

PROPOSTA DE UMA ABORDAGEM BASEADA EM MODELOS DE ESTADOS PARA REFINAMENTO DE REQUISITOS EM APLICAÇÕES ESPACIAIS

Marcelo Henrique Essado de Morais¹ e Ana Maria Ambrosio²

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais,
Coordenação de Engenharia e Tecnologia Espacial,
Curso de Sistemas Espaciais, São José dos Campos, SP, 12227-010
¹messado@dem.inpe.br e ²ana@dss.inpe.br

Resumo: *Este trabalho discute problemas relacionados à especificação de requisitos, compara soluções apresentadas por diferentes pesquisas e apresenta uma metodologia baseada em modelos de estados para refinamento de requisitos. Esta metodologia tem como origem a aplicação em software crítico aeroespacial apresentando ainda concordância com as normas européias para o setor espacial definidas pela ECSS. A abordagem proposta procura mitigar problemas de requisitos incompletos definindo uma sistemática e garantindo consistência no refinamento de requisitos.*

Palavras-chaves: refinamento de requisitos; sistemas espaciais; software crítico; verificação e validação; modelos formais.

1. Introdução

Este artigo aborda a utilização de modelo de estados para Verificação e Validação (V&V) de requisitos de software para aplicações espaciais (Ambrosio et al. 2008). O trabalho está inserido no contexto do Programa ITASAT, financiado pela Agência Espacial Brasileira (AEB) e desenvolvido através de cooperação entre o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e universidades nacionais.

Sabe-se que os requisitos são o meio de comunicação entre os interessados, os arquitetos ou engenheiros de sistemas e os desenvolvedores (IBM Corporation, 2008). O conjunto de requisitos está intimamente ligado ao custo e cronograma do projeto, isto é, está relacionado com o sucesso ou não do ciclo de vida de um projeto (HALLIGAN, 1993).

O tema “requisitos” tem sido tratado, tanto na área de Engenharia de Sistemas quanto na área de Engenharia de Software. De acordo com o padrão ECSS-E-10 Part 1B (2004) a Engenharia de Requisitos é a área da Engenharia de Sistemas responsável por:

- a) Interpretar as necessidades dos interessados;
- b) Gerar, controlar e manter de forma coerente e apropriada as especificações de alto e baixo nível de um sistema; e
- c) Garantir a completa rastreabilidade dos requisitos.

No contexto da Engenharia de Software, Sommerville (2007) define a Engenharia de Requisitos como responsável por:

- a) Estabelecer o que o sistema deve fazer, isto é, sua intenção e propriedades essenciais; e
- b) Identificar as restrições de operação do sistema e do processo de desenvolvimento de software.

A Engenharia de Requisitos, independente da área de atuação, está ligada a cinco grandes atividades. A primeira, de Eliciação, está relacionada com o processo de aquisição. A segunda, de Especificação, está relacionada com a documentação das relações entre as funções, o desempenho e as restrições do sistema. A terceira, de Modelagem, está relacionada com o mapeamento dos requisitos e transformação em modelos visuais que representem o domínio do problema. A quarta, de Validação, está relacionada com o processo de garantia de que todos os requisitos foram atingidos de modo que não haja inconsistências entre o projeto ou produto e sua especificação. Por fim, a quinta atividade está relacionada com o Gerenciamento dos requisitos, cujo principal objetivo é garantir que os estes sejam rastreáveis, controlados e identificados desde o nível mais alto até o nível mais baixo do sistema (Pressman, 2005). A Figura 1 ilustra este processo envolvendo a atividade de engenharia de requisitos.

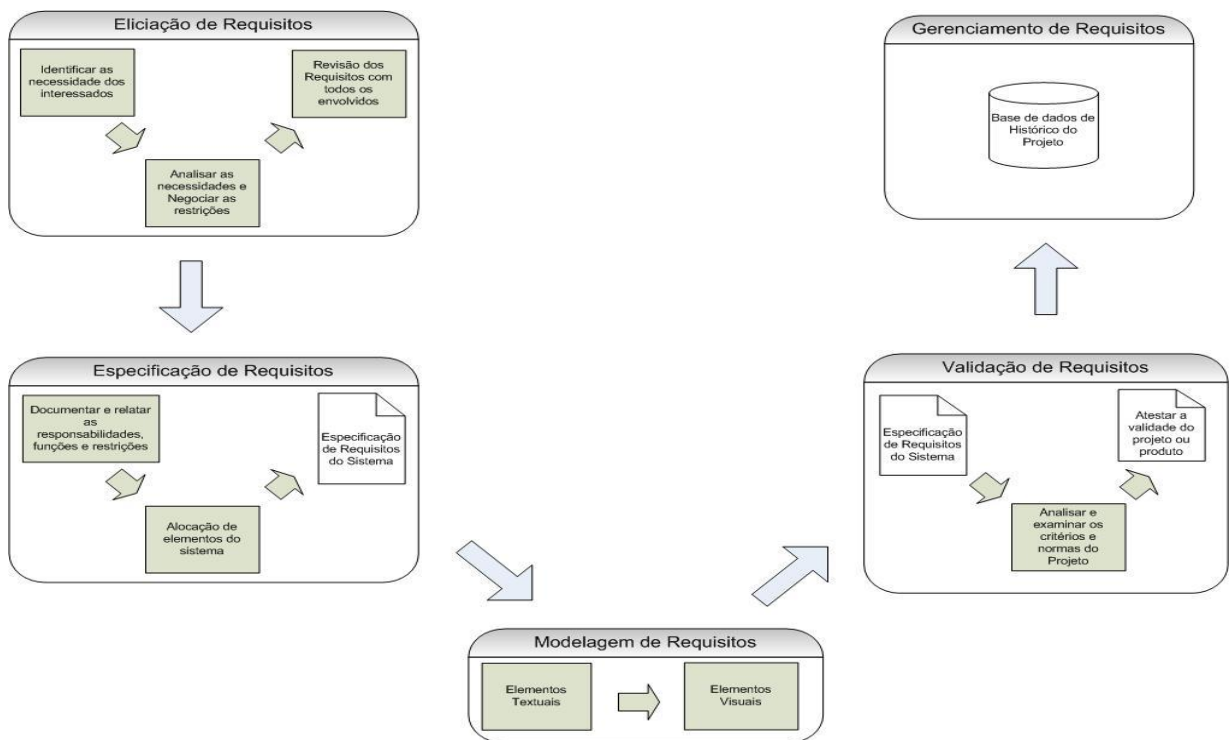


Figura 1 - Ciclo de vida de requisitos.

De acordo com Schimdt et al. (2004) os requisitos descrevem os serviços e as restrições operacionais de um sistema. Trata-se de um processo que visa encontrar uma solução analisando, documentando e verificando os serviços e restrições previamente definidos.

Para diferentes estágios do ciclo de desenvolvimento de um produto ou empreendimento os requisitos podem ser definidos e classificados em três níveis: o primeiro nível é o de interessados ou usuários, o segundo, de arquitetos ou engenheiros de sistemas e o terceiro nível corresponde

ao de desenvolvedores. Ao longo do ciclo de vida de um sistema, seja este computacional ou não, as necessidades destes diferentes níveis devem ser identificadas e atendidas em uma abordagem holística.

A proposta deste trabalho visa definir uma sistemática baseada em modelos de estados para apoiar o refinamento de requisitos de sistemas aeroespaciais, como uma técnica de verificação e validação a ser aplicada no desenvolvimento de missões espaciais. A idéia principal da proposta é aplicar uma variação da metodologia de teste denominada COFI (*Conformance and Fault Injection*) (Ambrosio et al. 2005) nas atividades de especificação e validação de requisitos de comportamento de sistemas.

2. Contextualização da Proposta

Hoje em dia tem havido muita pesquisa na área de Engenharia de Requisitos (Garcia-Duque et al. 2009, INCOSE 2009, IBM Corporation 2008; Sommerville 2007; Pressman 2005). O levantamento de requisitos é uma atividade complexa. Devido ao seu grau de abstração, consome muito tempo e está propensa a erros. De acordo com Cybulski (2002) mais de 56% de todos os defeitos de software provêm de erros introduzidos na especificação de requisitos. Com relação ao tempo gasto, estima-se que 82% do tempo consumido na fase de desenvolvimento devem-se as atividades relacionadas ao ajuste nos requisitos.

Algumas pesquisas em Engenharia de Requisitos apontam problemas relacionados à má especificação de requisitos. No estudo conduzido por Duren (2006) para Validação de Missões Espaciais o autor apresenta as dificuldades associadas às atividades do ciclo de vida de requisitos. Relaciona custo e cronograma da missão desde os requisitos até as fases finais de operação e manutenção. A Tabela 1 apresenta os resultados do trabalho de Duren (2006). A primeira coluna apresenta a missão e seu respectivo ano, a segunda descreve o problema encontrado e a terceira mostra os fatores relacionados a validação que contribuíram para o fracasso da missão.

TABELA 1. Trecho do NASA Mishap Reports. Adaptado de Duren (2006).

Missão / Ano	Problema Encontrado	Fatores de contribuição relacionados a Validação
Genesis/2004	G-switch instalado erroneamente -> pára-quadras não implementado -> pouso forçado	Testes em níveis secundários de sistema não foram conduzidos (subsistemas, componentes, etc)
Columbia/2003	Lixo espacial provoca dano em camada térmica -> perda da tripulação e do veículo	Ferramentas e modelos atuais são inadequados; configurações de vôo foram validadas utilizando dados de testes extrapolados.
Comet Nucleus Tour(CONTOU)/2002	Aquecimento do veículo espacial pelo motor plume do foguete sólido -> perda do veículo	Confiabilidade do projeto realizada por similaridade mostrou ser uma técnica inadequada neste projeto.

Wide-field infraRed Explorer (WIRE)/1999	Inicialização eletrônica transitória -> cobertura de jato antecipadamente -> perda da câmara de criogênico -> missão científica perdida	Falha na identificação da fonte do sinal causada pelo simulador de <i>Electro Explosive Device</i> durante teste de integração da espaçonave.
Mars Polar Lander (MPL)/1998	Falha de software -> motor de descida desligou-se muito cedo -> perda de veículo	Método de análise foi conduzido para testes de verificação e validação de desempenho do sistema; testes aplicados para validar os modelos constituintes não eram fiéis ao utilizado.

Tal relação mostra a importância que há dos estudos que tratam da melhoria nas várias atividades de verificação e validação, focados principalmente no âmbito das aplicações espaciais.

Nosso trabalho visa contribuir com uma sistemática de verificação e validação, ainda na fase inicial de um projeto espacial, mais especificamente, nas atividades da Engenharia de Requisitos. Sabe-se que a especificação de requisitos resulta de um processo iterativo entre os interessados e o arquiteto de sistemas, do qual ambos vão, progressivamente, aprimorando seus conhecimentos sobre o sistema em desenvolvimento. A Tabela 2 sumariza trabalhos identificados na literatura, que contribuem com o aprimoramento das atividades da Engenharia de Requisitos. A primeira coluna apresenta os autores. A segunda identifica o problema, enquanto a terceira apresenta a solução proposta. Na quarta e quinta colunas são expostas as limitações e vantagens discutidas pelos autores.

TABELA 2 – Comparações de trabalhos para análise e modelagem de requisitos.

Autores	Problema citado	Solução	Limitação	Vantagem
Garcia-Duque et al (2009)	Não há identificação do conhecimento armazenado em cada revisão de projeto;	Formulação de duas metodologias para conduzir as atividades de análise e revisão de requisitos de forma automatizada.	Não avalia inconsistência e conflitos entre requisitos.	Integra duas técnicas de modelagem formais.
Letier et al. (2004)	Falta rigor e medidas das formulações baseadas em objetivos e regras levando a conclusões limitadas.	Técnica para especificar graus parciais de satisfação de objetivos e para quantificar o impacto para alternativas de projetos.	1. Validação de modelos probabilísticos; 2. Equações complexas de refinamento tornam-se inviáveis; 3. Incertezas na estimação de parâmetros.	Baseado em técnica probabilística, pode ser agregada a outras técnicas de tomada-de-decisão.
Halligan (2003)	1. Falta métricas que possam ser atribuídas ao produto (requisitos), ou ao processo (engenharia de requisitos) ou a ambos. 2. Como métricas de requisitos podem ajudar a equipe de projetos a satisfazer os critérios de sucesso do projeto.	1. Definição das métricas; 2. Definição de elementos de um analisador sintático;	Não se sabe ao certo o custo de implementação destas métricas. No entanto espera-se que somam somente 2% do custo total do esforço de engenharia de requisitos.	1. As métricas seguem padrões ISO e MIL. 2. Mostra-se viável para sistemas complexos.
Liu (2002)	1. Falta identificação qualitativa do quanto métodos formais ajudam o usuário a buscar, identificar e elucidar requisitos. 2. Falta superar o não-determinismo de requisitos funcionais.	Refinar os requisitos sucessivamente nos níveis formal (técnicas de especificação formais), informal (representação de linguagem natural) e semi-formal (técnicas de notações gráficas como DFD, UML).	Não funcional para operações em larga escala. As operações de refinamento e representação devem ser realizadas em um programa (software).	Uso de técnicas formais para refinamento como um meio de capturar determinismos de requisitos e corrigi-los.

Cybulski (2002)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falta maximizar reuso nas atividades de Engenharia de Requisitos. 2. Ausência de estatísticas de desempenho de testes de software por especialistas com diferentes graus de conhecimento na área 	Framework para reutilização e refinamento de requisitos com foco em técnicas de recuperação de informação para reuso de projetos.	Quanto maior e mais completo o domínio do problema, maior e mais complexo será o modelo utilizado pelo framework.	O Framework, incluindo um - método e uma ferramenta, - para descrevem e classificam artefatos e conceitos de modo que se é possível possa calibrar medidas de qualidade no refinamento de requisitos
De Jong et al. (2000)	Ausência de requisitos não consolidados nas fases iniciais do ciclo de vida do sistema.	Método formal implementado em um ambiente interativo para análise e especificação de requisitos formais.	Para sistemas complexos a decomposição física da especificação de requisitos e da análise não é executada.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Redução do não-determinismo e instanciação de símbolos desconhecidos. 2. Especificação do sistema não é ambígua, pois é escrita através do rigor matemático.
Gunter et al. (2000)	Ausência de soluções para inconsistência entre a especificação técnica e a implementação de software.	Framework que identifica artefatos, atributos e relacionamentos em todos os níveis de um requisito de sistema de forma que é possível analisar suas propriedades.	Não analisa as propriedades existentes entre os requisitos e o seu processo de implementação.	Mostrou-se mais eficaz que o método "Functional Documentation Model".
Darimont e Van Lamsweerde (1996)	Requisitos mal escritos.	Reuso de padrões genéricos de refinamento de projetos anteriores.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Refinar os próprios padrões da biblioteca, levando em consideração construtores de tempo-real; 2. A biblioteca pode se tornar muito grande o que influi no tempo de resposta do refinamento. 	Oculto formalismo matemático e provê que o refinamento seja consistente e completo.

3. Metodologia COFI-ref

A metodologia COFI-ref (*Conformance and Fault Injection for Refinement*) apresenta-se como uma sistemática baseada em modelos formais para apoiar o refinamento de requisitos e como uma técnica de verificação e validação a ser aplicada no desenvolvimento de missões espaciais. A idéia principal da proposta é aplicar uma variação da metodologia de teste denominada COFI (*Conformance and Fault Injection*) (Ambrosio et al. 2005) durante o ciclo de vida de requisitos (ver Figura 1) como um meio de apoiar a identificação de requisitos mal escritos, incompletos e, até ausentes, visando evitar problemas futuros conseqüentes desta atividade.

Em síntese, a abordagem COFI consta de uma metodologia para geração automática de casos de testes que agrega a técnica de injeção de falhas e os conceitos de teste de conformidade para validação de software. A metodologia orienta o projeto de casos de teste e de casos de falhas de forma sistemática, obedecendo a um critério que permite quantificar e projetar os casos de testes com antecedência no ciclo de desenvolvimento do software. Além disso, aplicando-se a metodologia COFI e seguindo-se os passos recomendados, a dependência da experiência e percepção da pessoa responsável pelos testes na qualidade do conjunto de casos de teste é reduzida, sem impedir, no entanto, a valiosa contribuição intelectual do ser humano. A abordagem COFI desfruta dos resultados positivos da geração automática de teste baseada em métodos formais (Ambrosio et al. 2004).

Visando dar subsídios para a realização da metodologia proposta, dois estudos foram realizados com a aplicação da metodologia COFI. No primeiro (Moraes, et al. 2009) a metodologia foi aplicada com fins de geração de casos de teste, visando familiarização da metodologia. No segundo (Pontes et al. 2009), a partir da documentação fornecida, que inclui um Documento de Especificação de Requisitos e, baseando-se nos passos da metodologia COFI, uma análise detalhada sobre os problemas encontrados na execução dos casos de testes foi realizada. Os resultados desta análise indicaram que as falhas identificadas no código, tiveram origem em requisitos mal definidos.

Este e outros estudos reforçam a necessidade de focar a atenção do desenvolvimento nos requisitos. É sabido que os requisitos devem atender a três níveis: o nível dos interessados, o nível dos arquitetos ou engenheiros de sistemas e o nível dos desenvolvedores.

O uso da metodologia COFI-ref aplica-se na fase inicial do Projeto, durante as atividades de especificação de requisitos. A Figura 2 ilustra a proposta de sistematização para refinamento de requisitos. Para dar início aos passos do refinamento é necessário que o Documento de Especificação de Requisitos esteja disponível. A aquisição dos requisitos é estabelecida através de uma revisão entre as equipes envolvidas. No caso do Projeto ITASAT-1 são os subsistemas de Gestão de Bordo e V&V. Os passos 2 e 3 foram incorporados da metodologia COFI. Estes passos correspondem a Identificação de Serviços e Modelagem baseada em estados, respectivamente. De posse do documento é iniciado então a identificação dos serviços e, logo após, são elaborados os modelos de estados baseados nos serviços do passo anterior. O último passo da metodologia COFI-ref, Análise dos Requisitos, é subdividido em etapas de modo que o foco passa a ser o refinamento

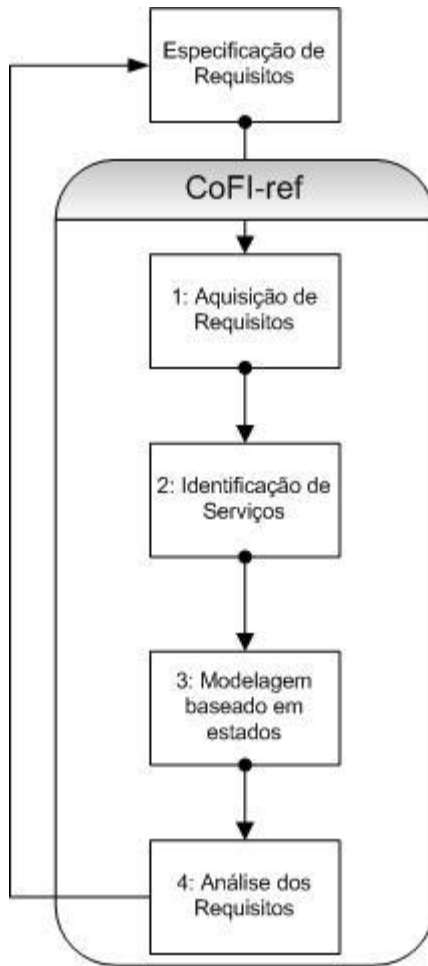


Figura 2 - Passos para o refinamento de requisitos da metodologia CoFI-ref.

A Figura 3 apresenta de maneira detalhada os passos descritos anteriormente.

A aquisição dos requisitos reflete na aceitação do documento de requisitos por parte da equipe que fará a revisão, sugere-se uma equipe independente. A modelagem inicia-se com a identificação dos serviços que os requisitos descrevem. Durante a Identificação dos Serviços, passo herdado da COFI, padrões são identificados e classificados. Estes padrões são:

- Serviços: serviços que um usuário reconhece e utiliza do Sistema Em Teste;
- Falhas físicas: falhas físicas que podem ocorrer no hardware (e que o Sistema Em Teste deveria resistir);
- Facilidades/Restrições: facilidades e restrições do Sistema com pontos de controle e observação para endereços físicos, lógicos, etc.;
- Eventos e Ações: lista dos comandos (entradas) e respostas (saídas) do Sistema Em Teste.

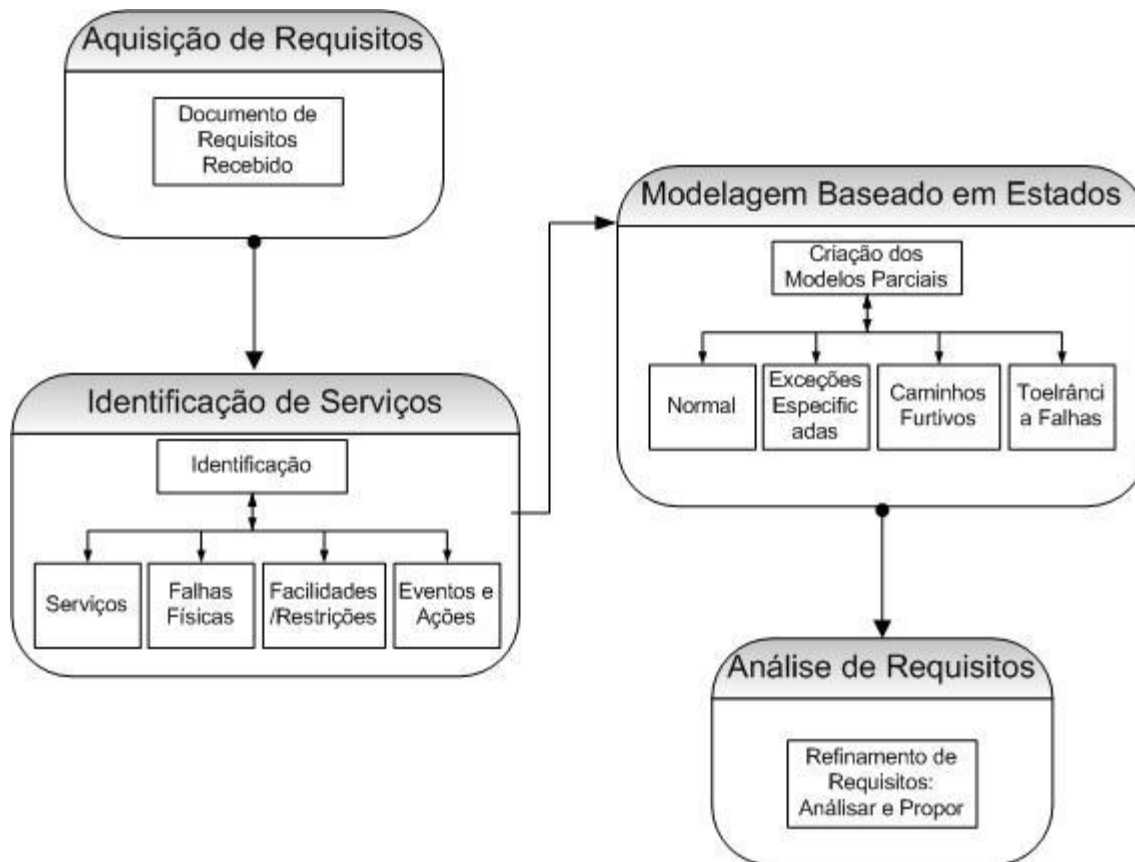


Figura 3 - Visão detalhada da metodologia CoFI-ref.

O próximo passo, também herdado da COFI, é a elaboração dos modelos parciais através da representação por Máquinas de Estados Finitos (MEF). Estas MEF são desenvolvidas do ponto de vista das quatro representações, são elas:

- a) Modelo Normal;
- b) Modelo de Exceções Especificadas;
- c) Modelo de Caminhos Furtivos; e
- d) Modelo de Tolerância a Falhas.

Após a transcrição dos requisitos identificados do documento fornecido em modelos de estados o passo de análise dos requisitos é iniciado, de modo que um mapeamento seja realizado entre os modelos desenvolvidos e os requisitos propostos. Esta análise é elaborada a partir de três grandes áreas:

- a) A linguagem natural;
- b) A gramática da língua; e
- c) As propriedades e atributos de requisitos.

Com a conclusão dos quatro passos descritos na Figura 3 uma nova revisão de requisitos é realizada e um documento com as sugestões e atualizações propostas pela equipe de V&V são entregues ao grupo. Este processo é realizado de forma iterativa até que se chegue a um grau de refinamento que as necessidades do projeto sejam atendidas.

4. Aplicação da COFI-ref no Projeto ITASAT-1

Inicialmente o grupo responsável pela especificação dos requisitos, mediante revisão de projeto, fornece o Documento de Definição de Requisitos (DDR) a equipe de V&V. De posse deste documento, a equipe aplica os passos indicados pela COFI-ref, identificando, classificando, modelando e analisando os requisitos. Ao término das atividades descritas nas figuras 2 e 3, mediante uma segunda revisão, o primeiro grupo recebe um relatório com as respectivas alterações ou conclusões. Realiza-se este procedimento de maneira iterativa até que os requisitos satisfaçam aos três níveis previamente citados: os interessados, os engenheiros de sistemas e os desenvolvedores. Assim, esta segunda revisão torna-se necessária para garantir: (i) os marcos do projeto; (ii) os resultados preliminares; e (iii) a sinergia entre os grupos de trabalho.

A Figura 4 apresenta uma visão geral da COFI-ref usada pelas equipes de trabalho no contexto do Projeto ITASAT-1. A primeira equipe, representada pelo subsistema de Gestão de Bordo entrega, via revisão de projeto, o documento de especificação de requisitos para a segunda equipe, neste caso o subsistema de Verificação e Validação Independente. Este, por sua vez, aplica a metodologia COFI-ref gerando assim um novo documento. Esta versão, por sua vez, pode ser encaminhada ao primeiro grupo para nova correção e, se necessário, novo refinamento pode ser realizado ou pode ser enviada para a revisão formal do projeto. No caso do Projeto ITASAT-1 a versão é enviada à *System Requirement Review, SRR* (Revisão de Requisitos de Sistemas).

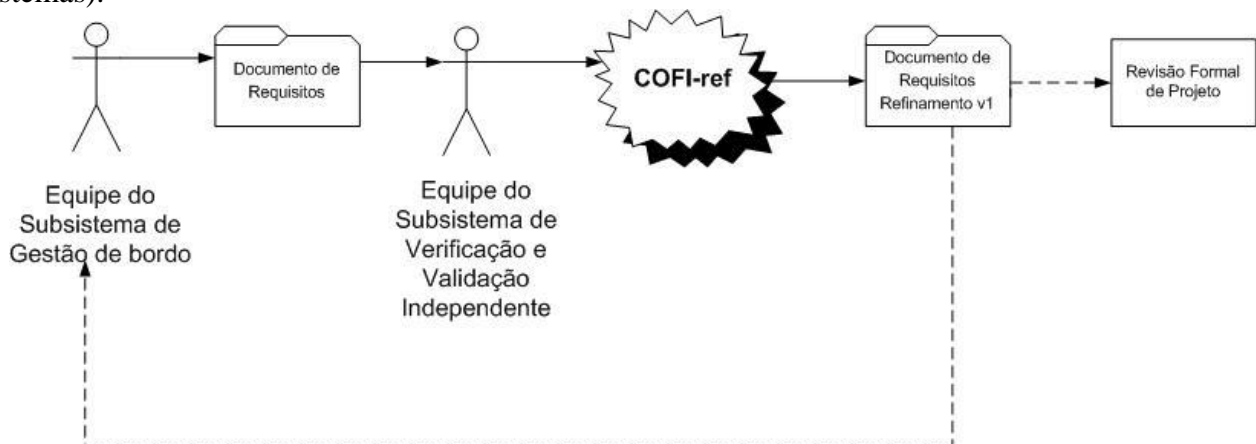


Figura 4 - Equipes envolvidas no processo de refinamento de requisitos pela metodologia CoFI-ref.

5. Conclusão

Este trabalho apresentou alguns fatores que motivam o investimento na busca de soluções para a Engenharia de Requisitos. No levantamento dos problemas causados nas missões espaciais estudados por Duren (2006), para a NASA, fica constatado que muitas falhas em missões foram causadas por negligência nas atividades de verificação e validação.

Na busca de soluções para V&V de requisitos, a Tabela 2, resumindo soluções dadas pelos respectivos autores, nos mostra o esforço por parte da academia e da indústria de lidarem com o fato de que o processo de Engenharia de Requisitos requer esforço contínuo em qualquer projeto e do qual pode-se adaptar diferentes soluções.

Nossa proposta é uma abordagem de refinamento de requisitos para aplicações espaciais no âmbito da atividade de V&V. O Projeto ITASAT-1 é utilizado como caso de estudo da metodologia proposta que, dado resultados preliminares, aponta para a validação desta metodologia com resultados satisfatórios para as equipes de trabalhos envolvidas. Estes resultados podem ser interpretados como positivos, pois uma das necessidades de utilização da COFI-ref foi, justamente, corrigir nas fases iniciais de especificação de requisitos. Verifica-se que a metodologia pode ser aplicada com êxito em requisitos de operações de satélites e também no caso específico de software crítico. No entanto, há limitações quanto ao uso da COFI-ref, uma vez que a metodologia está em fase de estudo e análise verifica-se que para sistemas muito complexos deve-se ter cuidado ao elaborar as MEF de modo que não haja explosões de combinações dificultando ou até impossibilitando o refinamento.

Este trabalho aborda ainda a relação existente entre a modelagem e a representação do conhecimento criando pontes entre modelos formais e estruturas da linguagem textual.

Trabalhos futuros indicam a utilização deste método nas especificações de requisitos para operações de segmento solo de missões de satélites, visando qualificar a sistemática nos diferentes setores que compõem uma missão aeroespacial, atendendo aos interesses do INPE e do grupo de trabalho.

6. Referências

Ambrosio, A. M. COFI: uma abordagem combinando teste de conformidade e injeção de falhas para validação de software em aplicações espaciais. 2005. 209 p. (INPE-13264-TDI/1031). Tese (Doutorado em Computação Aplicada) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2005. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/MTC-m13@80/2005/09.06.13.34>>. Acesso em: 30 jul. 2009.

Ambrosio, A. M.; Martins, E.; Vijaykumar, N. L.; Carvalho, S. V. CoFI: a test process for space application service validation. In: WORKSHOP DOS CURSOS DE COMPUTAÇÃO APLICADA DO INPE, 4. (WORCAP), 2004, São José dos Campos. Anais... São José dos Campos: INPE, 2004. CD-ROM, On-line. (INPE-11622-PRE/7003). Disponível em: <<http://urlib.net/lac.inpe.br/worcap/2004/10.05.15.09>>. Acesso em: 30 jul. 2009.

Ambrosio, A. M.; Mattiello-Francisco, M. F.; Martins, E. An Independent Software Verification and Validation Process for Space Applications. In: CONFERENCE ON SPACE OPERATIONS 9., (SPACEOPS 2008), 2008, Hidelberg. Proceedings... 2008. p. 9. CD-ROM. (INPE-15303-PRE/10112). Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m16@80/2008/06.18.15.35>>. Acesso em: 30 jul. 2009.

Cybulski, J. L. Automatic Refinement of User Requirements: A Case Study in Software Tool Evaluation. Proceedings of the Thirteenth Australasian Conference on Information Systems, pp. 757-771, Victoria University, Melbourne, Australia, 2002.

Darimont, Robert and van Lamsweerde, Axel. Formal refinement patterns for goal-driven requirements elaboration. SIGSOFT Software Engineering Notes, 1996, vol. 21, pages 179-190.

De Jong E., Jaco van de Pol, Jozef Hooman. Refinement in Requirements Specification and Analysis: a Case Study. In 7th IEEE International Conference and Workshop on the Engineering of Computer Based Systems (ECBS), 2000, pages 290-298.

Duren, R. M. Validation (not just Verification) of Deep Space Missions. IEEE, March 2006, 13pp.

ECSS-E-10 Part 1B, Space Engineering - System Engineering - Part1: Requirements and process. 18 November 2004.

Garcia-Duque Jorge ; Pazos-Arias José J. ; Lopez-Nores Martín ; Blanco-Fernandez Yolanda ; Fernandez-Vilas Ana ; Diaz-Redondo Rebeca P. ; Ramos-Cabrer Manuel ; GIL-SOLLA Alberto. Methodologies to evolve formal specifications through refinement and retrenchment in an analysis and revision cycle. Requirements Engineering Journal, vol. 14, 2009, pages 129-153.

Gunter, Carl A., Gunter, Elsa L., Jackson, Michael and Zave, Pamela. A Reference Model for Requirements and Specifications. ICRE '00: Proceedings of the 4th International Conference on Requirements Engineering (ICRE'00), 2000, pages 189.

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.

IBM Corporation. Get It Right the First Time: Writing Better Requirements. 2008.

International Council on Systems Engineering - INCOSE. Available On-line at <<http://www.incose.org>>. Accessed in november 10, 2009.

Letier, Emmanuel and Van Lamsweerde, Axel. Reasoning about partial goal satisfaction for requirements and design engineering. SIGSOFT '04/FSE-12: Proceedings of the 12th ACM SIGSOFT twelfth international symposium on Foundations of software engineering, 2004, pages 53-62.

Liu, S. Capturing Complete and Accurate Requirements by Refinement. IEEE International Conference on Engineering of Complex Computer Systems, 2002.

Morais, M. H. E., Ambrosio, A. M. Metodologia CoFI (conformance and Fault Injection) aplicada a um exemplo didático. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE. São José dos Campos, SP, 2009.

Pontes, R. P.; Morais, M. H. E.; Vêras, P. C.; Ambrosio, A. M.; Villani E. Model-based Refinement of requirement specification: A Comparison of two V&V Approaches. COBEM, International Congress of Mechanical Engineering, November 15-20, 2009, Gramado, RS, Brazil.

Pressman, R. S. Software Engineering. A Practioner´s Approach. Mcgraw-Hill, 2005.

Schmidt, M.; Calio, E.; Geesner, R.; Kolster, P.; Parkes, A.; PECCHIOLI, M.; RAGOT, A. The ECSS Standard on Space Segment Operability. In: Conference on Space Operation, (SPOACEOPS 2004), 2004.

Sommerville, I. Software Engineering. Addison-Wesley, 8th ed., 2007.