholders principais são filtrados com base na sua

influência no ciclo de vida do produto. A sustentabilidade do produto envolve o mapeamento dos stakeholders na fase de projeto, como também aqueles que emergirem durante as fases de projeto e operação tem que ser mapeados e gerenciados em uma forma estruturada e contínua.

## **7 CONCLUSÃO**

O mapeamento dos stakeholders e o seu gerenciamento não é uma tarefa simples, é necessário um processo constante de captura de requisitos e análise de interesses. Estudo de seus comportamentos e suas percepções de valor em projetos complexos são desafios para serem aprofundados e modelados. O desenvolvimento de satélites em países em desenvolvimento é afetado significativamente pelas forças dos stakeholders, fornecedores e patrocinadores. A tecnologia envolvida em projetos complexos da área espacial não é de fácil domínio e os países desenvolvidos, que a detêm, a tratam como estratégica. Em resumo, o sucesso de projetos ou produtos passa pelo bom mapeamento e gerenciamento dos interesses dos stakeholders e suas influencias. A filtragem dos principais, a conversão de seus interesses em requisitos e em seguida em funções ou atributos facilitarão a medição efetiva para planejar as ações de correção. Este processo de gerenciamento é fundamental para ajudar a manter o desempenho do produto ao longo do ciclo de vida.

## **REFERÊNCIAS**

- [1] Freeman, R. Edward; Wicks, Andrew C.; Parmar, Bidhan., Stakeholder Theory and “The Corporate Objective Revisited”. *Organization Science* Vol. 15, No. 3, May–June 2004, pp. 364–369 ISSN 1047-7039 \_eissn 1526-5455 \_04 1503 \_0364
- [2] Porter, Michael E., *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. Free Press; 1 edition (June 1, 1998).
- [3] PMI. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) Third Edition*. Project Management Institute.
- [4] ECSS-30-A. *Project Phasing and Planning*. Space Project Management. European Cooperation for Space Standardization. 19/April/1996.
- [5] Cook, Harry E., *Product Management Value, Quality, Cost, Price, Profits, and Organization*. Chapman & Hall – 1997.
- [6] Ross, Adam M.; Rhodes, Donna H., *Using Natural Value-Centric Time Scales for Conceptualizing System Timelines through Epoch-Era Analysis*. Massachusetts Institute of Technology. Cambridge, MA 02139