
UM FRAMEWORK TRANSDISCIPLINAR PARA A GESTÃO DOS PROCESSOS DA FASE DE PROJETO DO CICLO DE VIDA DE PRODUTOS EM MISSÕES ESPACIAIS**A TRANSDISCIPLINARY FRAMEWORK FOR THE PROCESSES MANAGEMENT OF PRODUCT LIFE CYCLE DESIGN PHASE IN SPACE MISSIONS**Renato Fernandez⁵

RESUMO: O objetivo deste trabalho é aplicar uma abordagem transdisciplinar e inovadora, denominada Ciência e Tecnologia Transdisciplinares de Processos, e um *Framework* desenvolvido com base nela, para a criação e análise de modelos visando o aumento da maturidade da gestão dos processos da fase de projeto do ciclo de vida de produtos em missões espaciais. Esta abordagem se caracteriza por utilizar de forma integrada técnicas provenientes de diversas áreas autônomas de estudos sobre processos complexos, tais como as de Engenharia de Sistemas Baseada em Modelos, Gerência de Projetos, Gestão de Processos de Negócios, Modelagem e Simulação de Sistemas. A fase de projeto do Ciclo de Vida do Produto é responsável pela elaboração dos seguintes processos: Definição de Conceitos (Análise de Missão / Necessidades e Requisitos dos *Stakeholders*) e Definição de Sistemas (Requisitos de Sistemas / Concepção da Arquitetura Lógica / Concepção da Arquitetura Física). A abordagem proposta pode ser utilizada para melhoria dos processos de engenharia e gestão em geral, mas ela é aplicada neste trabalho em um estudo de caso da área de gestão de processos da fase de projeto do ciclo de vida de produtos de sistemas espaciais.

PALAVRAS-CHAVE: Ciência e Tecnologia Transdisciplinar de Processos. Engenharia de Sistemas Baseada em Modelos. Gerência de Projetos. Gestão de Processos de Negócio. Simulação de Processos. Fase de Projeto do Ciclo de Vida do Produto.

ABSTRACT: *The objective of this work is to apply a transdisciplinary and innovative approach, called Transdisciplinary Process Science and Technology, and a Framework developed based on it, for the creation and analysis of models aiming to increase the maturity of the management of the processes of product life cycle design phase in space missions. This approach is characterized by the use of integrated techniques from several autonomous areas of studies on complex processes, such as Model Based Systems Engineering, Project Management, Business Process Management, Modeling and Simulation of Systems. The Product Life Cycle design phase is responsible for the following processes: Concepts Definition (Mission Analysis / Stakeholders Needs and Requirements) and System Definitions (System Requirements / Logical Architecture Design / Physical Architecture Design). The proposed approach can be used to improve the engineering and management processes in general, but it is applied in this paper in a case study of the process management area of the life cycle design phase of space systems products.*

KEYWORDS: *Transdisciplinary Science and Technology of Processes. Model-Based Systems Engineering. Project Management. Business Process Management. Process Simulation. Product Life Cycle Design Phase.*

⁵ renato.fernandez@prof.ung.br. Doutor em Engenharia e Tecnologias Espaciais – Universidade de Guarulhos

INTRODUÇÃO

As organizações modernas precisam executar e evoluir continuamente seus processos complexos de negócios, relacionados com o desenvolvimento de produtos e os serviços que elas oferecem, a fim de atender a um mercado altamente exigente e competitivo em um mundo de constantes inovações e crescente expectativa por parte dos clientes. Para atender esses objetivos, essas organizações modernas estão contando cada vez mais com sofisticados processos de modelagem, técnicas de análise e recursos tecnológicos avançados, produzidos por diversas áreas de conhecimento relacionadas com o estudo de processos complexos, para melhorar seus processos de engenharia e de gestão.

A engenharia de sistemas baseada em modelos, gerência de projetos, gestão de processos de negócios, modelagem e simulação de sistemas são algumas destas áreas de conhecimento que se encontram estabelecidas como disciplinas já consagradas, e bastante utilizadas por estas organizações para a melhoria dos processos de seus negócios.

As disciplinas *opus citatus* são geralmente utilizadas de forma autônoma, visando contribuir para que os processos internos de gestão das organizações sejam descritos de forma cada vez mais alinhada com os processos essenciais de desenvolvimento de seus produtos. Isto permite que o conjunto de processos componentes do ciclo de vida do sistema seja executado de forma cada vez mais eficaz com relação à utilização de energia, dinheiro, recursos humanos e materiais.

Apesar das grandes melhorias já obtidas na solução de problemas complexos envolvendo processos, as organizações ainda têm uma grande dificuldade para personalizar e melhorar seus processos de negócios devido à diversidade e incompatibilidade de métodos, técnicas e ferramentas das áreas de conhecimento acima citadas, além do alto custo de desenvolvimento de suas ferramentas de apoio.

A criação de uma abordagem sistemática para integrar e unificar conceitos e técnicas pertencentes a estas áreas ou disciplinas, pode ser uma alternativa interessante para se atingir esse objetivo de uma forma mais acessível às empresas, sendo esse o foco principal da metodologia utilizada nesta pesquisa.

Organizações e Academia buscam desenvolver abordagens sistemáticas deste tipo, em que métodos, técnicas e ferramentas utilizados para análise e solução de problemas envolvendo um amplo conhecimento sobre os processos complexos sejam tratados como componentes de uma disciplina unificada, ou seja, passem a constituir uma abordagem transdisciplinar, com vistas à obtenção de benefícios do uso simultâneo de disciplinas correlatas. (SDPS, 1995).

Uma abordagem transdisciplinar deste tipo, que propõe a reestruturação do próprio conhecimento e a utilização de um modelo de referência dos processos do ciclo de vida do sistema, anteriormente à aplicação das técnicas de análise, é utilizada neste trabalho e recebe a denominação de Ciência e Tecnologia Transdisciplinares de Processos (CT²P).

A CT²P é definida como sendo uma abordagem transdisciplinar que visa a integração e unificação de várias disciplinas autônomas que lidam com processos complexos com diferentes visões, para aplicação em Engenharia Simultânea de Sistemas, sendo esta definida como o estudo integrado de processos de engenharia de produtos e gestão dos processos do ciclo de vida da organização.

A CT²P pode ser vista ainda como uma forma de Modelagem Multifacetada para Maturidade na Gestão de Processos de Negócios, onde o modelo multifacetado está concentrado na ideia de permitir uma fusão de disciplinas, a saber: a Engenharia de Sistemas Baseada em Modelos; a Gerência de Projetos; a Gestão de Processos de Negócios; e a Modelagem e Simulação de Sistemas.

A finalidade do uso simultâneo destas disciplinas é a melhoria na construção dos modelos e na

execução do Ciclo de Vida do Sistema (CVS), que se compõe dos processos de desenvolvimento de produtos e serviços em geral, bem como dos processos de gestão da organização para a fabricação destes produtos e serviços (KIENBAUM, 2014).

MÉTODOS

Este trabalho busca aplicar a abordagem CT²P para a melhoria da gestão de processos na fase de projeto do CVS, por meio da criação de um modelo de referência unificado e integrado dos processos de produção e gestão da organização e da aplicação das técnicas oriundas das disciplinas mencionadas de maneira simultânea. Desta forma espera-se obter benefícios complementares da modelagem e análise conjunta do modelo unificado (multifacetado) criado, reduzindo a ocorrência de falhas na fase de projeto, que resultariam em riscos e custos mais elevados para detecção e correção em fases mais avançadas do CVS.

DESENVOLVIMENTO

MODELO DE REFERÊNCIA DOS PROCESSOS DO CICLO DE VIDA DO SISTEMA

Um modelo de referência é uma representação genérica dos processos de negócios das empresas. Um modelo de referência genérico é normalmente desenvolvido para setores individuais da indústria. Cada setor da empresa pode criar seus modelos de processos através da adaptação do modelo genérico de referência para suas próprias especificidades. Por meio do modelo de referência, uma única visão do desenvolvimento do produto pode ser obtida, trazendo para todos os *stakeholders* participantes de um desenvolvimento específico, o mesmo nível de conhecimento. (ROZENFELD, 2006).

Neste trabalho, o termo Modelo de Referência é utilizado para designar o modelo genérico mais simples representante dos macroprocessos do CVS, que contempla os objetivos do estudo.

Para fins de identificação de modelos genéricos do CVS, a serem utilizados na abordagem CTP proposta, serão estudados modelos de referência já tradicionais, que contam com comunidades amplas de desenvolvedores e apoiadores, tais como o PCF (*Process Classification Framework*) da APQC (*American Productivity and Quality Center*) e o SEBoK (*Systems Engineering Body of Knowledge*) da BKCASE (*Body of Knowledge and Curriculum to Advance Systems Engineering Project*).

O sistema pode ser entendido como sendo a organização como um todo ou como o produto que está sendo desenvolvido, dependendo do contexto.

Quando se tratar da organização como um todo, os processos a serem descritos envolvem todo o ciclo de vida da organização (CVO), o qual, segundo o PCF da APQC compreende dois grandes grupos, a saber: processos operacionais e processos de gestão e apoio, sendo que cada grupo é composto por suas respectivas categorias de processos.

Quando se tratar do produto, os processos descritos são aqueles relacionados com o produto/produção de uma empresa: a concepção e a engenharia do produto/serviço, ou seja, o fluxo de trabalho dos processos de produção (processos técnicos), os processos de gerência de projetos, bem como os processos adicionais de gestão de processos de negócios para completar o modelo do ciclo de vida do produto/produção da organização.

Para se descrever o modelo unificado completo dos processos organizacionais de produção e gestão faz-se uso de representações multifacetadas, na forma gradual de camadas, sendo as mais internas relacionadas com os processos operacionais essenciais para o desenvolvimento do produto e as mais externas relacionadas com a gestão pela organização deste processo de produção.

Um ponto importante a ser ressaltado é que um modelo de referência é criado e usado desde o início para construir o modelo multicamadas feito de representações especializadas, que utilizam

disciplinas diversas, mantendo-se a consistência entre elas.

Esta estrutura de processos e metodologia de modelagem em multicamadas contempla não apenas a decomposição do modelo de processo global ou nível hierárquico considerado, mas associa uma disciplina a cada camada, que vai desde o ponto de vista de engenharia, na camada mais interna, passando pelas visões de gerência do projeto e gestão dos processos de negócios nas camadas intermediárias, e chegando finalmente a visão de simulação na camada mais externa.

Um procedimento de modelagem é executado, sendo o caminho de baixo para cima começando com o fluxo de processos da engenharia de sistemas (mapa de processos) e a abordagem de cima para baixo começando com o modelo de gestão dos processos de negócios da organização em macro componentes, que são hierarquicamente decompostos até que mostrem os principais processos de produção ou o fluxo de processos da engenharia de sistemas.

A visão completa sobre o contexto no qual estes modelos de referência se inserem, está ilustrada na Figura 1, para melhor delimitação do escopo da proposta de trabalho aqui apresentada.

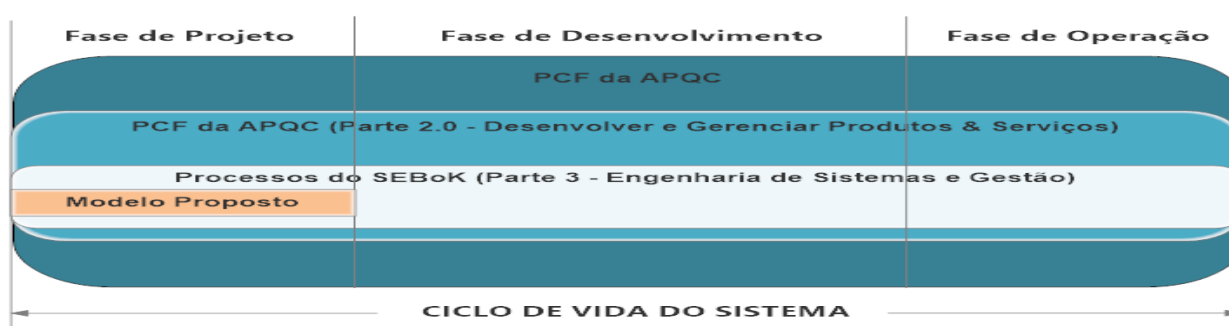


Figura 1: Contexto do PCF da APQC e SEBoK (FERNANDEZ, 2016)

O PCF da APQC será utilizado para ilustrar o CVO, pois sua característica principal é a visão num sentido “top-down” de uma organização, descrevendo-a por completo, desde a definição de sua visão estratégica até o gerenciamento do atendimento ao cliente durante seu uso do produto até o descarte final.

Os processos do Ciclo de Vida do Produto (CVP) é uma parte do CVO (Parte 2.0 do PCF da APQC), e neste caso ele contém a macro Desenvolver e Gerenciar Produtos e Serviços, que engloba os processos de engenharia do produto e de gestão da produção, mas não faz nenhum detalhamento destes processos.

Para ilustrar em detalhes o modelo de referência de processos do ciclo de vida do produto serão utilizados os processos de engenharia contidos no SEBoK (2016), correspondente a sua parte 3.

Embora não abordado de forma explícita no SEBoK, cabe ressaltar que o modelo de

referência ali apresentado representa tanto os aspectos do ciclo de vida do desenvolvimento do produto, quanto os da gestão da produção, no tocante às fases de projeto, de desenvolvimento e de operação, conforme mostradas na Figura 1.

Modelo de Referência do Ciclo de Vida da Organização

A APQC é uma instituição reconhecida internacionalmente que visa a melhoria dos processos e desempenho das organizações, ajudando-as a se adaptarem às rápidas mudanças dos ambientes, construir novas e melhores maneiras de se trabalhar, e ter sucesso em um mercado competitivo.

O *Framework* para a Classificação de Processos (PCF) da APQC (APQC, 2014) é uma lista de processos de negócios que as organizações utilizam para definir os processos de trabalho de forma abrangente e sem redundâncias. O PCF serve também como uma ferramenta para apoiar

o *benchmarking* (processo contínuo de comparação dos produtos, serviços e práticas empresarias entre os mais fortes concorrentes ou empresas reconhecidas como líderes), visando controlar de forma objetiva e comparar o seu modelo de operação e seu desempenho com outras organizações de seu setor de atividades.

O PCF descrito resumidamente na Figura 2 a seguir, permite o delineamento e definição dos

processos e atividades específicas para a indústria de Defesa e Aeroespacial.

Neste modelo da APQC, o item 2.0 contempla o Desenvolvimento e Gestão de Produtos e Serviços (do inglês, *Develop and Manage Products and Services*), sendo a parte que corresponde mais diretamente à nossa visão dos aspectos essenciais (do inglês, *core process*) dos processos do CVP da área espacial.



Figura 2: PCF da APQC (Adaptada de APQC (2008, p. 3)

O item 2.0 se divide em dois grupos de processos que são: Gerenciar Portfólio de Produtos e Serviços (do inglês, *Manage Product and Service Portfolio*) e Desenvolver Produtos e Serviços (do inglês, *Develop Products and Services*).

O primeiro destes, o processo *Manage Product and Service Portfolio*, é uma etapa adicional do planejamento estratégico da empresa, anterior à definição do próprio produto e de sua especificação.

O segundo, o processo *Develop Products and Services*, é um correspondente aproximado dos macroprocessos de Definição de Conceitos e Definição de Sistemas da Fase de Projeto, que é o objeto principal de estudo deste trabalho.

Modelo de Referência do Ciclo de Vida do Produto

Os modelos de referência dos processos do Ciclo de Vida do Produto (CVP) proporcionam às empresas uma solução para o processo de desenvolvimento do produto, permitindo-lhes determinar as características do produto e do processo de produção. Adaptado para os requisitos específicos da empresa, os modelos de referência evoluem também para modelos específicos da empresa (SCHEER e NUTTGENS, 2002).

O *SEBoK* visa informar sobre conceitos e práticas essenciais em Engenharia de Sistemas a uma grande variedade de comunidades de usuários, de maneira que podem ser adaptados a diferentes atividades, mantendo uma

uniformidade e consistência. Ele fornece um compêndio das principais fontes de conhecimento e referências de engenharia de sistemas que são organizadas e explicadas para ajudar uma ampla variedade de usuários (PYSTER e OLWELL, 2013).

O *SEBoK* é composto por 7 (sete) partes, divididas em 25 (vinte e cinco) áreas do conhecimento, com 114 (cento e catorze) tópicos. As partes do *SEBoK* são: *Introduction; Systems; Systems Engineering and Management; Applications of Systems*

Engineering; Enabling Systems Engineering; Related Disciplines and Systems Engineering Implementation Examples.

A Figura 3 ilustra o CVP completo, incluindo a retirada de operação (do inglês, *retirement*) e descarte (do inglês, *disposal*). Cabe salientar que somente os processos da Fase de Projeto (Análise de Missão, Necessidades e Requisitos de Stakeholders, Requisitos de Sistemas, Concepção da Arquitetura Lógica e Concepção da Arquitetura Física) é que serão tratados pelo modelo proposto neste trabalho.

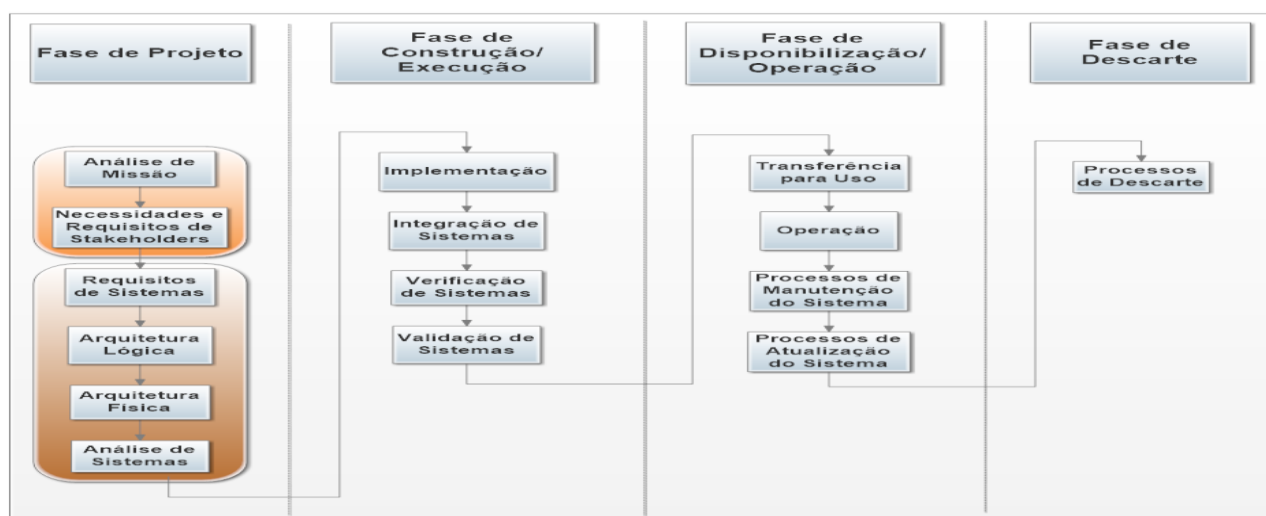


Figura 3: Processos de Ciclo de Vida do Produto (FERNANDEZ, 2016)

A parte 3 do *SEBoK* apresenta um paradigma que identifica o objetivo geral de todos os esforços de engenharia de sistemas que é a transformação das necessidades específicas dos *stakeholders* em um sistema de produtos ou serviços que satisfaçam a essas necessidades, proporcionando uma visão mais profunda sobre como realizar as atividades relacionadas com o ciclo de vida da engenharia de sistemas.

A parte 3 é constituída das seguintes áreas do conhecimento: Modelos de Ciclo de Vida (do inglês, *Life Cycle Models*); Definição de

Conceitos (do inglês, *Concepts Definition*); Definição de Sistema (do inglês, *System Definition*); Especificação de Sistema (do inglês, *System Realization*); Desenvolvimento e Uso do Sistema (do inglês, *System Deployment and Use*); Gestão da Engenharia de Sistemas (do inglês, *Systems Engineering Management*); Gestão do Ciclo de Vida de Produtos e Serviços (do inglês, *Product and Services Life Cycle Management*) e Padrões de Engenharia de Sistemas (do inglês, *Systems Engineering Standards*).

Neste modelo do *SEBoK*, as áreas de conhecimento de Definição de Conceitos e Definição de Sistema correspondem mais diretamente à visão dos aspectos essenciais dos processos da Fase de Projeto do CVP da Área

Espacial, que é o objeto principal de estudo deste trabalho.

A Fase de Projeto do Ciclo de Vida do Produto

O ciclo de vida completo de um projeto de engenharia de sistemas é composto por fases macros, representadas na Figura 4, como sendo Fase de Projeto, Fase de Desenvolvimento, Fase de Operação e finalmente o Descarte.

Para projetos espaciais, costuma-se adotar outro tipo de designação (Souza, 2015) onde a Fase de

A Fase 0 (zero) corresponde ao macroprocesso Definição de Conceitos onde se situam os processos Análise de Missão / Necessidades e Requisitos de Stakeholders;

Projeto do Desenvolvimento do Produto é dividida em fases menores e sequenciais, denominadas de fases 0 (zero), A e B.

Adotando-se esta nova forma de designação, a equivalência entre elas neste trabalho é a seguinte:

As fases A e B juntas correspondem ao macroprocesso Definição de Sistemas onde se situam os processos Requisitos de Sistemas / Concepção da Arquitetura Lógica / Concepção da Arquitetura Física / Análise do Sistema.)

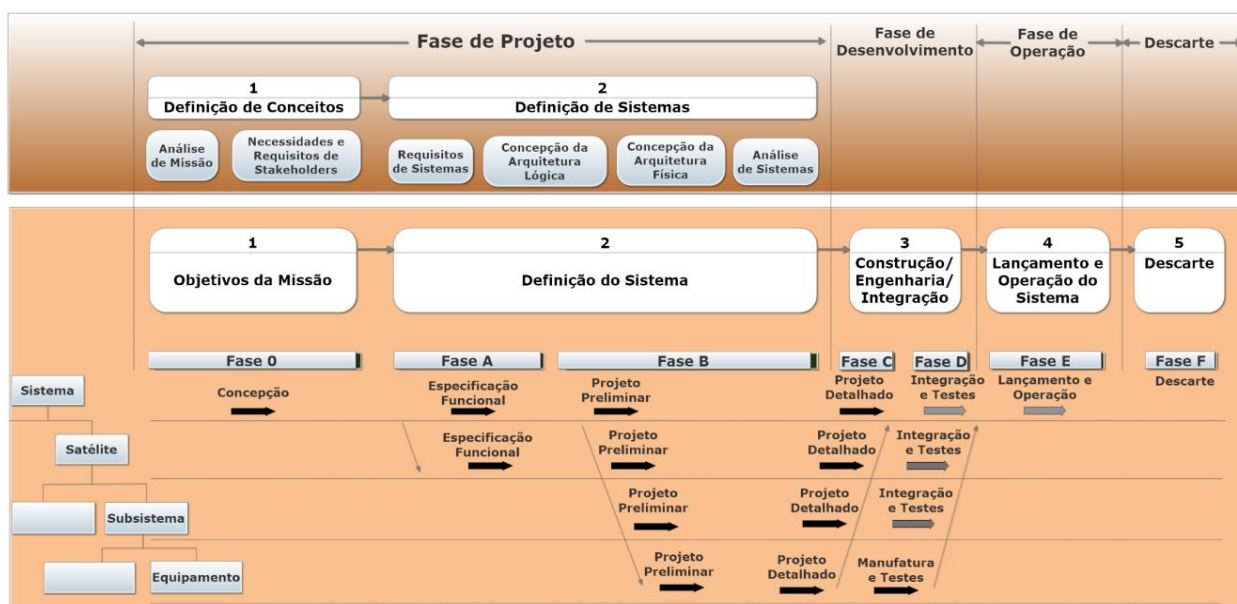


Figura 4: Fases do Ciclo de Vida do Sistema para Missões Espaciais (FERNANDEZ, 2016)

No final de cada fase têm-se as inspeções, com o objetivo de verificar se o projeto deve continuar para sua próxima fase ou efetuar-se a correção de erros que eventualmente foram detectados.

A seguir é feita uma descrição destes processos para definir o problema objeto de estudo e delimitar o escopo deste trabalho.

Definição dos Macroprocessos

A fase de projeto do CVP é onde são realizados os seguintes macroprocessos: Definição de Conceitos e Definição de Sistemas.

O macroprocesso Definição de Conceitos se divide em dois processos que são: Análise de Missão, Necessidades e Requisitos dos Stakeholders.

O macroprocesso Definição de Sistemas, por sua vez, consiste em quatro outros processos que são: Requisitos de Sistemas, Concepção da Arquitetura Lógica, Concepção da Arquitetura Física e Análise do Sistema.

A Figura 5 retrata a fase de projeto do CVP explicitando os macroprocessos e sua decomposição, bem como o sequenciamento e as realimentações entre os processos. Durante a

execução do modelo de processos, sucessivas iterações são necessárias, até que se produza o resultado final desejado, que é a completa

definição e especificação do Sistema de Interesse (Sol, do inglês, *System of Interest*).

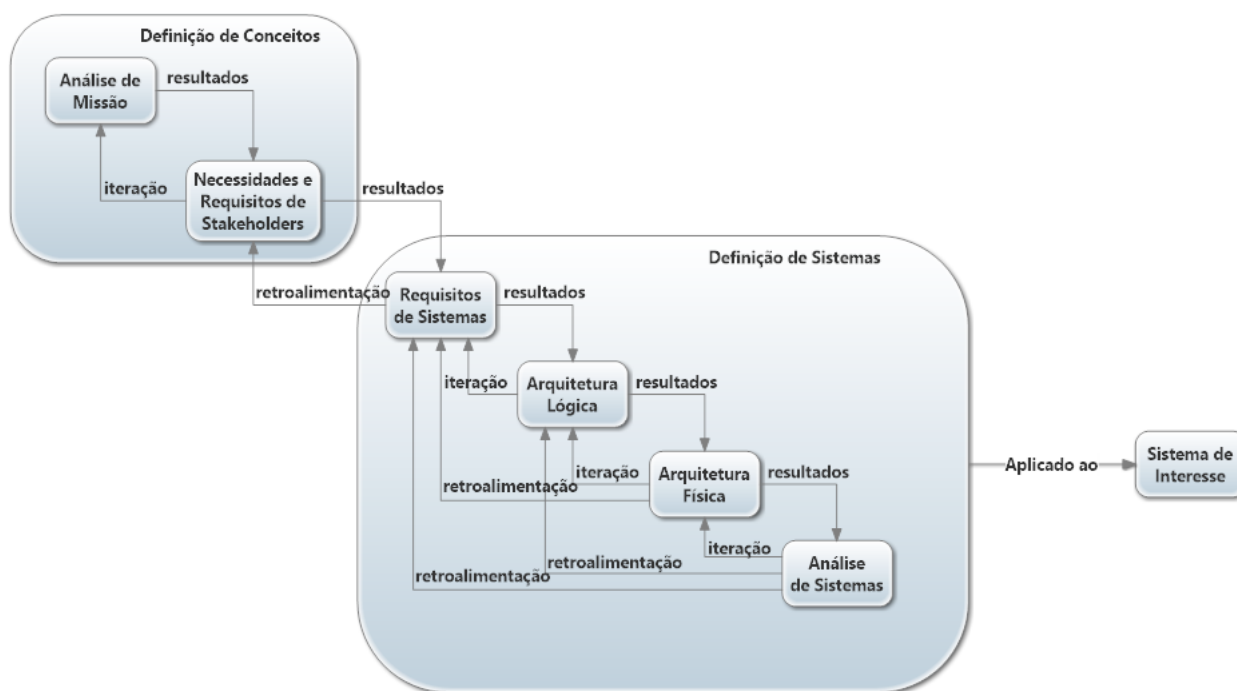


Figura 5: Macroprocessos da fase de projeto do ciclo de vida do produto (FERNANDEZ, 2016)

Definição de Conceitos

Segundo Pyster e Olwell (2013), a Definição de Conceitos é o conjunto de processos em que o contexto do problema, as necessidades e requisitos do negócio ou dos stakeholders são

Definição de Sistemas

Segundo Pyster e Olwell (2013), o macroprocesso Definição de Sistemas, por sua vez, deverá ser realizado para descrever em detalhes, um sistema para satisfazer uma necessidade identificada. As atividades serão agrupadas e descritas como processos genéricos que serão executados de forma sequencial ou paralela, compondo ciclos a serem

minuciosamente examinados nos processos de Análise de Missão e de Necessidades e Requisitos dos Stakeholders, respectivamente. Este macroprocesso começa antes de qualquer definição formal referente ao *Sol* que será desenvolvido, conforme ilustrado na Figura 5.

executados em uma única passagem ou por meio de diversas iterações. Os processos componentes da Definição de Sistemas consistem em Requisitos de Sistema, Concepção da Arquitetura Lógica e Concepção da Arquitetura Física. Durante e/ou no final de qualquer iteração, pontos de validação são incluídos para garantir que todos os requisitos ser desenvolvido, conforme ilustrado na Figura 5.

METODOLOGIA PARA USO DE CT²P EM ENGENHARIA DE SISTEMAS

A realização de um estudo completo para a Ciência e Tecnologia Transdisciplinares de Processos em Engenharia de Sistemas

contempla o uso das seguintes disciplinas: Engenharia de Sistemas Baseada em Modelos (aplicada a *Hardware ou Software*), Gerência de Projetos, Gestão de Processos de Negócios e Modelagem e Simulação.

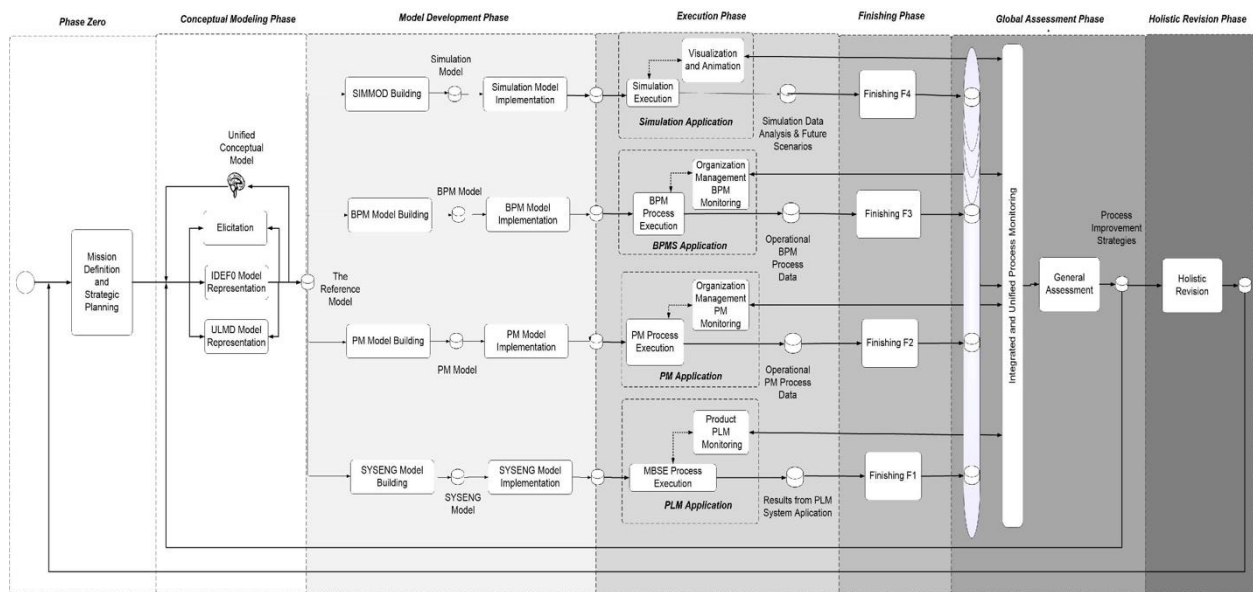


Figura 6: Modelagem Unificada dos Processos do Ciclo de Vida do Sistema (FERNANDEZ, 2016)

A aplicação de CT²P em Engenharia de Sistemas é feita utilizando-se os modelos representativos das diversas áreas de interesse relacionadas com estas disciplinas, construídos a partir de um modelo de referência dos processos do CVS. O modelo genérico (modelo de referência) é elaborado, por sua vez, a partir de modelos tradicionais de processos disponíveis na literatura.

O Método de Implementação ou Modelagem Unificada de Processos do Ciclo de Vida do Sistema é criado pela agregação de diferentes visões de processos originadas das disciplinas citadas acima e suas aplicações aos processos de Engenharia Simultânea de Sistemas.

Neste trabalho está sendo empregado o modelo de engenharia de sistemas do *SEBoK* para

descrever o CVP. Neste modelo de engenharia são incluídos os aspectos essenciais relacionados ao processo de transformação (processos operacionais ou técnicos) ao longo do CVP. Na fase de projeto do produto eles abrangem a definição de conceitos e a definição de sistemas.

A Figura 6 apresenta o Método de Implementação da CT²P, chamado de Modelagem Unificada dos Processos do Ciclo de Vida do Sistema, que consiste em um método de implementação gradual do *Framework* para CTP em um estudo de caso, seja ele referente à organização como um todo ou simplesmente a um produto em desenvolvimento por esta organização. Os retângulos arredondados são os processos de transformação e os cilindros representam o conteúdo de conhecimento do modelo em um ponto específico no tempo.

A primeira fase da modelagem unificada do ciclo de vida é denominada de Desenvolvimento do Modelo Conceitual e de Referência (do inglês, *Conceptual and Reference Model Building*) (KIENBAUM, 2014).

Em CT²P o modelo conceitual refere-se ao mapa de processos com o fluxo de trabalho dos processos realizados no sistema (conteúdo lógico ou mental) e a representação do modelo conceitual é denominada modelo comunicativo.

A segunda fase da modelagem unificada do ciclo de vida é denominada de Desenvolvimento e Implementação do Modelo Especializado (do

inglês *Specialised Model Building and Implementation*) e compreende duas macroatividades, chamadas de Desenvolvimento do Modelo Especializado (do inglês, *Specialised Model Building*) e Implementação do Modelo Especializado (do inglês, *Specialised Model Implementation*), cada uma contendo uma atividade única em seu mais baixo nível de decomposição, mas que pode ser ainda mais decomposta hierarquicamente, se necessário (KIENBAUM, 2014).

A terceira fase da modelagem unificada do ciclo de vida é denominada de Fase de Experimentação e Análise (do inglês, *Experimentation and Analysis Phase*), onde tem-se a adição do projeto de experimento e execução das aplicações do modelo, que serão

CONCLUSÃO

A aplicabilidade da metodologia proposta para a maturidade da gestão dos processos da fase de projeto do ciclo de vida de produtos em missões espaciais, bem como, a demonstração do potencial e das principais vantagens que ela permite obter em um cenário real de aplicação, poderá ser utilizada em estudos de caso relacionados a projetos de desenvolvimento de pequenos satélites para a sua respectiva demonstração.

A ideia é ter vantagens na aplicação conjunta de todas ou algumas das técnicas de modelagem e análise provendo suporte ao ciclo de vida completo dos processos de desenvolvimento de

executados de acordo com as diferentes áreas do projeto (KIENBAUM, 2014).

A quarta e última fase da modelagem unificada do ciclo de vida é denominada de Fase de Avaliação, (do inglês, *Assessment Phase*) que também é realizada de forma integrada de acordo com as diversas visões e disciplinas. Esta última fase consiste de uma avaliação de desempenho do sistema e encerra as estratégias para o processo de melhoria contínua do modelo (KIENBAUM, 2014).

A implementação de estratégias de melhoria do modelo e da introdução de mudanças no sistema, podem tornar necessário reiniciar o procedimento de modelagem e executar o ciclo de vida completo do modelo tantas vezes quanto for necessário.

produtos complexos e serviços, a fim de se beneficiar da complementaridade destas técnicas em relação aos aspectos para os quais cada uma delas é especialmente eficiente e eficaz.

Os modelos do estudo de caso deverão ser construídos e ensaiados e deverá ser feita uma análise conjunta destes para explicitar os pontos fortes da metodologia, verificação da consistência e uniformidade dos modelos criados e, por fim, avaliação da metodologia no tocante aos benefícios e dificuldades encontradas durante todo o processo de levantamento, desenvolvimento e aplicação.

REFERÊNCIAS

APQC (*American Productivity And Quality Center*). About APQC, 2014. Disponível em: <http://www.apqc.org/>. Acessado em 25/03/2016

FERNANDEZ, RENATO. “*ENGESIS - Um framework transdisciplinar orientado a processos para apoio à fase de design da engenharia concorrente em missões espaciais*”. Tese de Doutorado. INPE. São José dos Campos. 2016

KIENBAUM GERMANO DE SOUZA. “*A Framework for Process Science and Technology And its Application to Systems Concurrent Engineering*.” PhD Thesis, Loughborough University, Loughborough, 2014.

PYSTER, ART; OLWELL, DAVID H. *The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK), v. 1.2*. Hoboken, NJ: The Trustees of the Stevens Institute of Technology, 2013

ROZENFELD, HENRIQUE. *Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma Referência para a Melhoria do Processo*. 1. ed. Editora Saraiva, 2006. 545 p

SCHEER, AUGUST-WILHELM; NÜTTGENS, MARKUS. *ARIS Architecture and Reference Models for Business Process Management*. LNCS 1806, pp 376-389, 2002. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F3-540-45594-9_24. Acessado em 09/03/2016

SDPS (Society For Design And Process Science). *About SDPS.*, 1995. Disponível em: <https://www.sdpsnet.org>. Acessado em 07/05/2016

SEBoK. Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK), version 1.6. 2016. 1.029 p

SOUZA, PETRÔNIO NORONHA. *Curso Introdução em Tecnologia de Satélites*. INPE. São José dos Campos. 2015