



Uma abordagem para atendimento aos requisitos da garantia do produto para um programa de satélite, baseada no modelo de processos do ciclo de vida.

João Manoel Rocha Zaninotto¹, Dr. Mauricio Gonçalves Vieira Ferreira²

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil
Aluno de Mestrado do curso de Engenharia e Tecnologia Espaciais – ETE

² Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil
Professor do curso de Engenharia e Tecnologia Espaciais/ Engenharia de Software

joao.zaninotto@inpe.br

Resumo. . Este trabalho trata-se de uma proposta de atendimento aos requisitos da garantia do produto de um programa de satélite, baseada no modelo de processos do ciclo de vida apresentado pelo SEBoK (Systems Engineering Body of Knowledge). Esta abordagem utiliza a analogia de modelos de processos do ciclo de vida incremental para representação de V&V para requisitos de garantia do produto, orientada aos modelos de desenvolvimento.

Palavras-chave: Verificação; Validação; Requisitos; Ciclo de vida; Modelo “V”.

1. Introdução

O modelo de processos do ciclo de vida de um sistema complexo é representado na figura 1: Modelo “V” do Ciclo de Vida do Sistema [Fernandez 2016]. Nesta figura está representado também o modelo genérico, que identifica três partes distintas do ciclo de vida de um sistema, Definição/Estudo de Viabilidade, Desenvolvimento, e Operação/Manutenção/Descarte, conforme descrição a seguir.

A primeira parte, Definição/Estudo de Viabilidade, trata da concepção do produto, quando prevalecem conceitos subjetivos representando o desejo e as expectativas dos interessados (*stakeholders*) por um novo produto. A partir deste ponto, através do processo de elicitação, estes conceitos são traduzidos para o campo objetivo, através do trabalho da engenharia de requisitos, originando os requisitos de alto nível.

Na segunda parte, Desenvolvimento, acontece a concretização dos conceitos anteriormente definidos e transformados em requisitos de engenharia, através do trabalho da engenharia de sistemas. Nesta parte do ciclo de vida estão representados o desenvolvimento, integração e testes, e a verificação e validação dos componentes, unidades/dispositivos, subsistemas, sistemas e finalmente do produto final.



Na terceira e última parte, Operação/Manutenção/Descarte, acontece a entrega do produto ao usuário final, para sua operação. Compreende também manutenção e atualização do produto, até o fim da sua vida útil, quando acontece o descarte.

O objetivo deste trabalho é apresentar a parte central deste modelo (Desenvolvimento), cuja representação é um “V”. Neste “V” são representados os trabalhos das diversas áreas de engenharia, sob a visão da engenharia de sistemas. Este Desenvolvimento, por sua vez, está dividido em três fases distintas, Definição de Conceitos/Definição de Sistemas, Desenvolvimento de Componentes de SW e HW, e Integração e Testes, conforme descrição a seguir.

A primeira fase, denominada “Definição de Conceitos/Definição de Sistemas”, é representada pelo ramo descendente do “V” e mostra o detalhamento do projeto numa topologia “top/down”. Partindo dos requisitos de alto nível, o projeto é decomposto inicialmente nos seus sistemas, e na sequência, em subsistemas, unidades/dispositivos, até o nível mais baixo de decomposição, ou seja, nos seus componentes elementares. Na segunda fase, denominada “Desenvolvimento de Componentes de SW e HW”, na base do “V”, acontece o desenvolvimento destes componentes básicos do projeto, para sua posterior integração. A terceira fase, denominada “Integração e Testes”, representa o ramo ascendente do “V”, caracterizando agora uma topologia “bottom/up”. Nesta fase os componentes básicos são integrados e testados, sucessivamente, compondo as respectivas unidades/dispositivos, subsistemas, sistemas e produto final.



Figura 1: Ciclo de Vida de um Sistema (CVS).

Adaptada de FERNANDEZ (2016)



Conforme se pode observar na figura 1, na fase descendente do “V” (Definição de Conceitos/Definição de Sistemas) são desenvolvidos os planos de validação e verificação dos requisitos do projeto. Já na fase ascendente do “V” (Integração e Testes), estes planos são executados, e através de verificação e validação (V&V) dos requisitos, permitem consolidar a aceitação das respectivas unidades/dispositivos, subsistemas, sistemas e produto final.

2. Metodologia

Este trabalho está em andamento como projeto de pesquisa, e deverá envolver: (i) a apresentação dos conceitos relativos a requisitos, especificações, verificação e validação, aplicados a projetos de alta complexidade; (ii) o estudo da literatura normativa sobre o assunto, nas áreas definidas pela ECSS para um projeto espacial: Engenharia, Garantia da Qualidade, Gerenciamento de Projetos e Sustentabilidade; (iii) a avaliação dos trabalhos mais recentes voltados à área de garantia do produto, realizada com pesquisa bibliográfica e apoiada por ferramenta automática de busca; (iv) apresentação de proposta para implementação de processos de verificação e validação (V&V) baseada no Modelo Incremental do Ciclo de Vida [SEBoK 2016].

3. Resultados e Discussão

O objetivo deste trabalho é apresentar um método de atendimento aos requisitos da garantia do produto, conforme apresentado na seção 1. Esta abordagem considera a aplicação do Modelo “V” para cada um dos diversos modelos de satélite desenvolvidos durante o projeto. No escopo deste trabalho são considerados os modelos EM, QM e FM [Silva 2012], onde:

1- EM - Modelo de Engenharia (*Engineering Model*).

Modelo caracterizado pela representatividade do modelo de voo (*form, fit & function*), porém sem a utilização de redundância e de componentes de alta confiabilidade. É o modelo de comprovação da funcionalidade dos sistemas (prova de conceito);

2- QM - Modelo de Qualificação (*Qualification Model*).

Modelo que reflete completamente o modelo final, para ser utilizado para os testes de qualificação. Sua principal característica é que, em função do estresse a que foi submetido durante estes testes não estará disponível para voo;

3- FM - Modelo de Voo (*Flight Model*).

Modelo ou produto final, é o modelo a ser entregue ao cliente, totalmente configurado e testado.

Nesta representação, o desenvolvimento de um satélite é baseado na representação de modelo de processos do ciclo de vida apresentado pelo SEBoK, caracterizado por sucessivas entregas.



Conforme se pode observar na figura 2, a partir dos eventos PDR, CDR e QR, cada modelo segue o seu desenvolvimento de acordo com o Modelo “V”, e em atendimento ao cronograma do projeto.

No ramo descendente do “V” (Definição de Conceitos/Definição de Sistemas) são apresentados planos de validação e verificação (V&V) para cada um dos modelos, segundo a sequência dos eventos.

No ramo ascendente do “V” as etapas de verificação e validação (V&V) são desenvolvidas de acordo com os planos anteriormente definidos. Os resultados obtidos nestas etapas, resultados V&V, são apresentados nos eventos de aceitação de cada um dos modelos e passagem para a próxima fase.

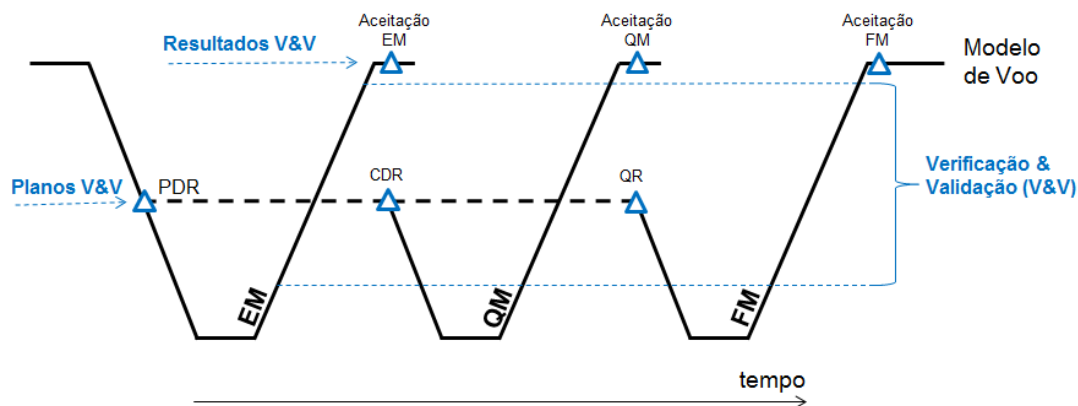


Figura 2: Representação modelo do ciclo de vida adaptado aos modelos de satélites.
Modificada de SEBoK.

Onde:

PDR: *Preliminary Design Review*

CDR: *Critical Design Review*

QR: *Quality Review*

EM: *Engineering Model*

QM: *Quality Model*

FM: *Flight Model*

Desta forma, cada um dos modelos descritos pode ser entendido como um projeto independente, tendo suas especificações e requisitos próprios, com entregas previstas dentro de cronograma geral de projeto, na sequência mostrada na tabela 1:



Tabela 21: Apresentação dos planos de V&V para os diversos modelos

Sequência	Planos de V&V do modelo	Evento
1	EM	PDR
2	QM	CDR
3	FM	FM

4. Conclusão

Propõe-se que durante o projeto de um satélite, os requisitos da garantia do produto sejam convenientemente aplicados a cada um dos seus modelos de desenvolvimento (EM, QM e FM, por exemplo).

Este trabalho procurará evidenciar desta maneira que, os planos de verificação e validação (V&V), bem como seus respectivos atendimentos, podem ser realizados progressivamente ao longo do projeto.

Referências

- Fernandez, R. - ENGESIS - UM FRAMEWORK TRANSDISCIPLINAR ORIENTADO A PROCESSOS PARA APOIO À FASE DE DESIGN DA ENGENHARIA CONCORRENTE EM MISSÕES - Tese de Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia Espaciais na área de Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais, (ETE/CSE) – INPE - 2016
- Junior, A. – Notas de aula, curso CSE 339-4 – Montagem, Integração e Testes de Sistemas Espaciais (AIT) – INPE - 2019
- SEBoK – Systems Engineering Body of Knowledge, V 1.6 - 2016
- Silva, H. - VERIFICAÇÃO DE REQUISITOS AMBIENTAIS NOS PROJETOS ESPACIAIS POR MEIO DE TESTES: ESTRATÉGIAS DE VERIFICAÇÃO E ENSAIOS AMBIENTAIS APLICADOS A MODELOS DE QUALIFICAÇÃO E VOO NO PROGRAMA CBERS – Dissertação Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia Espaciais na área de Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais, (ETE/CSE) - INPE – 2012
- Silva, H. e Perondi, L. - Metodologia Proposta para seleção de Filosofia de Modelos de Sistemas Espaciais Baseada em Risco com uso de Indicadores de Maturidade Tecnológica e Avaliação Inicial de Métrica – Trabalho apresentado no WETE-2019 - INPE
- Souza, M. – Notas de aula, curso CSE 204-4 – Engenharia de Requisitos – INPE - 2018