



Ministério da
**Ciência, Tecnologia
e Inovação**



sid.inpe.br/mtc-m19/2011/11.28.18.12-TDI

**MODELO PARA O GERENCIAMENTO DA
CONFIGURAÇÃO E GERENCIAMENTO DA
INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO DO PROGRAMA
ESPACIAL BRASILEIRO**

Inaldo Soares de Albuquerque

Dissertação de Mestrado do
Curso de Pós-Graduação em
Engenharia e Tecnologia Espa-
ciais/Gerenciamento de Sistemas
Espaciais, orientada pelo Dr. Leonel
Fernando Perondi, aprovada em 29
de novembro de 2011.

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3ASHBPL>>

INPE
São José dos Campos
2012

PUBLICADO POR:

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Gabinete do Diretor (GB)

Serviço de Informação e Documentação (SID)

Caixa Postal 515 - CEP 12.245-970

São José dos Campos - SP - Brasil

Tel.:(012) 3208-6923/6921

Fax: (012) 3208-6919

E-mail: pubtc@sid.inpe.br

CONSELHO DE EDITORAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA PRODUÇÃO INTELLECTUAL DO INPE (RE/DIR-204):**Presidente:**

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação Observação da Terra (OBT)

Membros:

Dr^a Inez Staciarini Batista - Coordenação Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA)

Dr^a Maria do Carmo de Andrade Nono - Conselho de Pós-Graduação

Dr^a Regina Célia dos Santos Alvalá - Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CST)

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Dr. Ralf Gielow - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPT)

Dr. Wilson Yamaguti - Coordenação Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE)

Dr. Horácio Hideki Yanasse - Centro de Tecnologias Especiais (CTE)

BIBLIOTECA DIGITAL:

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação de Observação da Terra (OBT)

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Deicy Farabello - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPT)

REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA:

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Yolanda Ribeiro da Silva Souza - Serviço de Informação e Documentação (SID)

EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:

Vivéca Sant´Ana Lemos - Serviço de Informação e Documentação (SID)



Ministério da
**Ciência, Tecnologia
e Inovação**



sid.inpe.br/mtc-m19/2011/11.28.18.12-TDI

**MODELO PARA O GERENCIAMENTO DA
CONFIGURAÇÃO E GERENCIAMENTO DA
INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO DO PROGRAMA
ESPACIAL BRASILEIRO**

Inaldo Soares de Albuquerque

Dissertação de Mestrado do
Curso de Pós-Graduação em
Engenharia e Tecnologia Espa-
ciais/Gerenciamento de Sistemas
Espaciais, orientada pelo Dr. Leonel
Fernando Perondi, aprovada em 29
de novembro de 2011.

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3ASHBPL>>

INPE
São José dos Campos
2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Albuquerque, Inaldo Soares de.

A115m Modelo para o gerenciamento da configuração e gerenciamento da informação e documentação do programa espacial brasileiro / Inaldo Soares de Albuquerque. – São José dos Campos : INPE, 2012.

xxvi + 115 p. ; (sid.inpe.br/mtc-m19/2011/11.28.18.12-TDI)

Dissertação (Mestrado em Gerenciamento de Sistemas Espaciais) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2011.

Orientador : Dr. Leonel Fernando Perondi.

1. gerenciamento da configuração. 2. projeto espacial. 3. garantia do produto. 4. ciclo de vida. I.Título.

CDU 629.783

Copyright © 2012 do MCT/INPE. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada em um sistema de recuperação, ou transmitida sob qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico, mecânico, fotográfico, reprográfico, de microfilmagem ou outros, sem a permissão escrita do INPE, com exceção de qualquer material fornecido especificamente com o propósito de ser entrado e executado num sistema computacional, para o uso exclusivo do leitor da obra.

Copyright © 2012 by MCT/INPE. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, microfilming, or otherwise, without written permission from INPE, with the exception of any material supplied specifically for the purpose of being entered and executed on a computer system, for exclusive use of the reader of the work.

Aprovado (a) pela Banca Examinadora
em cumprimento ao requisito exigido para
obtenção do Título de Mestre em

Engenharia e Tecnologia
Espaciais/Gerenciamento de Sistemas
Espaciais

Dr. Geilson Loureiro



Presidente / INPE / São José dos Campos - SP

Dr. Leonel Fernando Perondi



Orientador(a) / INPE / São José dos Campos - SP

Dr. Milton de Freitas Chagas Junior



Convidado(a) / UNINOVE / São Paulo - SP

Este trabalho foi aprovado por:

() maioria simples

() unanimidade

Aluno (a): Inaldo Soares de Albuquerque

São José dos Campos, 29 de novembro de 2011

“Quando estás certo, ninguém se lembra; quando estás errado, ninguém esquece”.

Provérbio irlandês

Dedico esta Dissertação

A Deus, minha família, amigos, colegas de trabalho, pela força, incentivo, companheirismo e amizade. Sem eles nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus que me concedeu condições para cumprir mais esta etapa da minha vida.

A minha eterna companheira Walkyria, pelo seu apoio, compreensão, amor, carinho e paciência nos momentos de ausência.

A meus filhos Thais e Thales pelo amor, carinho, apoio e compreensão.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), pela oportunidade de estudos e utilização de suas instalações.

À Coordenação de Engenharia e Tecnologias Espaciais pela oportunidade de estudos.

Ao Prof. Dr. Leonel Fernando Perondi, pela orientação e apoio na realização deste trabalho. É impossível encontrar palavras para agradecê-lo.

Aos professores da Pós-graduação em Engenharia e Tecnologia Espaciais, pelo conhecimento compartilhado.

À Coordenadora Maria do Carmo que sempre apoiou e incentivou este curso.

Aos professores e profissionais que criaram a Área de Concentração de Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais.

Aos meus amigos e companheiros de mestrado com quem tive oportunidade de conviver. Agradeço em especial: Irineu, Hadler e Suely que estiveram sempre juntos nas horas importantes deste trabalho.

RESUMO

O Gerenciamento da Configuração é o processo pelo qual o conteúdo, a mudança e o status de informações em um projeto são geridos e controlados. O sucesso de um projeto é altamente dependente de um bom gerenciamento da configuração. Quanto maiores a complexidade do produto, o número de interfaces e o grau de confiabilidade exigidos do produto, mais essencial torna-se a implementação de um sistema confiável de gerenciamento da configuração. Projetos da área espacial apresentam todas estas características e requerem, portanto, sistemas robustos de gerenciamento da configuração. À medida que um projeto avança ao longo de seu ciclo de vida, modificações são introduzidas, advindas de fontes tais como avanços no design, redefinição de itens configurados, edição de novos documentos, desvios, modificações de processos de fabricação, entre outras. O papel fundamental do Gerenciamento da Configuração e Informação (GCI) é garantir que, em cada instante da execução do projeto, a configuração do produto esteja sempre definida, e que esta configuração seja conhecida em toda a hierarquia de execução do projeto. Cabe, também, ao GCI assegurar que todas as alterações, desvios e waivers de uma linha de base, incluindo a documentação associada, sejam processadas e controladas de forma rastreável. Este trabalho mostra a importância do gerenciamento da configuração no ciclo de vida de um projeto na área espacial e também apresenta um estudo do processo do gerenciamento da configuração para projetos espaciais segundo os padrões European Cooperation for Space Standardization (ECSS), National Aeronautics and Space Administration (NASA) e International Organization for Standardization (ISO 9000) e é efetuada uma breve comparação com o sistema de gerenciamento da configuração praticado pelo INPE nos satélites CBERS 3 e 4. Por fim, é elaborada uma proposta com os itens considerados mais importantes para a aplicação em projetos espaciais no Brasil.

A MODEL FOR THE CONFIGURATION AND INFORMATION/DOCUMENTATION MANAGEMENT OF THE BRAZILIAN SPACE PROGRAM

ABSTRACT

Configuration Management is the process by which a project information change and status are managed and controlled. The success of a project is dependent on a good configuration management. The greater the complexity of the product, the larger number of interfaces and the reliability is required of the product, the more essential it becomes to implement a reliable system for configuration management. Space projects have all these features and therefore require robust systems configuration management. As a project progresses over its life cycle, modifications are introduced, coming from sources such as advances in design, redefinition of configured items, issue of new documents, deviations, modifications, fabrication processes, among others. The role of Configuration and Information Management (GCI) is to ensure that in every moment of the execution of the project, the configuration of the product is always defined, and that this configuration is known throughout the hierarchy of the project. The GCI also ensures that all changes, deviations and waivers from a baseline, including associated documentation, are processed and controlled in a traceable way. This work shows the importance of configuration management in the life cycle of a space project it also presents a study of the configuration management process for space projects by the ECSS (European Cooperation for Space Standardization, NASA (National Aeronautics and Space administration) and ISO 9000 (International Organization for Standardization) standards and compare the configuration management system practiced by INPE in CBERS 3 and 4. Finally, we propose a model of configuration management for application to space projects in Brazil.

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 1.1 - EAP - Estrutura Analítica do Projeto com sua decomposição hierárquica.....	10
Figura 2.1 - Diagrama mostrando a evolução da documentação em gerenciamento da configuração, no período de 1950 a 2000	22
Figura 4.1 - Ciclo de vida de um projeto na área espacial, segundo ECSS-M-ST-10-01C.....	38
Figura 4.2 - Principais entradas e saídas dos processos de GCI e o seu inter-relacionamento, excluído o processo de gerenciamento da informação.....	42
Figura 4.3 - Principais marcos dos processos de GCI ao longo das fases do ciclo de vida de um projeto.....	44
Figura 4.4 - Modelo “V” aplicado ao ciclo de vida de um projeto de acordo com o padrão ECSS.	53
Figura 4.5 - Ciclo de vida de um projeto na área espacial, segundo padrão NASA	54
Figura 4.6 - Comparação entre os padrões ECSS, NASA, ISO e INPE	68
Figura 5.1 - Visão geral do processo de Gerenciamento da Configuração e Gerenciamento da Informação/Documentação	74
Figura 5.2 - Itens de Configuração (IC) na estrutura da árvore do produto (adaptado de ECSS (2009a).	76
Figura 5.3 - Fases do projeto e definição de linhas de base - ECSS.	78
Figura 5.4 - O processo de Controle da Configuração (adaptado de ECSS-M-ST-40C).....	81
Figura 7.1 - Ciclo de vida de um projeto para a Área Espacial Brasileira.....	106

LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
Tabela 2.1 - Evolução do Gerenciamento da Configuração	21
Tabela 4.1 - Objetivos do Gerenciamento da Configuração e do Gerenciamento da Documentação/Informação	33
Tabela 4.2 - Processos associados ao Gerenciamento da Configuração e ao Gerenciamento da Documentação/Informação de projetos, segundo o Padrão ECSS	35
Tabela 4.3 - Descrição da evolução da linha de base de um projeto ao longo das diversas fases do ciclo de vida de um projeto, segundo o Padrão ECSS	45
Tabela 5.1 - Padrões relativos a gerenciamento da configuração e gerenciamento da informação / documentação publicados no âmbito da ESA	73
Tabela 6.1 - Comparação entre o Gerenciamento da Configuração e Informação praticado pela ECSS, NASA, ISO e INPE.....	91

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AR	Revisão de Aceitação
CC	Controle da Configuração
CCB	Comitê de Controle da Configuração
CDR	Revisão de Projeto Crítica
CIDL	Lista de dados de itens configurados
CSC	Contabilização do Status da Configuração
DB	Linha de base configuração de projeto
DCB	Linha de base de configuração de desenvolvimento
DOD	<i>Department of Defense</i>
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
ECSS	<i>European Cooperation for Space Standardization</i>
EDT	Estrutura da Divisão do Trabalho
EIA	<i>Society of Automotive Engineers</i>
FCB	Linha de base de configuração funcional
FM	Modelo de voo
GC	Gerenciamento da Configuração
GCI	Gerenciamento da Configuração e da Informação
GDC	Gerenciamento da Configuração
GDI	Gerenciamento da Documentação e Informação
IC	Item de Configuração
IEEE	Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ISO	<i>International Standards Organization</i>
ISS	Estação Espacial Internacional
MDR	Revisão de Definição de Missão
MOB	Linha de base de objetivos de missão
NASA	National Aeronautics and Space Administration
PCB	Linha de base de configuração do produto

PDR	Revisão de Projeto Preliminar
PRR	Revisão Preliminar de Requisitos
QM	Modelo de Qualificação
QR	Revisão de Qualificação
SAE	<i>Society of Automotive Engineers</i>
SDG	Grupo de Desenvolvimento do Satélite
SRR	Revisão de Requisitos de Sistema
TI	Tecnologia da Informação
WBS	<i>Work Breakdown Structure</i>

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1	INTRODUÇÃO 1
1.1.	Objetivos da Dissertação..... 4
1.2.	Metodologia..... 5
1.3.	Projeto Espacial 6
1.3.1.	Ciclo de vida de um projeto na área espacial..... 7
1.3.2.	Estrutura da divisão do trabalho (EAP – EDT - WBS)..... 7
1.3.3.	Visão Geral do de Gerenciamento da Configuração e Gerenciamento da Informação/Documentação 11
2	HISTÓRICO SOBRE A EVOLUÇÃO DE GERENCIAMENTO DA CONFIGURAÇÃO E INFORMAÇÃO EM PROJETOS COM FOCO NA ÁREA ESPACIAL..... 17
2.1.	História do Gerenciamento da Configuração – GDC..... 17
2.2.	Evolução do Gerenciamento da Configuração 19
3	VISÃO SOBRE O ESTADO DA ARTE EM GERENCIAMENTO DA CONFIGURAÇÃO E UMA VISÃO PANORÂMICA SOBRE A UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO (TI) 23
3.1.	Estado da arte praticado pela NASA..... 23
3.1.1.	Gerenciamento de Configuração praticado pela NASA – Estação Espacial Internacional plataforma Espacial - ISS 24
3.1.2.	O Gerenciamento de Configuração na NASA, 25
3.1.3.	Edição e distribuição de documentos 26
3.1.4.	Manutenção e controle da documentação linha de base 27
3.2.	Estado da arte praticado pela ESA..... 27
3.3.	Ferramentas de Tecnologia da Informação - TI 28
3.3.1.	Ferramentas de TI Utilizados pela NASA 28
3.3.2.	Ferramentas de TI Utilizados pela ESA..... 29
4	GERENCIAMENTO DA CONFIGURAÇÃO E INFORMAÇÃO (GCI) E O CICLO DE VIDA DE UM PROJETO NA ÁREA ESPACIAL.... 33
4.1.	Gerenciamento da configuração e Informação e o ciclo de vida de um projeto na área espacial segundo padrão ECSS..... 33

4.1.1.	Gestão da configuração e informação – Objetivos e processos.....	33
4.1.2.	Ciclo de vida de Projetos na Área Espacial – Padrão ECSS.....	37
4.1.3.	Os processos de GCI e o ciclo de vida do projeto.....	40
4.1.4.	Modelo “V” Aplicado Ao Ciclo De Vida Do Projeto Na Área Espacial Segundo ECSS-M-ST-40C.....	51
4.2.	Gerenciamento da configuração e Informação e o ciclo de vida de um projeto na área espacial segundo padrão – segundo padrão NASA.....	53
4.2.1.	Fases do ciclo de vida.....	55
4.3.	Gerenciamento da configuração e Informação e o ciclo de vida de um projeto na área espacial segundo padrão ISO 9000 (NBR 15100).....	59
4.3.1.	Generalidades.....	59
4.3.2.	Abordagem de processo.....	59
4.3.3.	Requisitos de documentação.....	60
4.3.4.	Controle de documentos.....	60
4.3.5.	Controle de registros.....	61
4.3.6.	Gestão da configuração.....	61
4.3.7.	Análise crítica dos requisitos relacionados ao produto.....	61
4.3.8.	Projeto e Desenvolvimento.....	61
4.3.9.	Documentação da produção.....	64
4.3.10.	Identificação e rastreabilidade.....	65
4.3.11.	Auditoria interna.....	65
4.4.	Comparação do ciclo de vida de um projeto com suas fases, revisões associadas e respectivas linhas de base nos padrões ECSS, NASA e o praticado pelo INPE no programa CBERS.....	66
5	PROCESSOS QUE CONSTITUEM A DISCIPLINA DO GERENCIAMENTO DA CONFIGURAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO SEGUNDO OS PADRÕES ECSS, NASA E ISO.....	69
5.1.	Processos do Gerenciamento da Configuração segundo o padrão NASA.....	69
5.1.1.	Planejamento do Gerenciamento da Configuração.....	70
5.1.2.	Identificação de configuração.....	70
5.1.3.	Controle da Configuração.....	71
5.1.4.	Contabilização do Status da Configuração (CSC).....	71
5.1.5.	Verificação e Auditorias de Configuração.....	71

5.2.	Processos do Gerenciamento da Configuração –segundo o padrão ECSS.....	72
5.2.1.	Identificação da Configuração	74
5.2.2.	Controle da Configuração.....	79
5.2.3.	Contabilização do Status da Configuração (CSC).....	81
5.2.4.	Implementação do Gerenciamento de Informação/Documentação.	83
5.3.	Processos do Gerenciamento da Configuração –segundo o padrão ABNT-ISO	84
5.3.1.	Identificação da configuração.....	85
5.3.2.	Controle de alterações	86
5.3.3.	Contabilização da situação da configuração	86
5.3.4.	Auditoria da configuração.....	86
6	MODELO DO PROCESSO DE GERENCIAMENTO DA CONFIGURAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO APLICADO PELO INPE NO PROGRAMA CBERS.	89
6.1.	Gerenciamento da Configuração e Documentação aplicado pelo INPE no projeto CBERS.....	89
6.2.	Comparação entre Gerenciamento da Configuração e Documentação/Informação praticado pela ECSS, NASA, ISO e INPE.	90
6.2.1.	Tabela comparativa entre o Gerenciamento da Configuração e Documentação/Informação praticado pela ECSS, NASA, ISO e INPE	90
6.2.2.	Comparação do Gerenciamento da Configuração e Informação praticado pela ECSS, NASA, ISO e INPE.	99
7	PROPOSTA DE APRIMORAMENTO DO PROCESSO DE GERENCIAMENTO DA CONFIGURAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO	103
7.1.	Justificativa.....	103
7.2.	Proposta para o Gerenciamento da Configuração a ser utilizado no programa espacial brasileiro	104
7.2.1.	FASE 0 – Estudos Avançados	106
7.2.2.	Fase A – Planejamento	107
7.2.3.	Fase B – Definição do Projeto Preliminar	108
7.2.4.	Fase C – Definição Detalhada do Projeto	109
7.2.5.	Fase D - Produção e Qualificação.....	110

7.2.6. Fase E e F – Operação e Descarte	111
8 CONCLUSÃO.....	113
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119
GLOSSÁRIO.....	123

1 INTRODUÇÃO

Mudanças são corriqueiras em projetos de desenvolvimento – à medida que um projeto avança, mudanças no planejamento original ou no produto são naturais e frequentes. Bloquear a sua ocorrência seria como eliminar a oportunidade de incorporação de avanços tecnológicos ou impedir a possibilidade de melhoria em um projeto

Mudanças, porém, não são sempre desejáveis e quando não controladas podem levar à total inexecutabilidade de um projeto, seja pela falta de coerência na configuração do produto, seja pela falta de documentação que descreva com exatidão as diferentes partes do produto, notadamente em produtos de grande complexidade. Caso não sejam propriamente administradas, mudanças podem comprometer o cronograma, afetar a qualidade, e mesmo determinar a finalização inesperada de um projeto, ainda mais quando se observa que à medida que um projeto se aproxima do seu final, o impacto de mudanças torna-se cada vez mais severo. Claramente, é necessário um mecanismo para o controle de mudanças. Mesmo que elas sejam consideradas positivas devem ter sua introdução e implementação controladas. O sucesso de um projeto depende, assim, fundamentalmente, da implementação de um processo eficiente de gerenciamento da configuração (STSC, 2005).

À medida que um projeto avança, parte das mudanças no produto decorre do próprio avanço das atividades de design e fabricação. Outras decorrem de fatos não antecipados, normalmente denominados de desvios. Todas as mudanças devem ser controladas, no que se refere à sua implementação, acompanhamento e conclusão.

Tanto o produto de um projeto quanto a organização temporária estabelecida para executá-lo estão sujeitos a mudanças. Compete ao gerenciamento da configuração do projeto controlar as mudanças relacionadas tanto ao produto quanto à organização executora do projeto.

A organização de empreendimentos voltados ao projeto, fabricação e integração de sistemas complexos pode apresentar, também, grande número de subsistemas, com múltiplas interfaces. A complexidade da estrutura organizacional, normalmente, cresce com a complexidade do produto. Assim, tanto do ponto de vista dos processos técnicos quanto dos processos gerenciais, há a necessidade de que, em tais empreendimentos, a função de Gerenciamento da Configuração (GDC) seja exercitada com grande rigor e detalhe. De forma geral, pode-se afirmar que quanto maior o número de interfaces, tanto gerenciais quanto técnicas, maior o esforço de GDC necessário para que haja sucesso em um dado empreendimento.

O GDC é o processo pelo qual o conteúdo, a mudança e o status de informações de um projeto são geridos e controlados. A forma como o GDC é exercitado pode representar tanto o sucesso quanto a ruína de um projeto. Seguindo as diretrizes estabelecidas, implementando processos robustos e consistentes de GDC, em fases iniciais do projeto, e processando os retornos das partes afetadas, proporciona-se grande segurança na execução do projeto (SPMN, 1998).

O GDC torna-se essencial à medida que a complexidade do projeto aumenta, sendo fundamental para que uma grande equipe possa trabalhar conjuntamente em um ambiente de trabalho estável, mas ainda com a flexibilidade necessária ao trabalho criativo (SPMN, 1998).

O GDC pode, ainda, ser visto como um processo através do qual a configuração do produto é “congelada” em um dado ponto do ciclo de vida do projeto e a partir deste ponto toda mudança passa a ser controlada. Em produtos de grande complexidade, como os da área espacial, o gerenciamento de todas as interfaces é essencial para o sucesso do projeto.

Comumente, o GDC é visto como um esforço caro e dispendioso, em termos de custo e tempo, a ser, portanto, ignorado, ou então, se obrigações contratuais o exigirem, a ser implementado de forma improvisada, nos últimos minutos do projeto. No entanto, a não implementação de um sistema de controle da configuração quase que certamente redundará em um projeto “atordoado” por caos, erros, mudanças a todo momento, baixa produtividade e evolução desgovernada do desenvolvimento do produto (SPMN, 1998). Na área espacial, adiciona-se a estes aspectos negativos, ainda, o fato de que a não implementação de sistemas eficazes de gestão da configuração resulta, com grandes chances, em fracassos totais de missões.

Concluindo, pode ser afirmado que a adoção das melhores práticas de GDC é essencial para o desenvolvimento e a manutenção de produtos com sucesso, notadamente em setores que lidam com projetos de grande porte e produtos de grande complexidade, como na área espacial.

Há numerosos padrões industriais e militares que podem ser referidos como guias para o estabelecimento de processos eficazes de gerenciamento da configuração. Estes padrões devem ser examinados e adaptados para os requisitos específicos de cada projeto, seguindo a moderna linha do gerenciamento contingencial (SAUSER, 2009). Na área espacial, padrões comumente empregados incluem os desenvolvidos pela NASA¹ (NASA, 2008), DOD-USA² (DOD, 2002), ECSS³ (ECSS, 2009a) e pela ISO 9000⁴ (ABNT, 2005).

Esta dissertação está organizada como segue. No Capítulo 1 são apresentados uma introdução sobre projetos espaciais e o objetivo desta dissertação. O Capítulo 2 apresenta um histórico sobre a evolução do GDC em projetos da área espacial. O Capítulo 3 é dedicado a uma exposição sobre o estado da arte

¹ National Aeronautics and Space Administration.

² Department of Defense – United States of America.

³ European Cooperation for Space Standardization.

⁴ International Organization for Standardization.

em GDC e uma visão geral sobre as ferramentas de Tecnologia da Informação (TI) utilizadas no gerenciamento da configuração e documentação. O Capítulo 4 mostra como o GDC atua no ciclo de vida de um projeto na área espacial, considerando os padrões ECSS, NASA e ISO 9000, enquanto que o capítulo 5 apresenta uma descrição dos processos do gerenciamento da configuração segundo estes mesmos padrões. O Capítulo 6 apresenta o processo de gerenciamento da configuração implementado pelo INPE no programa CBERS, bem como um estudo comparativo entre os três padrões estudados, acima referidos, e aquele aplicado ao programa CBERS. No Capítulo 7, são apresentadas propostas de aprimoramento do processo de gerenciamento da configuração e documentação empregado no Programa Espacial Brasileiro, na área de satélites desenvolvidos pelo INPE. Finalmente, o Capítulo 8 apresenta as conclusões deste trabalho.

1.1. Objetivos da Dissertação

O objetivo desta dissertação é propor aprimoramentos para os processos de GDC e de GDI praticados no âmbito do programa espacial brasileiro, baseados em padrões correntes, como ECSS, NASA e ISO 9000.

O Gerenciamento da Configuração e Documentação visa garantir que a configuração do produto no ciclo de vida de um projeto, caracterizada por itens da configuração e descrita por documentos técnicos e gerenciais, esteja sempre atualizada e disponível a todas as instâncias de execução do projeto. O Gerenciamento da Configuração e Documentação desdobra-se nos seguintes processos principais: identificação da configuração, controle da configuração, contabilização do status da configuração, auditoria da configuração e gestão da informação/documentação. É nossa proposta, neste trabalho, discorrer detidamente sobre a evolução e definição destes processos em sua aplicação a projetos com grande número de interfaces, particularmente projetos da área espacial.

Especificamente, procurar-se-á atingir os seguintes objetivos:

1. apresentar um histórico sobre a evolução da disciplina de gerenciamento da configuração e documentação em projetos, com foco na área espacial;
2. apresentar uma visão sobre o estado da arte em gerenciamento da configuração, com foco em projetos da área espacial, através do estudo de padrões correntes ECSS, NASA e ISO;
3. apresentar uma visão panorâmica sobre a utilização de ferramentas de Tecnologia da Informação (TI) no gerenciamento da configuração e documentação, abordando tópicos tais como: bancos de dados, controle de versão, controle de mudanças e integração contínua;
4. comparar os processos do gerenciamento da configuração e gerenciamento da informação/documentação segundo os padrões ECSS, NASA, ISO e INPE;
5. desenvolver estudo sobre o modelo de gestão da configuração e informação/documentação praticado no âmbito do Programa Espacial Brasileiro, área de plataformas orbitais, tomando como exemplo o processo de gerenciamento da configuração e informação/documentação implementado no âmbito do projeto CBERS, correntemente;
6. elaborar propostas de aprimoramento dos processos de gerenciamento da configuração e informação/documentação empregados no âmbito do Programa Espacial Brasileiro, em sua área de satélites.

1.2. Metodologia

A metodologia empregada no desenvolvimento da presente dissertação envolverá a leitura, o estudo, a assimilação e a comparação entre si dos

sistemas de gerenciamento da configuração implementados pelos padrões ECSS, NASA, ISO e INPE. Entre os estudos desenvolvidos destacam-se:

1. discussão sobre como o Gerenciamento da Configuração e Documentação se relaciona com o Gerenciamento de Projetos; será dada ênfase ao estudo e à descrição de como os processos associados ao controle da configuração e informação se desenvolvem ao longo do ciclo de vida de projetos na área espacial;
2. dissertação sobre os conceitos e processos que constituem o Gerenciamento da Configuração e Documentação, abordando, minimamente: a) planejamento e gerenciamento; b) identificação da configuração; c) configuração linha de base; d) procedimento de mudança; e) classificação de mudanças; f) controle de interfaces; g) contabilização do status da configuração; h) verificação da configuração, i) auditoria da configuração; j) gerenciamento da informação e documentação.

1.3. Projeto Espacial

O resultado de um Projeto Espacial é, normalmente, um produto de alta complexidade, alto custo e tecnologia avançada. Outra característica deste tipo de projeto é a alta confiabilidade requerida do produto, pois, praticamente, inexistente a possibilidade de realização de manutenção após o início da operação de um sistema espacial.

A gestão de projetos na área espacial é essencial para a geração de produtos e serviços, nesta área. Um projeto pode envolver desde uma única pessoa a milhares de pessoas, organizadas em times e ter a duração de alguns dias ou vários anos.

Assim, em projetos da área espacial, a confiabilidade e a complexidade do produto, bem como a complexidade da organização responsável pela geração

do produto, impõem que a gestão de projetos nesta área seja desenvolvida com controle rígido, incluindo um controle de configuração e de informação/documentação bastante abrangente, em todas as fases do ciclo de vida do projeto.

1.3.1. Ciclo de vida de um projeto na área espacial

De modo a viabilizar a execução eficiente e eficaz de projetos de sistemas complexos, a execução do projeto é, normalmente, distribuída em fases sequenciais, separadas por reuniões de revisão formais, nas quais é efetuada uma avaliação do cumprimento do escopo previsto para cada fase. Em geral, somente após a demonstração de que o escopo previsto para uma dada fase tenha sido cumprido de forma satisfatória, o projeto avança para a fase seguinte. Este conjunto de fases e reuniões de revisão, bem definidos, constitui o chamado ciclo de vida do projeto.

Assim, cada fase somente será considerada encerrada quando um ou mais “marcos”, previamente definidos, forem concluídos. Os requisitos para cada fase são definidos de forma que possam ser verificados e/ou medidos, de modo a comprovar que os resultados previstos para a fase atenderam o especificado.

Uma fase só poderá ser considerada aprovada após a conclusão da revisão de encerramento dessa fase. Esta aprovação só acontece quando os participantes da revisão considerarem que os documentos e os produtos apresentados estão satisfatórios.

1.3.2. Estrutura da divisão do trabalho

Para viabilizar a execução eficiente e eficaz de projetos de sistemas complexos, o escopo do projeto é dividido em uma hierarquia de unidades de trabalho, cujo nível mais elementar é denominado de pacote de trabalho. A soma do escopo do conjunto de pacotes de trabalho, adicionada das atividades

gerenciais, incluída aqui a gestão de configuração e documentação, constitui o escopo total do projeto.

Entre as denominações usuais dadas à hierarquia acima definida, encontram-se as de Estrutura da Divisão de Trabalho (EDT), Estrutura Analítica do Projeto (EAP) e *Work Breakdown Structure* (WBS).

Conforme o padrão ECSS-M-ST-10C (ECSS, 2009), a EDT, EAP ou WBS constitui-se em instrumento fundamental para o gerenciamento do projeto.

A EDT apresenta a divisão do escopo do projeto em uma hierarquia de unidades de trabalho, a qual é associada a organização executora do projeto, constituída pelas equipes alocadas ao projeto. A EDT organiza e define o escopo total do projeto, dividindo-o em partes menores e mais facilmente gerenciáveis, de forma que cada nível descendente represente uma definição cada vez mais detalhada do projeto, até atingir o menor nível da estrutura, geralmente denominado de pacote de trabalho. O escopo associado a um pacote de trabalho é dimensionado de forma que a estimativa de custo, o cronograma, o projeto técnico, entre outras variáveis, possam ser gerenciados com a precisão desejada, sendo possível, conseqüentemente, desenvolver um controle abrangente sobre o trabalho global a ser desenvolvido. Esta divisão permite que se desenvolva um planejamento detalhado do projeto, o qual se constitui na base para a realização de todos os planos de gerenciamento.

A Figura 1.1 apresenta uma EDT típica para um projeto de um sistema espacial (ECSS, 2009), com a decomposição do escopo em uma hierarquia de unidades de trabalho, até ao nível de pacotes de trabalho, com a atribuição de uma codificação para identificação. No nível mais alto (Nível 0), encontra-se o sistema espacial como um todo, com o código 100.000.000, estando este subdividido em dois segmentos (Nível 1): o segmento espacial, com código 100.100.000, e o segmento solo com código 100.200.000. Observa-se que a cada unidade de trabalho na estrutura são associados pacotes de trabalho para atividades de apoio, genericamente agrupadas em atividades de

gerenciamento, atividades de garantia da qualidade e atividades de engenharia.

O escopo de trabalho do segmento espacial (100.100.000), por sua vez, está subdividido em (Nível 2) plataforma (100.100.100), cargas úteis (100.100.200) e equipamento de apoio elétrico e mecânico (100.100.300) (*electrical and mechanical ground support equipment*). A plataforma (Nível 2) foi subdividida em (Nível 3) Estrutura (100.100.110), Controle Térmico (100.100.120), Controle de Atitude (100.100.130) e Telemetria e Telecomando (100.100.140), e assim sucessivamente para as demais unidades de trabalho no Nível 2.

As atividades de gestão da configuração e documentação objetivam garantir que a realização do escopo total do projeto ocorra de forma harmônica, estando a configuração do produto sempre definida e controlada, através, por exemplo, do controle e repercussão de modificações em um pacote de trabalho sobre os demais pacotes de trabalho, ou a repercussão de modificações ocorridas em nível de sistema sobre as demais instâncias do projeto.

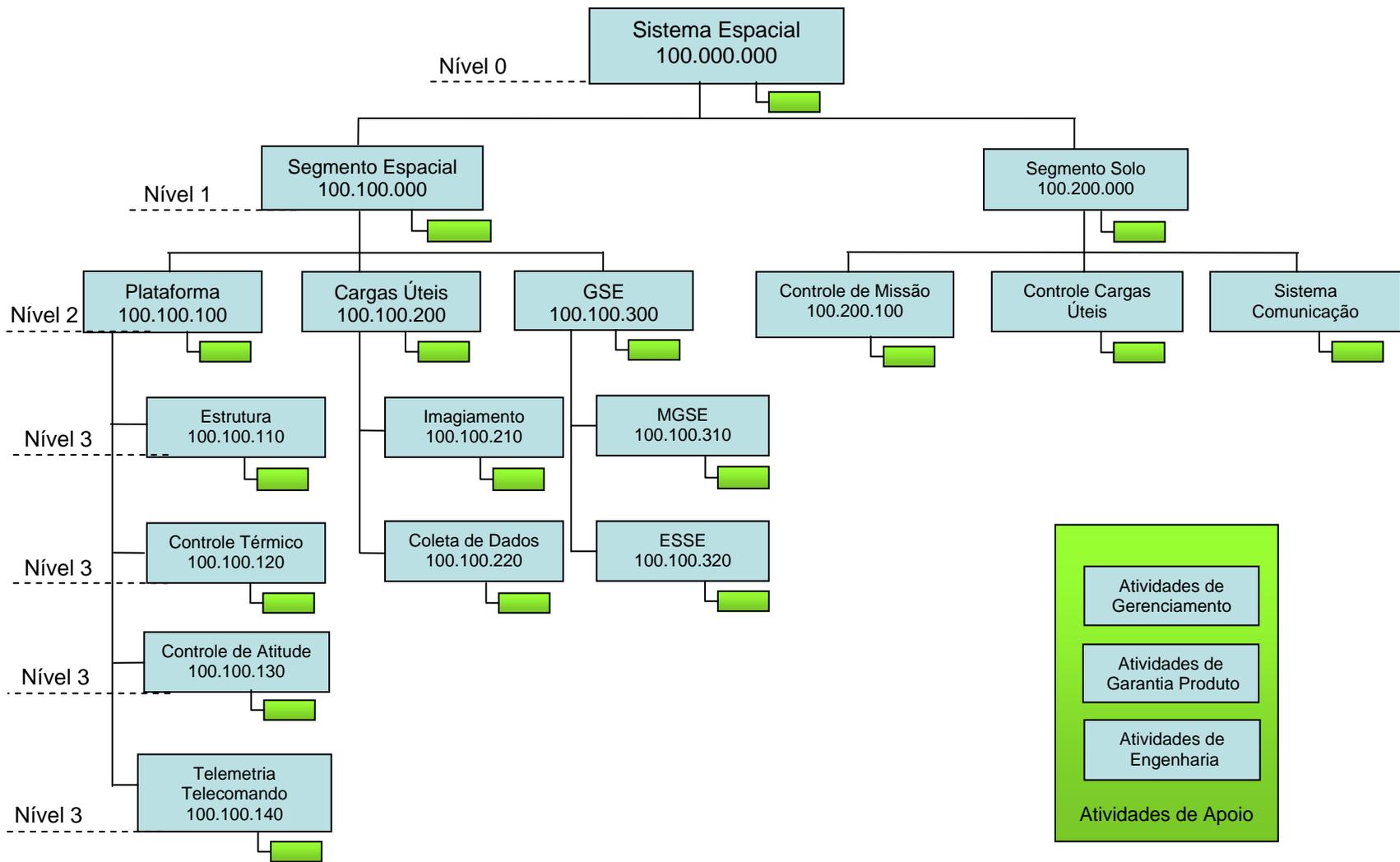


Figura 1.1 - EAP - Estrutura Analítica do Projeto com sua decomposição hierárquica
 Fonte: Adaptado da ECSS (2009)

1.3.3. Visão Geral do Gerenciamento da Configuração e do Gerenciamento da Informação/Documentação

O Gerenciamento da Configuração e Informação/Documentação proporciona, visibilidade aos processos de correção de problemas e implementação de mudanças, disponibilizando informações essenciais para que as diversas partes envolvidas no projeto possam, por exemplo, atualizar-se em relação a quaisquer modificações ou efetuar previsões de data de marcos importantes. O projeto que implementa o Gerenciamento da Configuração pode colher muitos benefícios, aumentando a produtividade através da redução do retrabalho (SPMN, 1998).

Em projetos de sistemas complexos, como já motivados anteriormente, o Gerenciamento da Configuração e Informação/Documentação (GDC e GDI) é essencial para a execução, com sucesso, do projeto.

Em tais projetos, o GDC e o GDI podem ser vistos como um conjunto de processos que permitem que se mantenha total rastreabilidade da evolução da configuração do produto, do início do projeto até o seu final. Na prática, a configuração do produto é “congelada” em um dado ponto do ciclo de vida do projeto e a partir deste ponto toda mudança passa a ser controlada. A estratégia usual para o controle da configuração envolve a definição de itens controlados e o controle de todas as interfaces.

1.3.3.1. Gerenciamento da Configuração – GDC

O objetivo fundamental do Gerenciamento da Configuração é o estabelecimento e manutenção da integridade e o controle do produto ao longo do ciclo de vida do projeto. Isto inclui o controle de elementos tais como requisitos de desempenho, atributos funcionais e físicos, informações sobre o design e operações. O GDC é uma disciplina que faz uso de ferramentas tanto técnicas quanto administrativas para o controle de mudanças e da integridade dos dados sobre o produto e sua documentação, permitindo a identificação da

configuração do produto a qualquer momento, o seu controle sistemático com respeito a mudanças, bem como a manutenção da integridade e rastreabilidade da configuração ao longo de todo o ciclo de vida.

De forma bastante geral, o processo de GDC pode ser definido (WEISS, 2000) como uma disciplina técnico-administrativa que garante que todas as partes interessadas em um produto, tais como, o comprador, o desenvolvedor, projetista, o fabricante, e o usuário, tenham um entendimento comum sobre:

1. a forma do produto (formato físico / código de Software –S/W),
2. a função do produto (funcionalidade, desempenho),
3. como o produto será operado (perfil da missão / capacidades), e
4. como o produto será mantido (apoio técnico).

De forma mais detalhada, os objetivos do processo de GDC podem ser assim definidos (ECSS, 2009a):

1. conhecer a qualquer momento a descrição técnica de um sistema e seus componentes, através de documentação válida (aprovada);
2. controlar, continua e efetivamente, a evolução da descrição técnica de um produto, e prover rastreabilidade de tais evoluções, ao longo do ciclo de vida do produto;
3. facilitar a consistência entre os componentes do sistema (controle de interfaces externas) e os elementos que compõem o produto (controle de interfaces internas);
4. garantir que a documentação seja sempre a imagem exata dos produtos por ela descritos;
5. identificar a configuração desejada (como-projetada, *as-designed*) e a configuração real (como-fabricada, *as-built*), de modo a manter

rastreabilidade das discrepâncias detectadas durante a produção, entrega ou operação do produto;

6. permitir que qualquer usuário conheça a capacidade operacional e as limitações de cada item do produto, e, no caso de não conformidades, saber quais itens são afetados.

De forma geral, o Gerenciamento da Configuração envolve o seguinte conjunto integrado de atividades:

1. identificação da configuração de partes do produto desenvolvido em um projeto;
2. controle de mudanças de informações sobre a configuração, incluindo o impacto de mudanças sobre a organização, práticas de gerenciamento, cronogramas, orçamentos, atividades técnicas e da qualidade, requisitos de teste e re-teste, ou status do projeto;
3. controle do status de partes do produto utilizadas no desenvolvimento e manutenção de um projeto;
4. revisões da configuração e auditorias, que permitam avaliar o status e a aceitabilidade de produtos controlados pelo gerenciamento da configuração;
5. procedimentos gerenciais de entrega, publicação e monitoramento do status de informações do projeto.

Em projetos de produtos que apresentam grande complexidade – dada a estreita inter-relação entre as partes constituintes do produto e a necessidade de que todas as partes sejam projetadas e fabricadas com aderência estrita às especificações, e que, posteriormente, o conjunto seja integrado, igualmente, com aderência estrita ao especificado – as atividades de GDC tornam-se mandatórias para o sucesso destes projetos.

1.3.3.2. Gerenciamento da Documentação e Informação – GDI

Juntamente com a implementação do processo de Gerenciamento da Configuração, há a necessidade de que se implemente o processo de Gerenciamento da Informação e Documentação. Ambos os processos estão diretamente inter-relacionados, como fica evidente na definição dos objetivos do processo de gerenciamento da configuração, acima exposto. O processo de gerenciamento da informação e documentação objetiva garantir, de forma oportuna e eficaz, a produção, a organização, a revisão, a distribuição, o armazenamento e o arquivamento de toda a informação de um projeto. Modernamente, toda a informação é gerida eletronicamente.

O GDI ocupa-se, também, com as regras para edição, referenciamento, controle de mudança e distribuição da documentação do projeto.

A seguir, são descritas as principais atividades desenvolvidas pelo GDI no ciclo de criação, revisão, mudança e distribuição de documentos controlados pelo controle de configuração.

Na fase de criação, é estabelecido o conteúdo do documento e é definida a sua referência. Estas ações são desenvolvidas sob a responsabilidade do subsistema/organização responsável pela emissão do documento. Nesta fase, o documento apresenta o status de “*em preparação*”, é considerado preliminar e não é utilizado, portanto, para quaisquer finalidades geradoras de responsabilidade. A mesma lógica aplica-se a uma nova versão, em preparação, de um documento.

Quando o documento estiver completo, é submetido à revisão e aprovação, conforme requerido. É, então, dado início à fase de revisão, como especificado no plano de gerenciamento da configuração. Nesta fase, o documento apresenta o status de “*em revisão*”. A autoridade revisora irá, então verificar se o conteúdo, formato e classificação do documento estão em acordo com os requisitos aplicáveis. Caso o documento seja reprovado na revisão, ele voltará

à fase de criação, para eventual incorporação de conteúdo adicional e resolução de discrepâncias identificadas na revisão. Durante a fase de revisão de um dado documento, versões anteriores poderão ganhar o status tanto de “*suprimido*” (“*withdrawn*”) quanto de “obsoleto” (“*obsolete*” ou “*superseded*”). A aprovação de um documento seguirá o disposto no plano de controle da configuração.

Ao final da fase de revisão, quando todas as aprovações tiverem sido concedidas, o documento atinge o status de “Liberado para distribuição” (“*Released*”). Uma vez liberado para distribuição, o documento é válido para uso. Após a distribuição, qualquer modificação do documento implicará na edição de uma nova versão, ou seja, o documento deverá seguir o ciclo acima descrito.

Assim como ocorre com o GDC, em projetos de produtos que apresentam grande complexidade as atividades de GDI são fundamentais para o sucesso do projeto.

2 HISTÓRICO SOBRE A EVOLUÇÃO DE GERENCIAMENTO DA CONFIGURAÇÃO E INFORMAÇÃO EM PROJETOS COM FOCO NA ÁREA ESPACIAL

2.1. História do Gerenciamento da Configuração – GDC

Conforme Weiss (2000), anteriormente a 1850, produtos utilizavam tecnologias relativamente simples, as quais eram, em geral, de fácil entendimento por parte de desenvolvedores e fabricantes, de modo que pouca documentação técnica era necessária para a sua fabricação e reprodução.

Ainda, conforme Weiss (2000), à medida que produtos se tornavam mais complexos, um leque cada vez mais amplo de tecnologias fazia-se necessário para o desenvolvimento e a fabricação de produtos. Na primeira década do Século XX, a complexidade de operação de produtos passou a exigir a disponibilização de documentação técnica, ou seja, a disponibilização de documentação técnica foi estendida aos usuários.

Durante e imediatamente após a Segunda Guerra Mundial, a tecnologia tornou-se muito mais complexa, com o advento de inúmeros sistemas, tais como o avião a jato e o computador, cuja fabricação envolve diversos fabricantes, exigindo uma extensa documentação técnica de projeto e fabricação. Surge, então, a necessidade de que informações técnicas sejam trocadas, de forma muito ampla, entre diversas organizações

Métodos formais de gestão da configuração e informação/documentação passam a ser instituídos e empregados em sistemas espaciais e de defesa. No final dos anos 50, os sistemas tornaram-se tão complexos, que nem mesmo grandes empresas conseguiam mais projetar e fabricar um sistema integralmente dentro de suas facilidades.

Ao final dos anos 60, ocorre o advento de produtos formados a partir de hardware e software, tais como os computadores portáteis. Somente um grupo

muito restrito de organizações, formadas em escolas tradicionais de projetos, conseguiram transpor a barreira de entendimento dos dados técnicos de software.

Os sucessos da aplicação da filosofia e objetivos da gestão da configuração ao longo dos anos 60, paradigmaticamente representado pelo sucesso do Programa Apollo, estimularam a sua rápida expansão para campos outros que espaço e defesa.

Somente após a metade dos anos 70, a gestão da configuração de software se estabelece como uma disciplina formal.

Correntemente, a gestão da configuração é amplamente empregada em setores tão diversos quanto a indústria automobilística, indústria nuclear, indústria farmacêutica, indústria de software e muitos outros.

Segundo Watts (2000), muitas empresas têm normas e práticas de GDC que remontam aos primórdios da era industrial, em sua fase de início da produção seriada. Ainda, segundo Watts (2000), modernamente, a normalização de práticas de GDC iniciou-se com iniciativa do governo americano durante a década de 1950, associada ao programa espacial conduzido por aquele governo. Na década de 1960, o departamento de defesa americano reconheceu que cada agência e departamento estavam desenvolvendo seu próprio conjunto de normas, e que isto não seria benéfico para o sistema de normalização. Foi decidido, então, concentrar todas as normas do GDC sob a responsabilidade do Departamento de Defesa.

Àquela época, quase todas as normas e livros produzidos neste campo foram dirigidos para aplicações de defesa. Desde então, ao longo de mais de três décadas, contribuições na área de gestão da configuração e informação/documentação, com aplicações aos mais diversos setores, têm se multiplicado, com contribuições significativas de instituições tais como NASA, o Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos (IEEE), a Society of Automotive

Engineers (SAE), a Electronic Industries Association (EIA), a American Production & Inventory Control Society (APICS), a American National Standards Institute (ANSI) e a International Standards Organization (ISO) (WATTS, 2000).

Segundo Weatherspoon (2003), a padronização de produtos, motivada pela expansão industrial e pela produção durante a Segunda Guerra Mundial, impulsionaram o departamento de defesa americano a implementar iniciativas de padronização em GDC e GDI, no sentido de: identificar e adotar as melhores práticas em uso; definir procedimentos e práticas para subsidiar o processo de normalização na área de gestão técnica do ciclo de vida de produtos (projetos); promover a aplicação rigorosa e consistente desta normalização junto ao setor industrial.

2.2. Evolução do Gerenciamento da Configuração

A Tabela 2.1 lista os principais eventos da história do desenvolvimento da disciplina de gerenciamento da configuração e informação/documentação, no que se refere ao governo e à indústria, segundo Monahan (1995). Observa-se claramente, como exposto acima, que esta disciplina evoluiu, inicialmente, no âmbito governo federal estadunidense, a partir dos anos 50. Deste período até o final dos anos 1960, observa-se a proliferação de iniciativas em diversas áreas de governo, notadamente nas áreas de marinha, exército e força aérea.

No final dos anos 1960, o departamento de defesa estadunidense (*Department of Defense* – DOD) passou a desenvolver um sistema único de gerenciamento de configuração e informação/documentação para todos os serviços. Em julho de 1968, o DOD publica o primeiro documento dedicado integralmente à área, a Diretiva DOD 5010.19, intitulada "Gerenciamento de Configuração". Neste mesmo ano, foram publicadas as normas MIL-STD-480, MIL-STD-481 e MIL-STD-482, seguidas das normas MIL-STD-483, publicada em 1970, e MIL-STD-1456, publicada em 1972, que conjuntamente estão na gênese da norma MIL-

STD-973, publicada em 1992, que é a base da referência corrente para a área de defesa.

Esta norma estabelece os requisitos do Controle da Configuração, procedimentos e formatos para apresentação de propostas de alterações de engenharia, pedidos de desvios / *waivers*, avisos de revisão, notificações de mudança de especificação, bem como as diretivas para a contabilização do status de configuração. Além disso, inclui as orientações necessárias à identificação da configuração, alterações e definições de linhas de base, números de série, revisões técnicas e auditorias.

A Figura 2.1 apresenta, de forma compreensiva, na forma de uma “genealogia”, a evolução da normalização em gerenciamento da configuração e informação/documentação, no período de 1950 a 2000.

Tabela 2.1 - Evolução do Gerenciamento da Configuração

DESCRIÇÃO	DATA
Thor Program Policy and Procedures	1957
Atlas Program Policy and Procedures	1959
Titan and Minuteman Program Policy and Procedures	1961
AFCM 375-1, Configuration Management	1962
NPC 500-1 Apollo Configuration Management	1964
AMCR 1126, Configuration Management	1965
NAVMATINST 4130.1 Configuration management	1967
DoD Directive 5010.19, Configuration Management	1968
DoD Instruction 5010.21, Configuration Management Implementation Guideline	1968
MIL-STD-480, Configuration Control Engineering Changes, Deviation and Waivers	1968
MIL-STD-481, Configuration Control Engineering Changes	1968
MIL-STD-482- Configuration Status Accounting Data Elements and related Features	1968
MI-STD-483 – USAF – CM Practices	1970
MIL-STD-480B	1968
MIL-STD-481B	1968
MIL-STD-482A	1970
MIL-STD-1456 – US ARMY – CM PLAN	1972
MIL-STD-1456A – US ARMY – CM PLAN	1989
MIL-STD-483A	1985
MIL-STD-973 Configuration Management	1992
MIL-STD-973 IN T. NOT. 3	1995
MIL-HDBK-61 CM GUIDANCE	1997

Fonte: Adaptada de Monahan (1995)

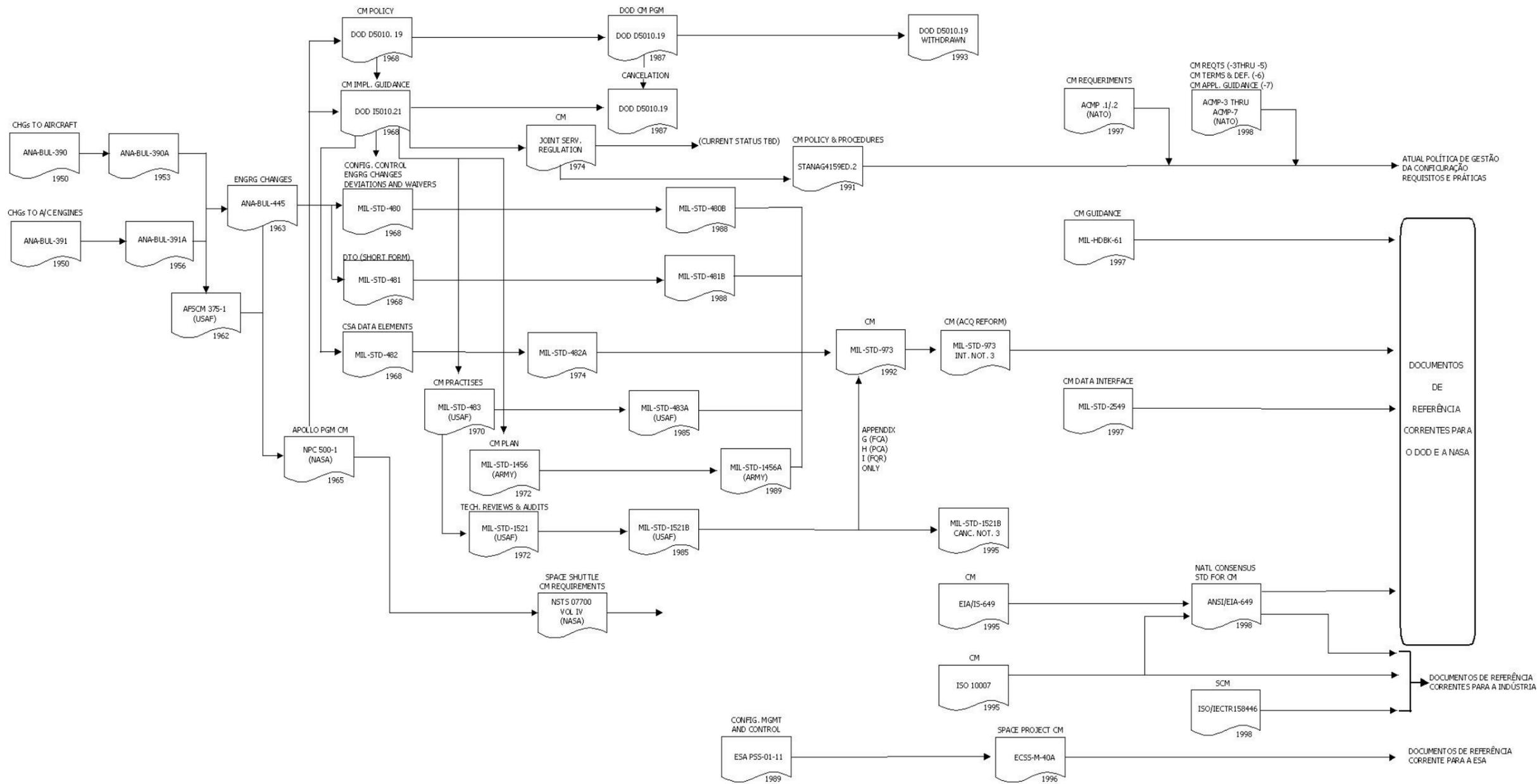


Figura 2.1 - Diagrama mostrando a evolução da documentação em gerenciamento da configuração, no período de 1950 a 2000

FONTE: Adaptada de ESA (2002)

3 VISÃO SOBRE O ESTADO DA ARTE EM GERENCIAMENTO DA CONFIGURAÇÃO E UMA VISÃO PANORÂMICA SOBRE A UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO (TI)

Neste Capítulo, procurar-se-á apresentar uma descrição sucinta do estado da arte no Gerenciamento da Configuração e Informação, tomando como referência o conjunto de processos implementado pelas agências espaciais NASA e ESA, referente ao Gerenciamento da Configuração e Documentação /Informação em seus projetos atuais.

Também, será apresentada uma visão geral sobre a utilização de ferramentas de Tecnologia da Informação (TI) no gerenciamento da configuração e documentação, abordando tópicos tais como: bancos de dados, controle de versão, controle de mudanças e integração contínua.

Pode-se dizer que o estado da arte é o nível mais elevado ou mais desenvolvido de um trabalho ou produto. No caso do presente estudo, o estado da arte em Gerenciamento da Configuração e Documentação/Informação de Produtos Espaciais será tomado como aquele implementado pelas agências espaciais NASA e ESA, em seus grandes projetos.

Assim, o presente estudo será limitado a dois padrões reconhecidos mundialmente, o da NASA e o da ECSS.

3.1. Estado da arte praticado pela NASA

Para ilustrar o estado da arte em gerenciamento da configuração praticado pela NASA, escolhemos o projeto Estação Espacial Internacional (ISS), por ser um projeto atual, de muita complexidade e que opera conforme o previsto.

3.1.1. Gerenciamento da Configuração na – Estação Espacial Internacional - ISS

Os dois principais documentos que norteiam o gerenciamento da Configuração e Informação/documentação no projeto Estação Espacial Internacional – ISS são os seguintes: 1) “*Configuration Management Requirements*” documento com referência SSP 41170 (NASA, 1994), que define os requisitos do gerenciamento da Configuração aplicados a todos os equipamentos utilizados na ISS e 2) “*Configuration Management Handbook*”, documento com referência SSP 50123 – 03, (NASA, 2000), que descreve a aplicação do documento referido no item 1.

Em todos os equipamentos instalados na plataforma, quer seja no módulo de serviço ou no módulo de cargas úteis, o gerenciamento da configuração e informação é efetuado conforme diretrizes do documento referido no item 1 acima, descrito a seguir.

Este documento define os objetivos, requisitos e procedimentos internos a serem utilizados na fabricação dos equipamentos fornecidos para a Estação Espacial Internacional. Trata-se de documento obrigatório para todos os fornecedores dos equipamentos utilizados na ISS.

O processo de mudança, no âmbito do gerenciamento da configuração definido nesse documento, é dividido em três fases: 1) fase inicial, 2) fase de processamento e evolução da mudança e 3) fase de aprovação da mudança. A seguir, cada uma destas fases é descrita de forma sucinta.

3.1.1.1. Fase inicial:

Nesta fase, é realizada a identificação e a descrição da mudança, mostrando as consequências advindas da eventual não implementação da mudança, e indicando os documentos afetados, bem como os impactos causados, quando aplicável. Também nesta fase, acontece a convocação para uma reunião de

revisão, cujos membros têm o poder para autorizar ou não a mudança. Após a decisão, é emitido um comunicado, distribuído a todos os envolvidos e interessados.

3.1.1.2. Fase de processamento e evolução da mudança

Nesta fase, é realizada uma reunião de revisão, com representantes das várias áreas da organização e são demonstradas as modificações requeridas fazendo-se uso de dois grupos de documentos: documentação atual e documentação proposta. Estes grupos são, muitas vezes, denominados de “*De*” e “*PARA*”, respectivamente.

3.1.1.3. Fase de aprovação da mudança

Nesta fase, as mudanças são analisadas e aprovadas. Em hipótese alguma devem ocorrer mudanças antes da aprovação formal, mesmo ante à justificativa de ações necessárias para a continuidade do projeto. As mudanças serão implementadas de forma, sempre que possível, a minimizar custo, impacto no cronograma e risco à continuidade do programa.

3.1.2. O Gerenciamento de Configuração na NASA

O Gerenciamento de Configuração na NASA é estabelecido tendo como base quatro processos descritos a seguir:

3.1.2.1. Identificação da Configuração

É uma atividade em que são descritos os requisitos para a configuração de todo o hardware e software, incluindo também a documentação de definição e controle de todos os requisitos. Nesta fase, com base na experiência dos especialistas, são identificados os itens que necessitam ser controlados.

3.1.2.2. Gerenciamento de mudanças

O gerenciamento de mudanças trata da implementação de procedimentos para controlar as alterações contratualmente autorizadas e também as mudanças controladas internamente, além de documentos, desenhos, listas e outros, resultantes da definição de hardware e software.

3.1.2.3. Status da Configuração

A contabilização do Status da Configuração inclui a manutenção e o acesso aos registros da configuração (itens da configuração – IC) incluindo o registro de mudanças e verificação.

A execução deste processo inclui a definição de uma linha de base, com os ICs abrangendo configurações de software e equipamentos fabricados. Em particular, é efetuada a identificação da configuração autorizada (como projetado) e a configuração atual (como fabricado), além da comparação entre as duas configurações.

3.1.2.4. Auditoria e revisões de projetos

Auditorias de configuração e revisões de projeto são atividades desenvolvidas com a finalidade de verificação de atendimento dos requisitos de projeto, tanto técnicos quanto gerenciais.

As auditorias de gestão da configuração são conduzidas periodicamente para garantir que os processos utilizados estejam de acordo com os requisitos estabelecidos no âmbito do projeto.

3.1.3. Edição e distribuição de documentos

A edição, liberação e controle de documentos de engenharia serão realizados pelo centro de documentação. A distribuição de documentos se dará no âmbito de um sistema que garanta que a documentação, aprovada e atualizada, seja distribuída a todos os envolvidos no programa.

3.1.4. Manutenção e controle da documentação linha de base

Na ISS, está implantado um sistema que garante que todas as linhas de base estabelecidas, durante as diversas fases do ciclo de vida do projeto, estejam sempre disponíveis a todas as partes interessadas.

3.2. Estado da arte praticado pela ESA

A ESA implementa em seus projetos recentes um gerenciamento da configuração segundo o padrão ECSS-M-ST-40C.

A implementação das diretivas estabelecidas neste padrão objetiva fornecer aos membros do projeto, e partes interessadas, facilidades para:

- conhecer, a qualquer momento, a descrição técnica do produto, provendo rastreabilidade ao longo do ciclo de vida do projeto;
- garantir o controle das interfaces externas e internas;
- identificar a configuração desejada (como-projetada, *as-designed*) e a configuração real (como-fabricada, *as-built*), avaliando as discrepâncias detectadas;
- garantir a acessibilidade e a disponibilidade da documentação a todos os envolvidos no projeto;
- garantir que toda a documentação do projeto contenha informações corretas.

Informações mais detalhadas sobre o padrão praticado pela ECSS são descritas no item 4.1, do Capítulo 4.

3.3. Ferramentas de Tecnologia da Informação - TI

Diante dos desafios do gerenciamento da configuração de projetos da área espacial, projetos estes, usualmente que são extensos e apresentam grande complexidade, é crescente a necessidade de utilização de ferramentas cada vez mais abrangentes.

Para cada projeto, são estabelecidos indicadores para a medição da eficiência do trabalho realizado. O gerenciamento destes indicadores, nas várias áreas da organização, torna-se cada vez mais necessário e, com esta finalidade, várias empresas especializadas têm se dedicado ao desenvolvimento de ferramentas apropriadas de tecnologia da informação (TI). Dado o crescente tamanho e complexidade de projetos na área espacial, a utilização de tais ferramentas tem se expandido de forma notável nesta área, nas últimas décadas.

A utilização de ferramentas de TI permite ganhos acentuados no desenvolvimento das atividades, devido, principalmente, à padronização dos processos e ao estabelecimento de metas claras, que proporcionam maior produtividade do trabalho das equipes operacionais.

3.3.1. Ferramentas de TI Utilizados pela NASA

Segundo a revista “*INNOVATION Aerospace Technology*” Volume 6, (NASA, 1998), a empresa “SENTEL Corporation” é responsável pela comercialização de um sistema de desenvolvimento totalmente digital (sem papel), utilizado pelo Centro Espacial Kennedy para uso no *Space Shuttle* e também no gerenciamento das cargas úteis da Estação Espacial Internacional. O sistema permite a manutenção e a inspeção de produtos, com uma estrutura de dados robusta.

Esse sistema de gerenciamento de dados ao longo do ciclo de vida de um produto aeroespacial tem como foco, entre outros, o gerenciamento de dados

do produto e o gerenciamento da cadeia de suprimentos. Proporciona também, a integração do sistema de informações eletrônicas da NASA com a ferramenta de gerenciamento da configuração, fazendo uso da tecnologia de rede sem fio.

Esse sistema faz uso de computadores de mão, com interface para entrada de dados via caneta eletrônica, com capacidade de coleta e registro de dados. O acesso a dados e as assinaturas que garantem a origem dos dados são controlados, visando manter a integridade dos dados coletados, que, uma vez validados, são transmitidos para uma rede de computadores para análise e/ou arquivamento. Os dados são inseridos eletronicamente, seja através de um teclado ou de uma caneta, usando reconhecimento de escrita. O carimbo e a tinta são substituídos por um selo eletrônico. Um *chip* de memória programável, dentro do selo eletrônico, armazena um identificador único.

Uma vez concluído o procedimento de inserção de dados, o documento gerado é convertido para um documento no formato "*Portable Document Format*" (*PDF*) e armazenado eletronicamente em um sistema de documentação.

A SENTEL é responsável pelo desenvolvimento do software do módulo portátil do terminal de dados. Esta ferramenta apresenta grande potencial de utilização em ambientes de trabalho, tais como, aviação, indústria de construção naval, e outros. Outras aplicações potenciais incluem a manutenção de fluxogramas de projeto, o registro de inspeções e o gerenciamento eletrônico de documentos.

3.3.2. Ferramentas de TI Utilizadas pela ESA

Conforme descrito no sítio da empresa *Sapienza Consulting* (Sapienza, 2011), as ferramentas de controle de gerenciamento da documentação e informação desenvolvidas por esta empresa têm importância crescente para o sucesso de projetos de alta complexidade.

O Gerenciamento da Configuração e Controle de Mudança (GCCM) foram recentemente incorporados ao conjunto de ferramentas de software Sapienza

ECSS, projetado, especificamente, para atender às necessidades de gestão de documentos de organizações e equipes de trabalho em projetos espaciais controlados e gerenciados pela ESA.

O programa GCCM permite que qualquer membro de um projeto possa criar, revisar e gerenciar documentos, conforme políticas de configuração previamente definidas, desde que seja autorizado previamente e siga todas as regras de segurança colocadas em prática através do programa.

As principais características desta ferramenta são:

- sistema de gestão de documentos baseado na web, permitindo o compartilhamento de documentos para as equipes envolvidas;
- gerenciamento da configuração e gerenciamento de mudanças de documentos;
- gerenciamento e estabelecimento das linhas de base do produto;
- gerenciamento de interfaces com outros projetos;
- facilidade de navegação;
- exportação de estruturas de documentos e dados de grandes bancos de dados;
- controle de documentos, envolvendo revisão e aprovação formal.

Entre as facilidades providas pela ferramenta, citam-se as seguintes:

- gestão orientada de documentos, conforme padrão ECSS;
- uso por todos os membros do projeto em diferentes níveis;
- capacidade de pesquisa;
- gestão de documentos padronizados para as equipes do projeto.

Ainda, segundo o sítio da empresa SAPIENZA (2011a), exemplos de aplicação desta ferramenta incluem os seguintes programas:

- implementação de uma rede segura para a gestão de informações classificadas no âmbito do Projeto Galileo;
- gerenciamento de documentos da empresa “*OHB System*” que é uma empresa especializada em tecnologia espacial de órbita baixa e pequenos satélites geoestacionários para pesquisa científica e observação da Terra;
- gerenciamento da configuração e informação para voos espaciais tripulados;
- informação e apoio a projetos de diversas empresas da área espacial.

4 GERENCIAMENTO DA CONFIGURAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO/ INFORMAÇÃO E O CICLO DE VIDA DE UM PROJETO NA ÁREA ESPACIAL

Ao longo do ciclo de vida de um projeto, novos documentos são gerados e controlados, o projeto sofre modificações e o produto apresenta uma configuração linha de base diferente em cada fase. O papel fundamental do Gerenciamento da Configuração e Documentação/Informação é garantir que, em cada instante da execução do projeto, a configuração do produto esteja sempre definida e que esta configuração seja conhecida por toda a hierarquia de execução do projeto. Cabe, também, ao GCI assegurar que todas as alterações, desvios e *waivers* de uma linha de base, incluindo a documentação associada, sejam processadas e controladas de forma rastreável. Neste Capítulo, apresenta-se a atuação do gerenciamento da configuração e documentação/informação durante o ciclo de vida segundo os Padrões ECSS, NASA e ISO 9000.

4.1. Gerenciamento da configuração e informação e o ciclo de vida de um projeto na área espacial segundo o padrão ECSS

4.1.1. Gestão da configuração e informação – objetivos e processos

Os objetivos do gerenciamento da configuração e do gerenciamento da documentação/informação em um projeto podem ser condensados como descrito na Tabela 4.1, quando consideradas as diretrizes constantes do padrão ECSS (ALBUQUERQUE; PERONDI, 2011; ECSS, 2009a).

Tabela 4.1 - Objetivos do Gerenciamento da Configuração e do Gerenciamento da Documentação/Informação.

Gerenciamento da Configuração GDC	1. Conhecer, a qualquer momento, a descrição técnica do produto e seus componentes, através de documentação válida (aprovada).
--	--

Tabela 4.1 - Conclusão

GDC	<p>2. Controlar, continuamente e efetivamente, a evolução da descrição do produto, e prover rastreabilidade das evoluções, ao longo do ciclo de vida do produto.</p>
	<p>3. Garantir a consistência entre os componentes do sistema (controle de interfaces externas) e os elementos que compõem o produto (controle de interfaces internas).</p>
	<p>4. Garantir que a documentação seja sempre a imagem exata dos produtos por ela descritos.</p>
	<p>5. Identificar a configuração desejada (como projetada, as designed) e a configuração real (como fabricada, as built), de modo a dar visibilidade a discrepâncias detectadas durante a produção, entrega ou operação do produto.</p>
	<p>6. Permitir que qualquer usuário conheça a capacidade operacional e as limitações de cada item do produto, e, no caso de não conformidades, saber quais itens são afetados.</p>
Gerenciamento da Documentação/informação (GDI)	<p>1. Garantir a correção, acessibilidade, disponibilidade, confiabilidade e a segurança da informação fornecida a todos os envolvidos no projeto, sejam atores internos ou externos à organização responsável pelo projeto.</p>
	<p>2. Garantir a coerência de toda a informação do projeto, assim facilitando o uso eficiente e efetivo da informação.</p>
	<p>3. Garantir que todos os atores que necessitem acessar informação no âmbito do projeto tenham conhecimento de sua disponibilidade, formas de acesso, bem como métodos e procedimentos associados.</p>
	<p>4. Apoiar as atividades de elaboração de relatórios, em todos os níveis da hierarquia de gerenciamento.</p>

Fonte: Albuquerque e Perondi (2011)

Os objetivos do GCI vão além da execução do projeto, aplicando-se ao ciclo de vida do produto. Neste trabalho, porém, nos limitaremos a considerá-los no âmbito do ciclo de vida do projeto.

Tanto o GDC quanto o GDI são estruturados em processos, os quais têm seus requisitos descritos em ECSS-M-ST-40C (ECSS, 2009a), e são listados na tabela abaixo.

Tabela 4.2 - Processos associados ao Gerenciamento da Configuração e ao Gerenciamento da Documentação/Informação de projetos, segundo o Padrão ECSS

Gerenciamento da Configuração (GDC)	Identificação da Configuração
	Controle da Configuração
	Contabilização do Status da Configuração
	Auditoria da Configuração
Gerenciamento da Informação/ Documentação (GDI)	Gerenciamento da Informação/Documentação

Fonte: Albuquerque e Perondi (2011)

O processo de Identificação da Configuração identifica os itens, cuja configuração será controlada. Itens controlados incluem elementos tais como requisitos, especificações, projeto (*design*), dados, documentos, desenhos, código de S/W e executáveis, componentes de hardware (H/W), montagens, entre outros.

Toda a informação sobre o processamento de partes, materiais e de elementos do produto, ao longo do ciclo de vida, é seguida e armazenada, de modo a garantir que o produto, ou suas partes, possam ser reproduzidos (STSC, 2005).

O conjunto de itens configurados define uma configuração linha de base do produto, envolvendo todos os itens de configuração (IC). Qualquer mudança na

configuração linha de base vigente ocorrerá sob o acompanhamento do processo Controle da Configuração, definido a seguir.

O processo CC estabelece os procedimentos para a proposição, o requerimento, a avaliação e a aprovação de mudanças, bem como os procedimentos para a publicação, o acompanhamento e a implementação das mudanças aprovadas. Este processo também identifica os profissionais e as organizações investidas de autoridade para aprovar mudanças em diversos níveis. Sob a responsabilidade do CC está, também, a identificação dos membros do Comitê de Controle da Configuração (*Configuration Control Board - CCB*), um grupo especialmente designado para avaliar as propostas e solicitações de mudanças de itens da configuração, e acompanhar e garantir a implementação de mudanças aprovadas. Adicionalmente, cabe ao CC estabelecer regras e critérios para mudanças, que sirvam como orientação geral para o sistema de controle da configuração.

O processo Contabilização do Status da Configuração (CSC) trata da documentação associada ao GCI. Seu objetivo primário é o de manter registros formais de configurações linha de base e emitir, periodicamente, relatórios sobre o estado da configuração. Este processo se ocupa, também, do histórico de solicitações de mudanças, e de suas autorizações, bem como do “status” de todas as mudanças aprovadas.

O processo Auditoria da Configuração ocupa-se da avaliação periódica do estado da configuração, em que configurações físicas e funcionais de itens da configuração são comparadas com a documentação configurada. O objetivo central deste processo é a manutenção da integridade da configuração linha de base. A auditoria é efetuada tanto via o monitoramento informal quanto via revisões formais. A auditoria da configuração verifica se o produto está sendo projetado e fabricado em total conformidade com os requisitos técnicos, padrões e condições contratuais vigentes.

Finalmente, o processo GDI ocupa-se das regras para edição, referenciamento e distribuição da documentação do projeto. Todo documento publicado passa pelas seguintes fases até a sua distribuição: criação, revisão, mudança e distribuição. Após a distribuição, qualquer modificação do documento implicará na edição de uma nova versão, sendo o documento revisado obrigado a seguir o ciclo acima descrito.

Nas seções seguintes, passar-se-á à identificação e localização destes processos ao longo do ciclo de vida de um projeto na área espacial.

4.1.2. Ciclo de vida de projetos na área espacial – Padrão ECSS

Conforme o padrão ECSS, a execução de um projeto é dividida em fases, que se estendem desde a concepção da missão até a operação e o descarte do produto. O conjunto de fases da Fase 0 à Fase D é denominado de ciclo de vida do projeto, enquanto que o conjunto completo de fases, da Fase 0 à Fase F, é denominado de ciclo de vida do produto. Ao final de cada fase, é realizada uma reunião de revisão, em que é avaliado se todo o trabalho previsto para a fase foi cumprido, de modo que o projeto possa prosseguir para a fase seguinte.

O ciclo de vida de um projeto, segundo ECSS-M-ST-10-01C (ECSS, 2008), é apresentado na Figura 4.1.

De forma sintética, na Fase 0 é desenvolvida a declaração de missão, contendo os requisitos de missão e os requisitos técnicos em nível de usuário, e a identificação preliminar de possíveis conceitos de missão. Esta fase se encerra com a revisão de definição de missão (MDR), quando são avaliados o conteúdo e a consistência da declaração de missão.

Atividades	FASES						
	Fase 0	Fase A	Fase B	Fase C	Fase D	Fase E	Fase F
Missão / Função		MDR	PRR				
Requisitos			SRR	PDR			
Definição				CDR			
Verificação					QR		
Produção					AR		
Operação							
Descarte							

Figura 4.1 - Ciclo de vida de um projeto na área espacial, segundo ECSS-M-ST-10-01C
 Fonte: ECSS (2008)

Na Fase A, são propostos e desenvolvidos estudos de conceitos de missão e avaliadas possíveis arquiteturas, com a definição de seus elementos. A fase se encerra na revisão preliminar de requisitos (PRR), com um veredito sobre a viabilidade ou não da missão, e a seleção de uma arquitetura preliminar para o sistema.

Na Fase B, normalmente denominada de Fase de Projeto Preliminar, são definidas as especificações de sistema, aprovadas na reunião intermediária denominada reunião de revisão de requisitos de sistema (SRR), e, posteriormente, o projeto (*design*) preliminar do sistema e seus elementos. A Fase B se encerra com a reunião de revisão de projeto preliminar (PDR), em que se avalia se o nível de especificação/definição do projeto é suficiente para a fabricação do modelo de engenharia na fase seguinte.

Na Fase C, normalmente denominada de Fase de Projeto Detalhado, é fabricado o modelo de engenharia, para testar as soluções de engenharia propostas, e desenvolvido o projeto detalhado do sistema. Nesta fase, é também projetado e fabricado o ferramental para fabricação do modelo de qualificação e qualificados os processos de fabricação. A fase se encerra com a reunião de revisão de projeto detalhado, também denominada de reunião de revisão de projeto crítica (CDR), que avalia se o projeto já adquiriu maturidade suficiente para a fabricação do modelo de qualificação, na fase seguinte.

Na Fase D, normalmente denominada de Fase de Qualificação e Produção, são fabricados o modelo de qualificação e o modelo de voo do produto (sistema). Na primeira parte desta fase, é fabricado o Modelo de Qualificação⁵ e, em um processo iterativo, ajustado até que seja demonstrado, por meio de testes e ensaios, que o produto (sistema) atende todos os requisitos do projeto. Neste ponto, todos os processos de fabricação, já qualificados, são “congelados” e em reunião intermediária, denominada de revisão de qualificação (QR), é autorizado o início da fabricação do modelo de voo. Na segunda parte da Fase D, a partir de partes, materiais e processos de fabricação qualificados e mão de obra certificada, é fabricado o modelo de voo. Esta fase se encerra com a reunião denominada de revisão de aceitação (AR), em que todo o dossiê de fabricação é revisado e são avaliados os resultados dos testes de aceitação, produzindo-se um veredito final acerca da aceitabilidade do produto para voo.

As fases seguintes, Fases E e F, referem-se à operação e ao descarte, respectivamente, e não serão objetos de consideração neste trabalho.

Na próxima seção, discute-se a execução dos processos de GCI ao longo do ciclo de vida do projeto.

⁵ Conforme o plano de desenvolvimento, poderão ser desenvolvidos modelos de qualificação em nível de equipamento, subsistema ou sistema.

4.1.3. Os processos de GCI e o ciclo de vida do projeto

4.1.3.1. Entradas e saídas dos processos de GCI e o seu inter-relacionamento

A Figura 4.2 apresenta um diagrama em que são identificadas as principais entradas e saídas dos processos de GCI e o seu inter-relacionamento, excluído o processo de gerenciamento da informação. A Figura 4.3 procura localizar os principais marcos dos processos de GCI ao longo das fases do ciclo de vida de um projeto, segundo o padrão ECSS-M-ST-40C (ECSS, 2009).

A seguir, apresenta-se uma descrição das principais entradas e saídas do GCI, bem como o inter-relacionamento entre elas e também as interfaces com as atividades de gestão de projetos, gestão da qualidade, e de engenharia. Trata-se de uma descrição geral, sendo uma tradução livre e sintetizada do material apresentado no documento ECSS-M-ST-40C (ECSS, 2009a).

As atividades de gerenciamento da configuração se iniciam com o processo de identificação da configuração, em que são identificados os itens da configuração, ou seja, requisitos, desenhos, processos, documentos de projeto, e outros, que, em conjunto, definem de forma única o sistema em desenvolvimento. Os itens configurados, por sua vez, passam a ser controlados no âmbito do processo controle da configuração, ou seja, a alteração de qualquer item da configuração somente se processará via um procedimento formal, que envolve aprovações de diversas instâncias da estrutura executora do projeto, organizadas, normalmente, em um comitê de controle de mudanças (CCB). Cada mudança aprovada deverá ter sua implementação acompanhada e verificada, e deverá ser objeto de comunicação a instâncias da estrutura executora do projeto. A atualização permanente do conjunto de informações que define a configuração do sistema é o objeto do processo de contabilização do status da configuração, que, ao final da fase de projeto e qualificação, é responsável pela lista de dados de itens configurados e o relatório do status da configuração.

A atividade de verificação da configuração pode ser considerada como um subprocesso do processo de contabilização do status da configuração. A auditoria da configuração por sua vez, é responsável pelas avaliações do Sistema de Gerenciamento da Configuração, sendo responsável pelas ações corretivas do GCI e pela validação deste sistema.

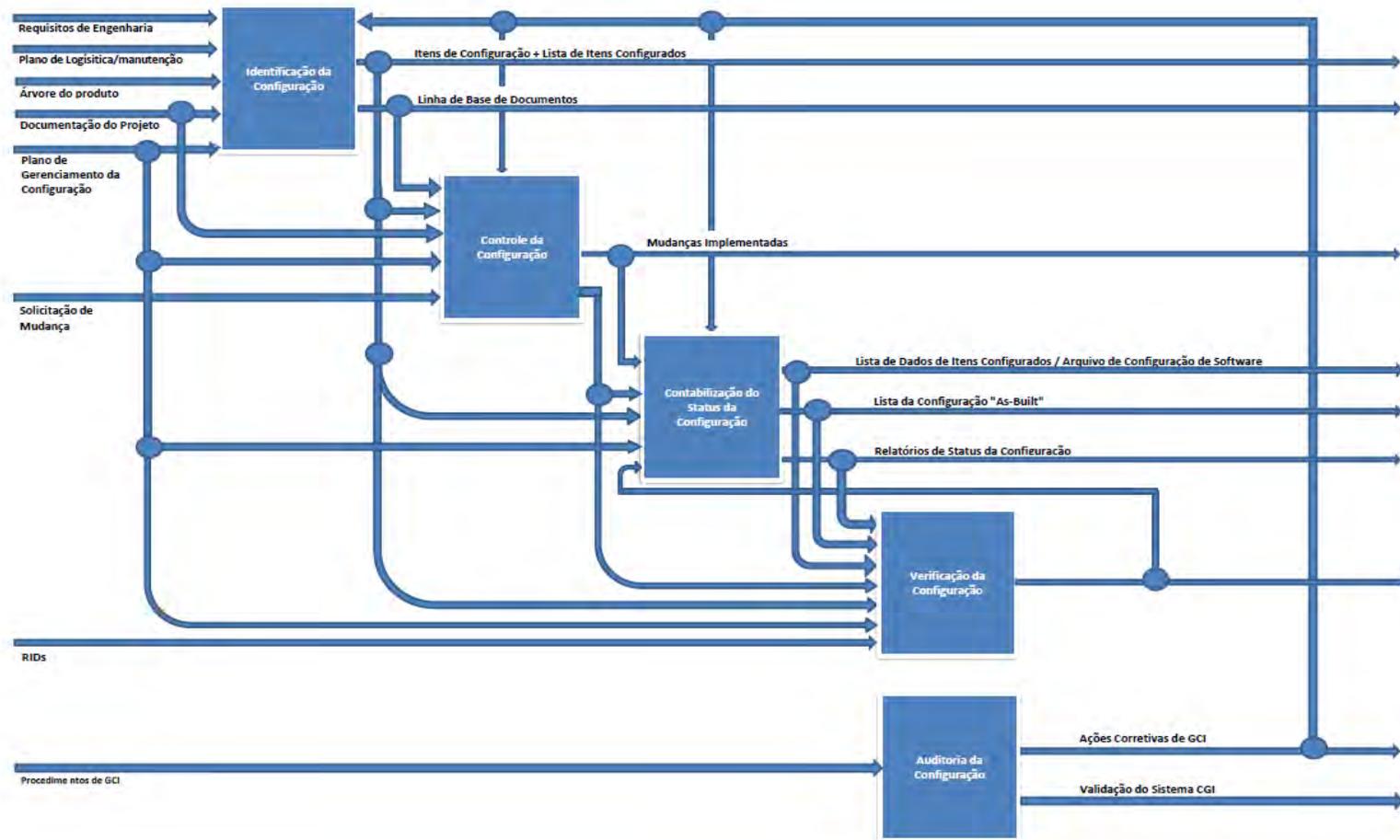


Figura 4.2 - Principais entradas e saídas dos processos de GCI e o seu inter-relacionamento, excluído o processo de gerenciamento da informação

Fonte: ECSS (2009a)

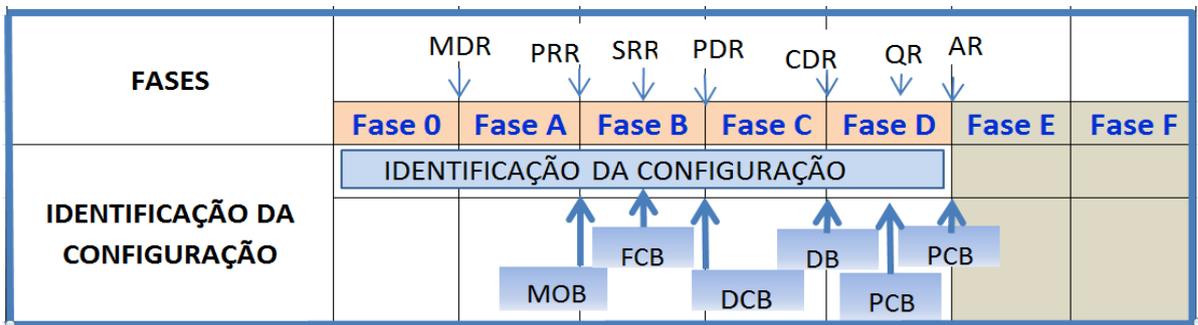
4.1.3.2. Principais marcos dos processos de GCI ao longo das fases do ciclo de vida de um projeto

A seguir, serão abordadas as fases do ciclo de vida do projeto, as revisões associadas, e a evolução da linha de base da configuração ao longo do desenvolvimento do ciclo de vida do projeto.

A Figura 4.3 apresenta, esquematicamente, as diversas fases do ciclo de vida de um projeto, segundo o Padrão ECSS, juntamente com as revisões efetuadas ao final de cada fase. A figura busca ilustrar a evolução da linha de base de configuração ao longo do ciclo de vida, desde as definições dos requisitos de missão e de uma primeira proposta de arquitetura, na Fase A, até a conclusão do modelo de voo, na Fase D.

Configurações Linha de Base ou *baselines* representam o status aprovado de requisitos e projeto, em marcos-chave do projeto, e provêm o ponto de partida para novas evoluções do projeto, e compreendem toda a documentação que descreve as características do produto. Esta documentação é formalmente registrada como a configuração de referência em um marco-chave do ciclo de vida do projeto, correspondente a uma das revisões formais de projeto, passando toda proposta de mudança, a partir deste ponto, a ser submetida a um processo formal de aprovação, envolvendo todos os atores e as disciplinas afetados, antes que seja efetivada.

Durante o ciclo de vida de um projeto típico, o padrão ECSS prevê a definição sequencial das *configurações linha de base* apresentadas e descritas brevemente na Tabela 4.3.



LEGENDAS:

Revisões	Linhas de base
MDR: Revisão de Definição da Missão	MOB: Linha de Base de Objetivos da Missão
PRR: Revisão Preliminar de Requisitos	FCB: Linha de Base Funcional
SRR: Revisão de Requisitos de Sistema	DCB: Linha de Base da Configuração de Desenvolvimento
PDR: Revisão Preliminar do Projeto	DB: Linha de Base do Projeto
CDR: Revisão de Projeto Crítica	PCB: Linha de Base da Configuração do Produto
QR: Revisão de Qualificação	
AR: Revisão de Aceitação	

Figura 4.3 - Principais marcos dos processos de GCI ao longo das fases do ciclo de vida de um projeto

Fonte: ECSS (2009a)

Tabela 4.3 - Descrição da evolução da linha de base de um projeto ao longo das diversas fases do ciclo de vida de um projeto, segundo o Padrão ECSS

<p>FASE 0 – FASE A PRR</p>	<p>1-Linha de base de objetivos de missão (MOB): é estabelecida na revisão PRR, com base em especificação funcional aprovada. Esta linha de base estabelece o objetivo do sistema, as restrições e ambientes associados, as capacidades de desempenho e operacionais para cada fase do ciclo de vida, e a flexibilidade permissível.</p>
<p>FASE B SRR</p>	<p>2-Linha de base de configuração funcional (FCB): é estabelecida na revisão SRR, com base na especificação técnica de sistema aprovada. Esta linha de base estabelece as características do sistema em termos dos requisitos técnicos, bem como os critérios e correspondentes níveis de qualificação e aceitação.</p>
<p>FASE B/C PDR</p>	<p>3-Linha de base de configuração de desenvolvimento (DCB): é estabelecida na reunião de revisão PDR, com base nas especificações técnicas aprovadas. Esta linha de base estabelece as características do produto em termos dos requisitos técnicos e das restrições de projeto, bem como as condições para sua verificação.</p>
<p>FASE C/D CDR</p>	<p>4-Linha de base configuração de projeto (DB): é estabelecida na reunião de revisão CDR, com base na documentação final de projeto aprovada. (configuração “<i>As-designed</i>” ou “Como-projetada”).</p>
<p>FASE D QR (Como-projetado) AR (Como-fabricado)</p>	<p>5.Linha de base de configuração do produto (PCB): é estabelecida em sua primeira versão na reunião de revisão QR e em sua versão final na reunião de revisão AR. Estabelece as características finais do produto, em termos do conjunto de documentos aprovados, contendo todas as informações necessárias para a produção, aceitação, operação, manutenção e descarte do produto. (configuração “<i>As-built</i>” ou “Como-fabricada”).</p>

Fonte: ECSS (2009a)

4.1.3.3. Linhas de base e fases do projeto

A seguir, procura-se descrever as principais atividades relacionadas à GCI desenvolvidas ao longo do ciclo de vida de um projeto, segundo o Padrão ECSS, com ênfase no estabelecimento de linhas de base de configuração.

- **Fase 0**

O objetivo desta fase é estudar a concepção da missão. Durante esta fase são realizadas as seguintes atividades e emitidos os documentos correspondentes: a) preparar declaração da missão, b) preparar especificação preliminar de requisitos técnicos e, c) identificar os possíveis conceitos da missão.

A Revisão de Definição da Missão – MDR – que encerra a fase 0, tem a finalidade de aprovar todos os documentos elaborados nesta fase que, a partir desta revisão, passam a ter sua edição controlada. Geralmente, esta revisão tem os seguintes participantes: o cliente, o usuário final e a equipe de gerenciamento.

Os documentos aprovados nesta revisão e que passam a ser controlados são, normalmente, os seguintes: a) relatório da análise da declaração da missão, b) especificação preliminar de requisitos técnicos e c) estrutura de documentos e relatório de avaliação preliminar de riscos.

- **Fase A**

O objetivo desta fase é determinar a viabilidade técnica e a compatibilidade com os planos globais.

Durante esta fase, devem ser realizadas as seguintes atividades e elaborados os seguintes documentos a) preparar plano preliminar de gestão, b) plano preliminar de desenvolvimento, c) plano preliminar da Garantia do produto, d) análise de viabilidade técnica, e) seleção de solução técnica e filosofia de modelos, e f) elaborar a avaliação de riscos.

A Revisão Preliminar de Requisitos – PRR – que encerra a fase A, tem a finalidade de aprovar todos os documentos elaborados nesta fase e que a partir desta revisão passam a ser controlados.

Os documentos configurados nesta linha de base e que passam a ser controlados pelo Controle de Mudança são: a) plano preliminar de gestão, de desenvolvimento e de garantia do produto, b) análise de soluções técnicas e filosofia de modelos, c) avaliação de riscos, e d) árvore de funções.

Segundo o Padrão ECSS, nesta fase, é definida a primeira linha de base do projeto. Na reunião de revisão PRR, a configuração identificada passa a constituir a *linha de base de objetivos de missão* (MOB), que, conforme já descrito na Tabela 4.3, estabelece as características do sistema em termos dos requisitos técnicos, bem como os critérios e correspondentes níveis de qualificação e aceitação. Toda modificação que afete item configurado somente será implementada após aprovação formal, pelo CCB.

- **Fase B**

O objetivo desta fase é estabelecer o projeto preliminar e as tecnologias que serão utilizadas.

Durante esta fase devem ser realizadas as seguintes atividades e elaborados os seguintes documentos: a) finalizar o plano de gestão, de desenvolvimento do projeto e da garantia de produto, b) estabelecer o cronograma mestre, os requisitos de sistema e requisitos de verificação, c) estabelecer uma definição do projeto preliminar para o conceito do sistema selecionado, d) estabelecer uma linha de base com solução do projeto e conceitos de operação, e) estabelecer uma estrutura de divisão do trabalho e árvore do produto, f) iniciar a implantação do gerenciamento de configuração, g) revisar especificação de requisitos técnicos, e h) definir o projeto preliminar.

Nesta fase são, normalmente, realizadas duas revisões: Revisão de Requisitos de Sistema (SRR) e a Revisão Preliminar de Projeto (PDR). A SRR é realizada durante o curso desta fase e tem a finalidade principal de definição e atualização dos requisitos de sistema, enquanto que a PDR que se realiza no final da fase, tem como finalidade principal avaliar o projeto preliminar e liberar o produto para o projeto detalhado.

Os documentos resultantes desta fase são no mínimo os seguintes: a) liberação e atualização das especificações dos requisitos técnicos, b) definição do projeto preliminar, c) planos de desenvolvimento do projeto, de gestão e da garantia de produto, d) árvore de produtos e estrutura da divisão do trabalho e e) definição de Interfaces externas.

Na reunião de revisão SRR, é definida a segunda linha de base do projeto. A configuração identificada passa a constituir a *linha de base de configuração funcional* (FCB), que, conforme já descrito na Tabela 4.3, estabelece o objetivo do sistema, as restrições e ambientes associados, as capacidades de desempenho e operacionais para cada fase do ciclo de vida, e a flexibilidade permissível. Na reunião de revisão PDR, que finaliza a fase, é definida a terceira linha de base do projeto, passando a configuração vigente a constituir a *linha de base de configuração de desenvolvimento* (DCB). Conforme já descrito na Tabela 4.3, esta linha de base estabelece as características do produto em termos dos requisitos técnicos e das restrições de projeto, bem como as condições para sua verificação.

- **Fase C**

O objetivo desta fase é desenvolver o projeto detalhado do produto e demonstrar que o projeto atende às especificações definidas nas fases anteriores.

Durante esta fase devem ser realizadas as seguintes atividades e elaborados os seguintes documentos: a) conclusão do projeto detalhado, b) pré-

qualificação de componentes críticos (produção, desenvolvimento e teste), c) desenvolvimento de ensaios do modelo de engenharia, d) construção, montagem e testes do modelo de engenharia, e) definição detalhada das interfaces internas e externas, f) emissão preliminar de manual do usuário, e g) atualização da avaliação dos riscos.

A Revisão Crítica do Projeto (CDR) encerra esta fase, e tem a finalidade principal de verificar a conformidade do projeto e a disponibilidade de partes, materiais e processos para a fabricação do modelo de qualificação.

Após esta revisão, são editados e controlados os seguintes documentos: a) relatório do status de qualificação dos processos críticos, b) documentos para garantir o controle das interfaces externas, c) documentação final do produto “*as-designed*”, d) planos de montagem, integração e testes, e) “*configuration item data list (CIDL) - as-designed*”, e f) manual do usuário.

Na reunião de revisão CDR, é definida a quarta linha de base do projeto, referida como *linha de base de configuração de projeto (DB)*, que é constituída pelos itens configurados ao final da fase de projeto. Nesta fase, é gerada a *lista de dados de itens configurados – como projetado (CIDL – “as designed”)*, que apresenta o status corrente de projeto de todos os itens do produto constantes da *lista de itens configurados*. A *CIDL – como projetado* é tomada como referência para o controle de subsequentes avaliações de desempenho, mudanças de projeto e fabricação.

- **Fase D**

Nesta fase, é realizada a qualificação do sistema, ou seja, é demonstrado que atende às especificações previamente definidas, em especial aos requisitos ambientais.

As principais atividades desta fase são: a) fabricação, montagem e testes do modelo de qualificação, b) testes de qualificação e atividades de verificação do

modelo de qualificação, c) fabricação, montagem e testes do modelo de voo, d) testes de aceitação e atividades de verificação do modelo voo, e e) aceitação do pacote de dados relativos às revisões de qualificação e de aceitação.

Enquanto que o modelo de qualificação é submetido a testes ambientais equivalentes à operação real, com margem, o modelo de voo é submetido a testes ambientais em nível de aceitação. O programa de qualificação busca demonstrar a viabilidade das soluções de fabricação e de projeto adotadas.

Após a demonstração de que o modelo de qualificação encontra-se qualificado e que os procedimentos e processos permitem a sua repetibilidade, pode-se iniciar a fabricação, montagem, integração e teste do modelo de voo, seguindo rigorosamente os procedimentos qualificados, com mão de obra previamente treinada.

Nesta fase são realizadas, normalmente duas reuniões de revisão:

Revisão de Qualificação (QR) - ocorre durante o curso desta fase e tem como objetivo demonstrar que o produto atende todas as especificações, com margem de segurança.

Revisão de Aceitação (AR) - ocorre no final desta fase e tem como objetivo avaliar a fabricação, montagem e testes do modelo de voo, disponibilizando-o para a entrega; busca também demonstrar que a fabricação do modelo de voo foi realizada corretamente por mão de obra qualificada, utilizando processos qualificados.

Na reunião de revisão QR é estabelecida a quinta linha de base, referida como *linha de base de configuração do produto* (PCB), que é constituída pelos itens configurados ao final da fase de qualificação, e que apresenta as características funcionais e físicas necessárias à produção, aceitação, operação, manutenção e descarte do produto. Constitui-se na referência para a

fabricação do modelo de voo do produto. Esta linha de base poderá ser atualizada ao final da fabricação no modelo de voo, na reunião de revisão AR.

Na revisão QR, é, também, consolidada a *lista de dados de itens configurados – como fabricado* (CIDL – “*as built*”), que apresenta o status corrente de projeto de todos os *itens do produto* constantes da *lista de itens configurados*. A CIDL – “*as built*” além de apresentar o status “*como fabricado*”, de todos os itens, do produto, constantes da lista de itens configurados, compara-o com o status “*como projetado*”, fazendo referência aos *relatórios de não-conformidades e solicitações de desvios (waivers)*, onde aplicável.

Após esta revisão são editados e controlados os seguintes documentos: a) controle das interfaces internas, b) documentação final do produto “*as-designed*”, c) documentação *as-built* QM, d) CIDL *as-built* QM, e) manual do usuário, f) controle das interfaces externas, g) documentação *as-built* FM e CIDL *as-built* FM.

4.1.4. Modelo “V”, o ciclo de vida do projeto e configurações linha de base de projetos na Área Espacial segundo o padrão ECSS

O Modelo “V” associa as atividades de fabricação e testes às atividades de análise, projeto e verificação. Para cada requisito definido para o produto, existe uma verificação associada.

Podemos observar que o lado esquerdo do modelo “V” indica onde é realizada a decomposição e definições de projeto, enquanto que o lado direito do “V” indica onde será realizada a verificação, incluindo, fabricação, integração e testes do produto.

A conexão entre esses lados do modelo “V” implica que para cada definição de requisito no lado esquerdo, existe uma verificação correspondente do lado direito, com a finalidade de demonstrar, objetivamente, que todos os requisitos

foram incorporados ao produto. Se durante a verificação for encontrada alguma não-coformidade, pode-se executar o lado esquerdo novamente até que a não-coformidade seja resolvida. Esse procedimento deve ser realizado antes de passar para a nova fase. Durante a fase de desenvolvimento do produto, que se inicia na PRR e se encerra na CDR, ocorrem iterações entre os testes de verificação e o desenvolvimento. Neste período, todo teste realizado é comparado com a Linha de Base Funcional (FCB) ou a Linha de Base da Configuração de Desenvolvimento (DCB), e caso o resultado não esteja atendendo ao especificado, são efetuadas alterações no projeto, após as quais se seguem novos testes, até que se demonstre a conformidade do projeto.

As principais características do modelo “V” são:

- enfatizar a importância de considerar as atividades de testes durante o processo de desenvolvimento, ao invés de um teste posterior após o término do processo;
- perceber e desenvolver novos requisitos;
- melhorar a qualidade do produto resultante.

A Figura 4.4 apresenta, em um mesmo diagrama, a descrição de um projeto segundo o Modelo “V”, a definição das fases do projeto e a evolução de linhas de base ao longo do ciclo de vida. A figura busca localizar, de forma sucinta, as atividades de análise e síntese do Modelo “V” no ciclo de vida do projeto, com a indicação das linhas de base que vão sendo definidas à medida que o projeto avança ao longo de seu ciclo de vida. Através da figura, observa-se que as linhas de base de Objetivos de Missão (MOB), Funcional (FCB) e de Configuração e Desenvolvimento (DCB) se desenvolvem, sucessivamente, no Modelo “V”, ao longo do ramo esquerdo, correspondente às fases de definição do produto. Já as linhas de base do Projeto (DB) e de Configuração do Produto (FCB), esta última estabelecida na QR e posteriormente atualizada na AR, se

desenvolvem ao longo do ramo direito, correspondente às fases de fabricação, integração e testes do produto.

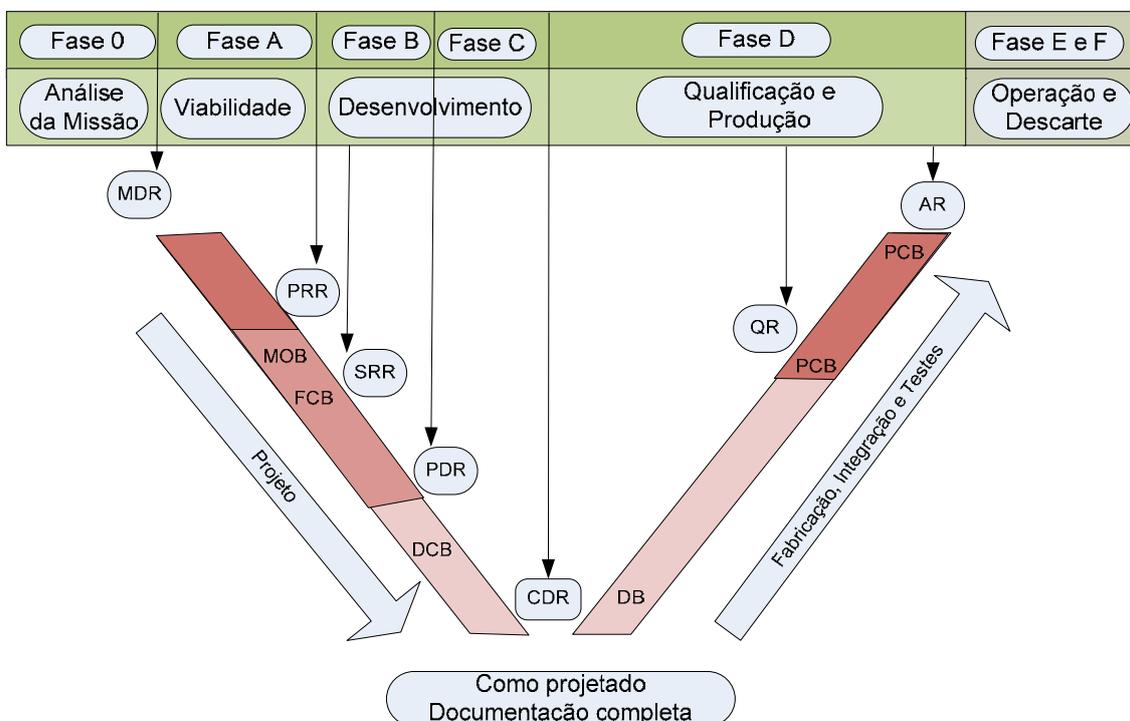


Figura 4.4 - Modelo “V” aplicado ao ciclo de vida de um projeto de acordo com o Padrão ECSS

Fonte: ECSS (2009a)

Revisões	Linhas de base
MDR: Revisão de Definição da Missão	MOB: Linha de Base de Objetivos da Missão
PRR: Revisão Preliminar de Requisitos	FCB: Linha de Base Funcional
SRR: Revisão de Requisitos de Sistema	DCB: Linha de Base da Configuração de Desenvolvimento
PDR: Revisão Preliminar do Projeto	DB: Linha de Base do Projeto
CDR: Revisão de Projeto Crítica	PCB: Linha de Base da Configuração do Produto
QR: Revisão de Qualificação	
AR: Revisão de Aceitação	

4.2. Gerenciamento da configuração e informação e o ciclo de vida de um projeto na área espacial segundo o padrão NASA

Conforme o Padrão NASA.JPL (2011) e NASA (2008b), apresentado na Figura 4.5, a execução de um projeto é dividida em fases, que se estendem desde a fase de estudos avançados até a operação e o descarte do produto. O conjunto

de fases da Pré-fase A à Fase D é denominado de ciclo de vida do projeto, enquanto que o conjunto completo de fases, da Pré-fase A à Fase F, é denominado de ciclo de vida do produto. Ao final de cada fase, é realizada uma reunião de revisão, em que é avaliado se todo o trabalho previsto para a fase foi cumprido, de modo que o projeto possa prosseguir para a fase seguinte.

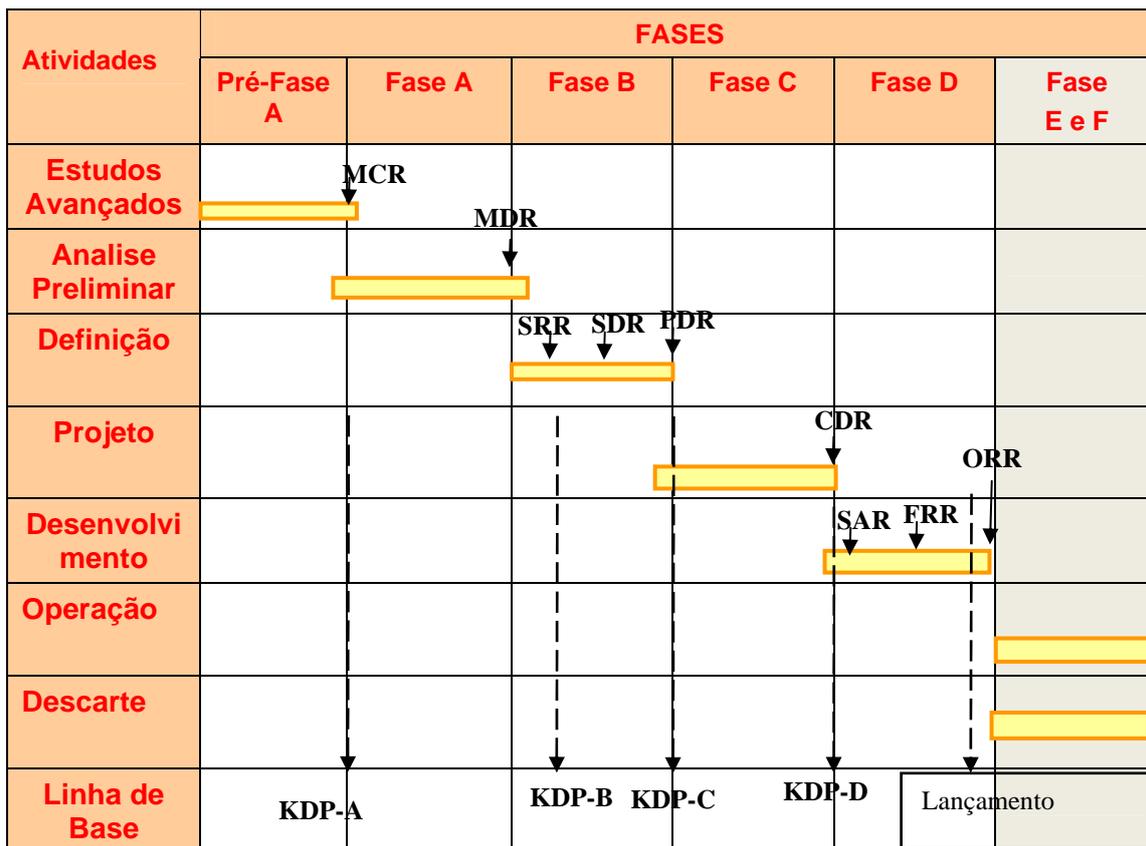


Figura 4.5 - Ciclo de vida de um projeto na área espacial, segundo o padrão NASA

Fonte: NASA.JPL (2011) e NASA (2008b)

Legendas

MCR - Revisão de Conceito de Missão	CDR - Revisão de Projeto Crítica
MDR - Revisão de Definição de Missão	SAR - Revisão de Aceitação do Sistema
SRR - Revisão de Requisitos de Sistema	FRR - Revisão de Prontidão de Voo
SDR - Revisão de Definição de Sistema	ORR - Revisão de Prontidão Operação
PDR - Revisão de Projeto Preliminar	
	KDP – Ponto Chave de Decisão

4.2.1. Fases do ciclo de vida

- **PRÉ-FASE A**

De forma sintética, na pré-fase A são realizados os estudos avançados da missão, que têm como finalidade, primordialmente, entender: a) as necessidades reais do cliente, b) os objetivos da missão, e c) identificar as possíveis alternativas que possam ser utilizadas no projeto. Também, nesta fase, são definidos os requisitos de missão em níveis mais altos, e verificado o atendimento das necessidades da missão.

Esta fase se encerra com a revisão de conceito da missão (MCR), quando são avaliados o conteúdo e a consistência do relatório do estudo avançado, que se aprovado, liberará o projeto para a fase A.

- **FASE A**

Esta é a fase da análise preliminar, em que são definidos os requisitos e conceitos adotados, com a finalidade de estabelecer uma arquitetura ótima da missão.

Ainda, nesta fase, são Identificados os riscos da tecnologia escolhida e elaborado um plano de mitigação. Por fim, nesta fase, é definida a viabilidade ou não da missão.

A fase A é concluída com a reunião da revisão de definição da missão (MDR), que tem o objetivo de validar os requisitos do sistema e sua consistência.

- **FASE B**

Na Fase B, denominada de Fase de Definição são definidas as especificações de sistema, as quais são aprovadas na reunião intermediária denominada revisão de requisitos de sistema (SRR). Além da SRR é realizada também a revisão de definição de sistema (SDR). A Fase B se encerra com a revisão de projeto preliminar (PDR), em que se avalia se a especificação/definição do

projeto é suficiente para a fabricação do modelo de engenharia (ME) na fase seguinte.

- **FASE C**

Na Fase C, normalmente denominada de Fase de Projeto, é desenvolvido o projeto completo do sistema e, também os processos de fabricação que serão utilizados na fase seguinte. É fabricado o modelo de engenharia⁶, para testar as soluções propostas. Nesta fase, é também projetado e fabricado o ferramental para fabricação do modelo de qualificação e todos os processos de fabricação devem ser qualificados. A fase se encerra com a reunião de revisão de projeto crítica (CDR), que avalia se o projeto já adquiriu maturidade suficiente para a fabricação do modelo de qualificação.

- **FASE D**

Na Fase D, normalmente denominada Fase de Desenvolvimento, são preparadas as instalações para a produção e testes do produto, que será fabricado e integrado em conformidade com as especificações aprovadas na CDR. Esta fase tem como característica a ocorrência de três revisões descritas a seguir: *revisão de aceitação do sistema* (SAR), que tem como objetivo demonstrar que os elementos do sistema foram construídos de acordo com os requisitos; *revisão de prontidão de voo* (FRR) que tem como objetivo demonstrar que o produto está pronto para o lançamento; finalmente, ocorre a *revisão de prontidão de operação* (ORR), que encerra a fase e em que todo o dossiê de fabricação é revisado e também são avaliados os resultados dos testes de aceitação, produzindo-se um a aceitação do produto para voo.

- **FASES E e F**

As fases seguintes, Fases E e F, referem-se à operação e ao descarte, respectivamente, e não serão objetos de consideração neste trabalho.

⁶ Conforme o plano de desenvolvimento, poderão ser desenvolvidos modelos de engenharia em nível de equipamento, subsistema ou sistema.

4.2.2. Principais atividades de GCI desenvolvidas nas fases

- **Pré-Fase A**

Durante esta fase devem ser realizadas as seguintes atividades: a) definir objetivos e os requisitos funcionais da missão, b) assegurar a viabilidade técnica da missão, e c) identificar a real necessidade do cliente.

Os principais documentos aprovados nesta revisão e que passam a ser controlados são: a) proposta de requisitos para estabelecer a viabilidade do projeto b) definição de arquitetura e conceitos a serem utilizados.

- **Fase A**

Durante esta fase devem ser realizadas as seguintes atividades: a) plano com a definição da arquitetura do sistema, b) plano de requisitos da missão, e c) plano de avaliação de riscos da tecnologia escolhida e sua mitigação.

Os documentos configurados nesta linha de base e que passam a ser controlados pelo Controle de Mudança são: a) requisitos a nível de sistema, b) conceito e operação do sistema e c) avaliação de riscos e mitigação.

- **Fase B**

Durante esta fase devem ser realizadas as seguintes atividades: a) definir requisitos dos subsistemas e b) definir a especificação do projeto além do planejamento e do plano de gerenciamento técnico.

Nesta fase, é gerada uma linha de base para controlar os requisitos técnicos. A PDR acontece no final da fase e tem como finalidade avaliar o projeto preliminar e liberar o produto para o projeto detalhado.

Os documentos configurados e que passam a ser controlados pelo Controle de Mudança são: a) linha de base funcional na SDR, e b) linha de base de projeto,

que controla os documentos que serão utilizados no projeto preliminar, na PDR.

- **Fase C**

Durante esta fase, devem ser realizadas as seguintes atividades: a) conclusão do projeto detalhado, b) pré-qualificação de componentes críticos (produção, desenvolvimento e teste), c) desenvolvimento de ensaios do modelo de engenharia, d) construção, montagem e testes do modelo de engenharia, e) definição detalhada das interfaces internas e externas, f) emissão preliminar de manual do usuário, e g) atualização da avaliação dos riscos.

Após esta fase, são editados e controlados os seguintes documentos: a) relatório dos processos críticos, b) documentos para garantir o controle das interfaces internas e externas, c) documentação final do produto *“as-designed”*, d) planos de montagem, integração e testes, e) lista de itens configurados – CIDL- *as-designed*.

- **Fase D**

As principais atividades desta fase são: a) fabricação completa, montagem e testes do modelo de qualificação, b) testes de qualificação completos e atividades de verificação do modelo de qualificação.

Após esta revisão, são editados e controlados os seguintes documentos: a) controle das interfaces externas, b) documentação final do produto *“as-designed”*, c) documentação *“as-built”* QM, d) CIDL *“as-built”* QM.

4.3. Gerenciamento da configuração e informação e o ciclo de vida de um projeto na área espacial segundo padrão ISO 9000 (NBR 15100)

4.3.1. Generalidades

A seguir, apresenta-se um estudo do padrão ABNT-NBR-15100 “*Sistema da qualidade – Aeroespacial – Modelo para garantia da qualidade em projeto, desenvolvimento, produção, instalação e serviços associados*” (ABNT, 2004).

Este padrão apresenta os requisitos para um Sistema de Gestão da Qualidade no setor Aeroespacial. Neste padrão, os processos relativos ao gerenciamento da configuração encontram-se definidos de forma menos detalhada quando comparados com os padrões ECSS e NASA. Porém, os requisitos relativos ao controle de mudanças e ao gerenciamento da documentação/informação encontram-se bastante detalhados.

Este padrão contém os requisitos do sistema de gestão da qualidade ABNT NBR ISO 9001:2000, que são suplementados por requisitos adicionais para um sistema de gestão da qualidade para a indústria aeroespacial.

4.3.2. Abordagem de processo

Esta norma promove a adoção de uma abordagem de processo para o desenvolvimento, implementação e melhoria da eficácia de um sistema de gestão da qualidade.

A adoção de uma política eficaz de gerenciamento de processos coopera para o sucesso de um projeto, principalmente para projetos complexos como os da área aeroespacial. Neste estudo, analisaremos os processos que interferem diretamente no gerenciamento da configuração do produto e também no gerenciamento da documentação e informação.

Os processos relacionados e necessários ao gerenciamento da configuração no padrão ABNT-NBR-15100 são descritos a seguir.

4.3.3. Requisitos de documentação

A documentação do sistema de gestão da qualidade deve incluir:

- a) declarações da política e objetivos da qualidade;
- b) procedimentos documentados;
- c) documentos necessários para assegurar o planejamento, a operação e o controle eficazes de seus processos;
- d) registros requeridos.

4.3.4. Controle de documentos

Os registros e os documentos requeridos pelo sistema de gestão da qualidade devem ser controlados. Também, deve ser estabelecido um procedimento documentado para definir os controles necessários para:

- a) aprovar documentos;
- b) analisar criticamente as propostas de alterações e, quando necessário, autorizá-las;
- c) assegurar que as alterações sejam identificadas;
- d) assegurar que documentos atualizados estejam disponíveis para os interessados;
- e) assegurar que os documentos permaneçam legíveis e identificáveis;
- f) assegurar que documentos de origem externa sejam identificados e que sua distribuição seja controlada;
- g) evitar o uso de documentos obsoletos.

4.3.5. Controle de registros

Os registros devem ser realizados e mantidos para prover evidências da conformidade com os requisitos. Registros devem ser mantidos legíveis, prontamente identificáveis e recuperáveis. Um procedimento documentado deve ser estabelecido para definir os controles necessários para identificação, armazenamento, proteção, recuperação, tempo de retenção e descarte dos registros.

4.3.6. Gestão da configuração

A organização deve estabelecer, documentar e manter um processo de gestão da configuração apropriado ao produto.

NOTA: Os principais processos da gestão da configuração podem ser encontrados no padrão ABNT NBR ISO 10007 (ABNT, 2005).

4.3.7. Análise crítica dos requisitos relacionados ao produto

Esta análise crítica deve ser realizada antes da organização assumir o compromisso de fornecer um produto para o cliente e deve assegurar que os requisitos do produto estejam definidos e que a organização tem capacidade de atendê-los. Também, deverá ser avaliado o risco de não cumprir prazos, custos, e outras restrições.

Quando os requisitos de produto forem alterados, a organização deve assegurar que os documentos pertinentes sejam atualizados e que o pessoal envolvido seja alertado sobre os requisitos alterados.

4.3.8. Projeto e Desenvolvimento

O projeto e desenvolvimento devem ser divididos nos seguintes itens:

4.3.8.1. Planejamento

Durante o planejamento do projeto e desenvolvimento, a organização deve assegurar o atendimento de todos os requisitos e gerenciar as interfaces entre diferentes grupos envolvidos no projeto.

Além disso, deve determinar:

- a) os estágios do projeto e desenvolvimento com relação à organização, sequência das tarefas, etapas obrigatórias, fases importantes e métodos de controle de configuração;
- b) a análise crítica, verificação e validação, que sejam apropriadas para cada fase do projeto e desenvolvimento;
- c) as responsabilidades e autoridades para projeto e desenvolvimento.

4.3.8.2. Entradas

As entradas do projeto e desenvolvimento, relativas a requisitos de produto, devem ser determinadas e registradas a fim de garantir:

- a) os requisitos de funcionamento e de desempenho;
- b) os requisitos regulamentares aplicáveis;
- c) outros requisitos essenciais para o projeto e desenvolvimento.

4.3.8.3. Saídas

As saídas de projeto e desenvolvimento devem ser apresentadas de uma forma que possibilitem a verificação em relação às entradas de projeto e desenvolvimento, e devem ser aprovadas antes de serem liberadas.

As saídas de projeto e desenvolvimento devem:

- a) atender aos requisitos de entrada para projeto e desenvolvimento;

b) conter ou referenciar critérios de aceitação do produto;

c) conter todos os documentos necessários que permitam que o produto seja identificado, fabricado, inspecionado, usado e mantido pela organização, como por exemplo:

- listagem de desenhos, listas de componentes e especificações necessárias para definir a configuração e as características de projeto do produto;

- informações sobre materiais, processos, tipo de fabricação e montagem do produto necessário para garantir sua conformidade.

4.3.8.4. Análise crítica

Em fases apropriadas, devem ser realizadas, análises críticas sistemáticas de projeto e desenvolvimento, de acordo com disposições planejadas com o objetivo de:

a) avaliar a capacidade dos resultados do projeto e desenvolvimento em atender aos requisitos;

b) identificar qualquer problema e propor as ações necessárias;

c) autorizar a progressão para a fase seguinte.

Entre os participantes dessas análises críticas devem estar incluídos representantes de funções envolvidas com o estágio do projeto e desenvolvimento que estará sendo analisado criticamente.

4.3.8.5. Verificação

A verificação deve ser executada conforme disposições planejadas, para assegurar que as saídas do projeto e desenvolvimento estejam atendendo aos requisitos de entrada.

Devem ser mantidos registros dos resultados da verificação e de quaisquer ações necessárias.

4.3.8.6. Verificação do produto adquirido

A verificação do produto adquirido deve incluir:

- a) obtenção de evidência objetiva da qualidade do produto de fornecedores (por exemplo, documentação pertinente, certificado de conformidade, relatórios de ensaio, registros estatísticos, controle de processo);
- b) inspeção e auditoria nas instalações do fornecedor;
- c) análise crítica na documentação requerida;
- d) inspeção de recebimento de produtos.

O produto adquirido não deve ser usado antes de comprovada sua conformidade.

4.3.9. Documentação da produção

As operações de produção devem ser realizadas conforme documentos aprovados, contendo no mínimo:

- a) desenhos, listas de componentes, gráficos de fluxos de processo, incluindo operações de inspeção, documentos de produção (por exemplo, planos de fabricação, ordem de fabricação, rotina de fabricação, ordem de serviço, cartões de processo) e documentos de inspeção; e b) uma lista de ferramentas específicas ou não específicas e programas de máquinas de controle numéricos requeridos e quaisquer instruções específicas associadas ao seu uso.

4.3.10. Identificação e rastreabilidade

Quando apropriado, a organização deve identificar o produto por meios adequados, ao longo das várias fases do ciclo de vida.

A organização deve manter a identificação da configuração do produto, a fim de identificar quaisquer diferenças entre a configuração real e a configuração acordada.

A organização deve identificar a situação do produto, no que se refere aos requisitos de monitoramento e de medição.

Quando a rastreabilidade é um requisito, a organização deve controlar e registrar a identificação única do produto.

NOTA: Em alguns setores de atividade, a gestão de configuração é um meio pelo qual a identificação e a rastreabilidade são mantidas.

4.3.11. Auditoria interna

A organização deve executar auditorias internas, com intervalos planejados, para determinar se o sistema de gestão da qualidade está conforme com as disposições planejadas, com os requisitos desta norma e com os requisitos do sistema de gestão da qualidade estabelecidos pela organização e também se está mantido e implementado eficazmente.

Os critérios da auditoria, escopo, frequência e métodos devem ser definidos. A seleção dos auditores e a execução das auditorias devem assegurar objetividade e imparcialidade do processo de auditoria.

O responsável pela área a ser auditada deve assegurar que ações sejam executadas para eliminar não-conformidades detectadas e suas causas. As atividades de acompanhamento devem incluir a verificação das ações executadas e o relato dos resultados de verificação.

4.4. Comparação do ciclo de vida de um projeto, com suas fases, revisões associadas e respectivas linhas de base, nos padrões ECSS, NASA, ISO e o praticado pelo INPE no programa CBERS

Independentemente do padrão utilizado, o ciclo de vida de um projeto é composto de várias fases consecutivas, finalizadas em uma revisão com a finalidade de aprovar ou não as atividades realizadas. Para estas revisões, são convocados especialistas nos assuntos relativos às atividades realizadas, com poder para aprovar os documentos apresentados e autorizar o projeto a passar para a fase seguinte.

Na Figura 4.6, apresenta-se a comparação entre os padrões estudados ECSS, NASA, ISO e o padrão praticado pelo INPE. Inexistindo, no âmbito do INPE, a definição de um padrão geral, aplicável a todos os projetos, tomou-se como o Padrão INPE aquele vigente no Programa Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres, Projetos CBERS-3 e CBERS-4, particularmente, o padrão aplicado às contratações industriais deste programa.

Analisando a Figura 4.6, observa-se que em todos os padrões estudados ECSS, NASA, ISO e INPE o projeto é estruturado em fases e que a autorização para passagem para a fase seguinte ocorre em uma reunião de revisão. Outro item comum é que para cada revisão existe uma linha de base associada que congela os documentos produzidos.

Mudanças em qualquer documento aprovado nesta linha de base só podem ocorrer após aprovação de uma solicitação de mudança por uma reunião convocada para analisar o pedido de mudança.

Nota-se que o padrão praticado pelo INPE está mais próximo do padrão da ECSS. A pequena diferença entre esses dois padrões é que a ECSS trata a Fase 0 como sendo a etapa de realização da análise da missão e a Fase A como sendo a fase de realizar o estudo de viabilidade, enquanto que no INPE,

no âmbito das contratações industriais do Programa CBERS, estas fases são substituídas por uma fase de planejamento.

Os documentos do INPE estudados tratam o produto após a contratação industrial. As fases de análise de conceitos e viabilidade da missão foram realizadas em outra instância e, portanto, não se encontram descritas nos documentos estudados.

Observa-se que enquanto o Padrão ECSS prevê a definição de cinco linhas base de configuração e listas de itens do produto configurados (CIDL—“*as designed*” e CIDL—“*as built*”), o Padrão INPE contém provisões somente para a definição de listas de itens do produto configurados.

Revisão	MDR		PRR	SRR	PDR	CDR	QR	AR
ECSS	FASE 0	FASE A	FASE B	FASE C	FASE D	FASE E e F		
	Análise da Missão	Viabilidade	Definição Preliminar	Definição Detalhada	Qualificação e Produção	Operação e Descarte		
Linhas de Base	MOB		FCB	DCB	DB	PCB PCB		

Revisão	MCR		MDR		SRR	PDR	CDR	SAR	ORR
NASA	Pré-Fase A	FASE A	FASE B	FASE C	FASE D	FASE E e F			
	Estudos Avançados	Análise Preliminar	Definição	Projeto	Desenvolvimento	Operação e Descarte			
Linhas de Base	KDP-A		KDP-B		KDP-C		KDP-D		KDP-E

Revisão	RP	PDR		CDR		QR	AR
ISO 9000	FASE 0	FASE A	FASE B	FASE C	FASE D		
	Planejamento	Projeto e Desenv. Produto	Projeto e Desenv. Processo	Validação Produção e Processo	Produção		
Linhas de Base	CIDL				CIDL as designed	CIDL QM	CIDL MV

Revisão	MDR		PDR	CDR	QR	AR
INPE						
	Planejamento	Projeto Preliminar	Projeto Detalhado	Qualificação	Fabricação Modelo vôo	Operação
Linhas de Base	CIDL1			CIDL as designed	CIDL QM	CIDL MV

Legenda de Revisões

MCR - Revisão de Conceito da Missão
MDR - Revisão de Definição da Missão
SRR - Revisão de Requisitos de Sistema
SDR - Revisão de Definição de Sistema
PRR - Revisão Preliminar de Requisitos
PDR - Revisão Preliminar de projeto
CDR - Revisão Crítica de Projeto
SAR - Revisão de Aceitação de Sistema
QR - Revisão de Qualificação
AR - Revisão de Aceitação

Legenda de Linhas de Base

MOB - Linha de Base Objetivo da Missão
FCB - Linha de Base Configuração Funcional
DCB - Linha de Base Configuração de Desenvolvimento
DB - Linha de Base Configuração de Projeto
PCB - Linha de Base de Configuração do Produto
CIDL - Lista de itens configurados
FCD - linha de Base Funcional
ACD - Linha de Base de Documentos Alocados
PCD - Linha de Base de Documentos da Produção
KDP- Ponto Chave de Decisão

Figura 4.6 - Comparação entre os padrões ECSS, NASA, ISO e INPE

Fonte: ECSS (2009a); INPE (2004); ABNT (2005) NASA.JPL (2011)

5 PROCESSOS QUE CONSTITUEM A DISCIPLINA DO GERENCIAMENTO DA CONFIGURAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO SEGUNDO OS PADRÕES ECSS, NASA E ISO

Neste Capítulo será abordada uma visão sobre a disciplina do gerenciamento da configuração e documentação, com foco em projetos da área espacial, através do estudo de padrões correntes ECSS, NASA e ISO 9000.

5.1. Processos de Gerenciamento da Configuração segundo o padrão NASA

Nesta secção, será abordado como a NASA aplica o Gerenciamento da Configuração por meio da norma NASA-STD-0005 (NASA, 2008), aprovada em 29 de setembro de 2008. Esta norma é publicada pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e proporciona uma sistemática para documentar os processos, procedimentos, práticas e métodos adotados como padrão para os programas e projetos da NASA. Esta norma é aplicável aos programas e projetos da NASA e também, às empresas que desenvolvem atividades sob a responsabilidade da NASA.

Esta norma fornece um método consistente e sistemático para o gerenciamento da configuração de produtos entregues ou produzidos sob o controle de configuração da NASA, em qualquer fase do seu ciclo de vida.

O sistema do Gerenciamento da Configuração (GDC) deve abordar no mínimo:

- 1) planejamento do GDC;
- 2) identificação da configuração;
- 3) controle da configuração;
- 4) contabilidade status da configuração (CSC);
- 5) verificação e auditorias de configuração.

5.1.1. Planejamento do Gerenciamento da Configuração

A organização deve planejar um programa ou sistema de gerenciamento da configuração que atenda aos requisitos da norma.

O programa ou sistema deve estabelecer e manter todas as configurações do produto durante todo o ciclo de vida, incluindo concepção, implementação, operação e descarte.

A NASA define que o Planejamento deve ser elaborado sob dois princípios:

Princípio 1: "Identificar o contexto e o ambiente para o produto no qual o GDC será aplicado".

Princípio 2: "Documentar como a organização vai implementar o GDC visando garantir a coerência entre os requisitos do produto e a configuração do produto ao longo das fases do ciclo de vida".

5.1.2. Identificação de configuração

A identificação da configuração é o processo sistemático de seleção dos atributos e informações do produto. A atividade do GDC associada à identificação da configuração inclui a seleção de documentos de configuração, e a atribuição e aplicação de identificadores únicos para o produto.

A identificação da configuração de documentos, desenhos, listas e dos itens configurados, fazem parte do processo de identificação da configuração. Documentos e desenhos são caracterizados por números e letras de revisões. Os itens são configurados por códigos (*Part Number*) que são designações alfanuméricas, descrição do modelo, número de série e versões para o item configurado.

Na Revisão de Projeto Preliminar, os itens de configuração são identificados e definidos, assim como as especificações dos requisitos de desempenho e as definições de interface.

5.1.3. Controle da Configuração

O processo de controle da configuração objetiva controlar as alterações do produto, fazendo uso de uma sistemática confiável de avaliação e implementação de mudanças. Abrange a garantia de que, após a definição de uma linha de base, somente as mudanças aprovadas sejam implementadas. Envolve, também, a garantia de que toda mudança aprovada seja implementada exatamente conforme o planejamento estabelecido.

5.1.4. Contabilização do Status da Configuração (CSC)

A contabilização do status da configuração (CSC) é o processo responsável pela captação e manutenção de informações da configuração do produto, necessárias para identificar sua configuração durante todas as fases do ciclo de vida. Fornece um histórico dos registros e prevê a liberação e entrega da documentação do projeto de engenharia para fabricação. O CSC objetiva assegurar que as informações são sistematicamente registradas, validadas e divulgadas. As decisões sobre as informações a serem capturadas são baseadas no julgamento de quais conhecimentos são necessários para atender aos requisitos de auditoria do gerenciamento da configuração.

5.1.5. Verificação e Auditorias de Configuração

A verificação e auditoria da configuração é o processo que visa garantir que:

- os itens de configuração foram devidamente identificados, aprovados, liberados e controlados durante todo o ciclo de vida do produto;
- as linhas de base foram estabelecidas, e que a configuração do produto aprovada reflete o produto final;
- a documentação "*as built*" (como construído) esteja consistente com a documentação "*as designed*" (como projetado).

A verificação e auditoria da configuração são implementadas por meio de ações periódicas do GDC.

5.2. Processos de Gerenciamento da Configuração segundo o Padrão ECSS

O Padrão ECSS constitui-se em uma iniciativa de países europeus, por meio da Agência Espacial Européia (*European Space Agency - ESA*), agências espaciais nacionais e associações empresariais para o estabelecimento de normalização na área espacial. Os padrões ECSS são aplicáveis ao gerenciamento, ao projeto e à garantia do produto de programas/projetos na área espacial e buscam promover, além do estabelecimento de padrões comuns, a interoperacionalidade da infraestrutura espacial existente nos países participantes da iniciativa (ECSS, 2008).

O padrão ECSS-M-ST-40C (ECSS, 2009a), *Space Project Management: Configuration and Information Management*, detalha os requisitos para o gerenciamento da configuração e de informação/documentação, apropriados a programas espaciais. Este padrão pode ser visto como a última versão de uma sequência de padrões publicados ao longo de aproximadamente 30 anos.

A Tabela 5.1 apresenta o conjunto de padrões, relativos ao gerenciamento da configuração e gerenciamento da informação/documentação, do qual o padrão corrente é derivado. Com exceção do padrão corrente, ECSS-M-ST-40C (ECSS, 2009a), os demais documentos estão obsoletos.

Tabela 5.1- Padrões relativos ao gerenciamento da configuração e gerenciamento da informação / documentação publicados no âmbito da ESA

ECSS		
<i>Referência</i>	<i>Documento</i>	<i>Ano</i>
ESA-PSS-01-10 (ESA, 1981)	Product assurance management and audit systems for ESA spacecraft and associated equipment (Ch. 6)	1981
ESA-PSS-01-11 (ESA, 1989)	Configuration management and control for ESA space systems	1989
ECSS-M-40A (ECSS, 1996a)	Space Project Management Configuration Management	1996
ECSS-M-40B (ECSS, 2005)	Space Project Management Configuration Management	2005
ECSS-M-50A (ECSS, 1996b)	Space Project Management Information/Documentation Management	1996
ECSS-M-50B (ECSS, 2007)	Space Project Management Information/Documentation Management	2007
ECSS-M-ST-40C (ECSS, 2009)	Space Project Management Configuration and Information Management	2009

A Figura 5.1 apresenta uma visão geral sobre os processos de Gerenciamento da Configuração e Gerenciamento da Informação/Documentação, cujos objetivos e requisitos são detalhados no padrão ECSS-M-ST-40C (ECSS, 2009). Como pode ser observado, há grande entrelaçamento entre os processos de GDC e GDI, tanto na fase de implementação do sistema de gerenciamento da configuração quanto na fase de operação.

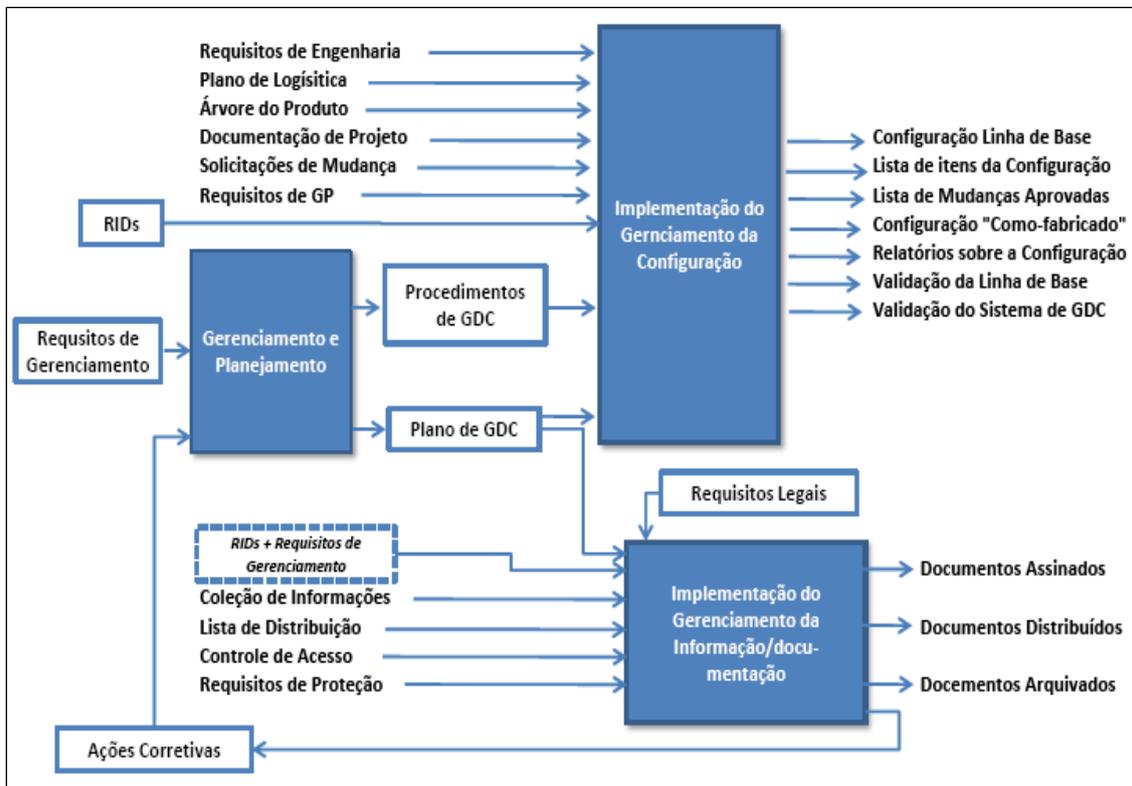


Figura 5.1 - Visão geral do processo de Gerenciamento da Configuração e Gerenciamento da Informação/Documentação

Fonte: Adaptada de ECSS (2009a)

A seguir, são descritos os processos previstos pelo Padrão ECSS. O material que se segue é uma tradução livre e sintetizada do material apresentado no documento ECSS-M-ST-40C (ECSS, 2009a).

5.2.1. Identificação da Configuração

Um Item da Configuração (IC) “é um agregado de H/W, S/W, materiais processados, serviços, ou qualquer de suas partes discretas que sejam classificados como relevantes para o processo de gerenciamento da configuração” ECSS-P-001B, (ECSS, 2004). A seleção de ICs separa os elementos de um sistema ou produto em subconjuntos que são tratados como unidades do ponto de vista de seu desenvolvimento, fabricação e testes. Itens da configuração podem ser classificados em duas categorias, a saber: (a) item

da Configuração desenvolvido no projeto, e (b) item da Configuração já existente.

No primeiro caso, o item é projetado e desenvolvido especificamente para o projeto em questão. O seu gerenciamento estará sujeito aos requisitos de gerenciamento da configuração do projeto como um todo, e o seu gerenciamento da configuração será de responsabilidade do subsistema responsável pelo seu desenvolvimento.

No segundo caso, trata-se de um item da configuração padronizado ou “produto de prateleira”, o qual não é desenvolvido especificamente para o projeto em questão, que estará sujeito aos requisitos de documentação e de gerenciamento da configuração especificados pelo seu provedor. Esta categoria inclui, também, produtos desenvolvidos e qualificados em outros projetos, com especificações semelhantes, e que possam ser empregados no projeto sem modificações.

A identificação de itens da configuração se dá a partir da Árvore do Produto (AP), como definida em ECSS-M-ST-10C (ECSS, 2009).

Itens de Configuração podem ser identificados em qualquer nível da árvore do produto, como ilustrado na Figura 5.2, havendo a exigência de que exista, minimamente, uma especificação técnica para cada item. A seleção de ICs inicia-se nas fases iniciais de um projeto. Em princípio, definir um elemento como IC é atribuição do cliente, a qual pode ser delegada ao fornecedor.

Não há regras fixas para a seleção de ICs, mas para realizar esta escolha é necessário um julgamento equilibrado da equipe da engenharia de sistema, que tenha experiência prévia em gerenciamento da configuração e conhecimento para definir se o item é crítico ou não para o desempenho do produto. Também é importante a participação de pessoas envolvidas em outras áreas da empresa, tais como, garantia do produto, planejamento, suprimentos,

entre outros. Uma linha de base pode ser vista como uma coleção de itens de configuração, os quais são controlados pelo controle de configuração.

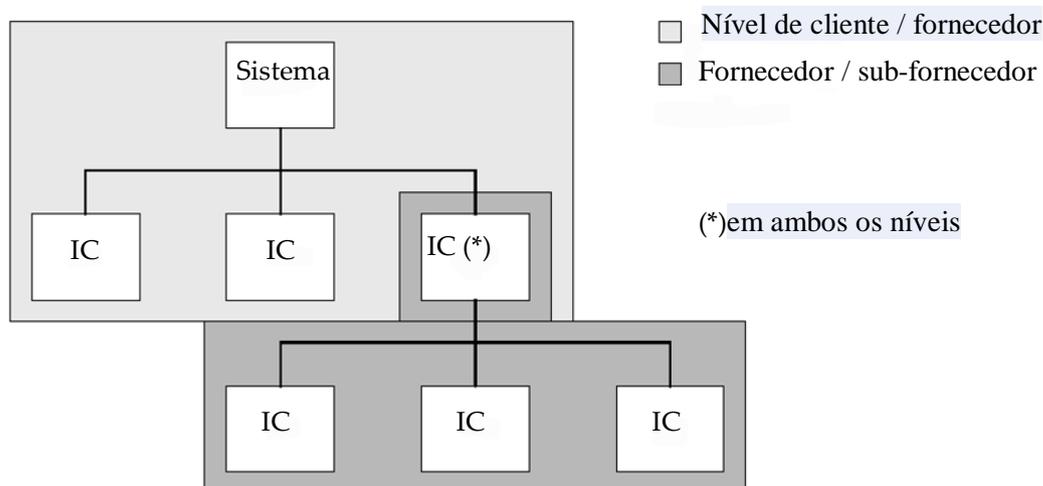


Figura 5.2 - Itens de Configuração (IC) na estrutura da árvore do produto
Fonte: Adaptada de ECSS (2009a)

5.2.1.1. Configuração Linha de Base

Configurações Linha de Base representa o status aprovado em determinados marcos do projeto, e com isso, é o ponto de partida para novas evoluções do projeto.

Uma configuração linha de base compreende toda a documentação que descreve as características do produto. Esta documentação é formalmente registrada como a configuração de referência em um marco do ciclo de vida do projeto, correspondente a uma das revisões formais. A partir deste ponto, toda proposta de mudança de características do produto ficará sujeita a um processo formal de aprovação, envolvendo todos os atores e as disciplinas afetados, antes que seja efetivada.

Durante o ciclo de vida de um projeto típico, o padrão ECSS prevê a definição sequencial das configurações linha de base, como já apresentado na Tabela

4.3. Abaixo, por comodidade, é reproduzida a descrição das configurações linhas de base previstas pelo Padrão ECSS.

- a Linha de Base de Objetivos de Missão (MOB) é criada na Revisão Preliminar de Requisitos (PRR), baseada na especificação funcional aprovada. Esta linha de base define: a) a finalidade do sistema, b) as restrições associadas e o ambiente de operação, e c) os requisitos operacionais e de desempenho esperados para cada fase do ciclo de vida.
- a Linha de Base da Configuração Funcional (FCB) é estabelecida na Revisão de Requisitos de Sistema (SRR), baseada nas especificações técnicas aprovadas para o produto. Esta linha de base estabelece as características do produto em termos de seus requisitos técnicos, critérios e correspondentes níveis, de qualificação e aceitação;
- a Linha de Base de Desenvolvimento (DCB) é estabelecida na Revisão de Projeto Preliminar (PDR), baseada nas especificações técnicas aprovadas para o produto. Estabelece as características do produto em termos de requisitos técnicos e restrições de projeto (*design*), bem como os critérios de verificação destes requisitos. A FCB e DCB, em outros padrões, são também denominados de Linha de Base de Requisitos;
- a Linha de Base de Projeto (*Design*) (DB) é estabelecida na Revisão Crítica de Projeto (CDR) baseada na documentação de projeto aprovada até aquele momento;
- a Linha de Base da Configuração do Produto (*Product Configuration baseline* - PCB) é estabelecida na Revisão de Qualificação/Revisão de Aceitação (QR/AR) para o produto (protótipo) baseada no conjunto aprovado de documentos, que determinam todas as características físicas e funcionais do produto necessárias para a produção, aceitação, operação, suporte e descarte do produto.

5.2.2. Controle da Configuração

O controle da configuração (CC), como mostrado na Figura 5.4, é o processo para controlar a evolução ou o desvio de uma configuração linha de base aprovada, ou seja, constitui-se no controle de mudança da configuração linha de base corrente no projeto. Engloba a preparação, a justificativa, a avaliação e a implementação de mudanças, sejam elas de engenharia ou contratuais, desvios ou *waivers*.

5.2.2.1. Procedimento de Mudança

O Controle de Configuração assegura que todas as alterações, desvios e *waivers* de uma linha de base aprovada, incluindo a documentação associada, sejam processadas e controladas de forma rastreável. O processo de controle da configuração apresenta, minimamente, os seguintes objetivos: a) prevenir alterações deletérias ao produto; b) garantir a participação de todas as partes envolvidas no processo de avaliação e decisão sobre uma mudança; c) garantir que mudanças autorizadas ou desvios sejam implementados, verificados e registrados; d) prevenir a implementação de mudanças ou desvios não autorizados.

O processo de controle de mudança é inicializado a partir do estabelecimento da primeira linha de base do projeto. Após este ponto, toda documentação que afete a linha de base corrente deve ser submetida ao Controle de Configuração, seguida de submissão ao cliente para aprovação ou revisão, quando aplicável. Uma mudança tanto pode ser proposta pelo cliente, seguida de uma resposta do fornecedor dentro de um prazo definido ou pelo fornecedor, seguida por uma resposta do cliente. Mudanças advindas das reuniões formais de revisão, de autoria de revisores, são normalmente denominadas de Item Discrepante de Revisão (IDR) (*Review Item Discrepancy – RID*), e, conforme o padrão ECSS-M-ST-10-01C (ECSS, 2008), são definidas como: questão, identificada por um revisor, que indica uma não conformidade,

seja com um requerimento, um objetivo da revisão ou um objetivo de projeto (*design*).

5.2.2.2. Comitê de Controle da Configuração

Comitês de Controle de Configuração (CCB) são estabelecidos em diferentes níveis da organização do projeto, como a autoridade competente para aprovação de alterações. Cada CCB é composto por especialistas para a análise e avaliação das mudanças sob responsabilidade daquele CCB. Uma mudança proposta pelo cliente só será implementada após exame e aprovação da resposta do fornecedor.

5.2.2.3. Classificação de Mudanças

Toda mudança é classificada pelo CCB como sendo de classe 1, quando afeta especificações técnicas aprovadas, incluindo as interfaces de mesmo nível. A mudança também pode ser classificada como classe 2, quando não preenche os critérios da classe 1. Por outro lado, os desvios ou não conformidades são classificados como sendo maiores ou menores. Uma mudança ou não conformidade pode ser reclassificada por algum CCB de nível superior. A classificação recebida por mudanças e não conformidades determina o tipo de aprovação e ciclo de implementação a que estarão sujeitas, o qual dependerá de considerações sobre seu impacto sobre custos, cronograma, especificações técnicas e outras características técnicas ou contratuais. Uma proposta de mudança ou uma não conformidade é processada em diferentes níveis da organização, cuja definição depende de suas consequências.

5.2.2.4. Controle de Interfaces

O controle de interface é parte integrante da atividade de controle de configuração e define o processo necessário para: a) congelar dados de interfaces e b) implementar alterações. O processo de controle da interface está sob a responsabilidade da engenharia de sistemas e é apoiado pelo

gerenciamento da configuração, na provisão dos meios para identificar, rastrear e informar sobre o status corrente de interfaces.

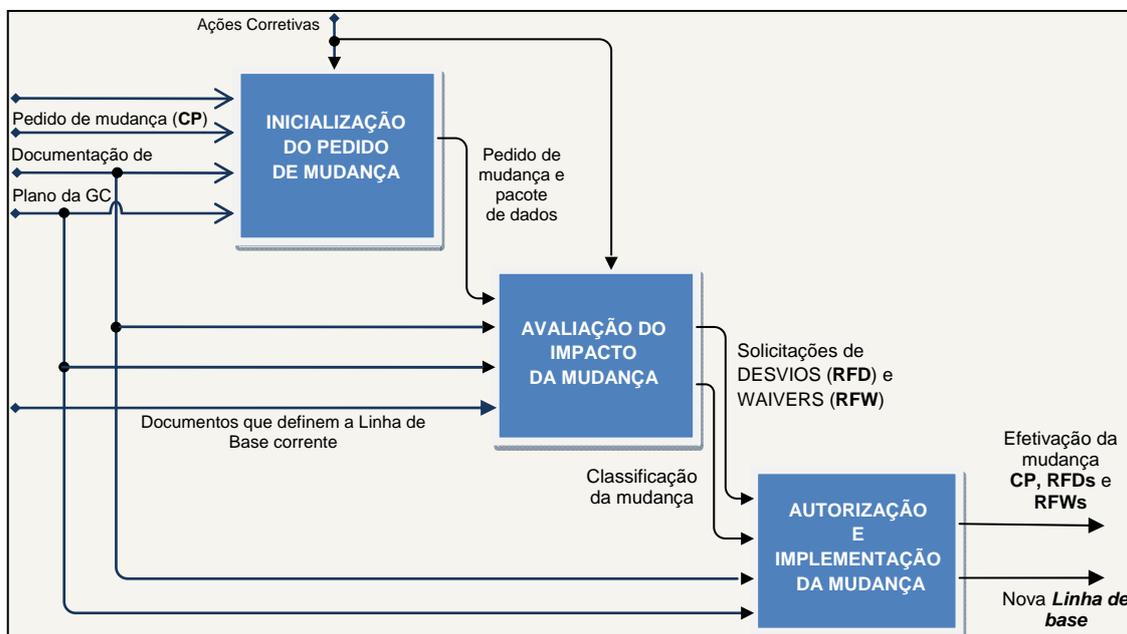


Figura 5.4 - O processo de Controle da Configuração

Fonte: Adaptada de ECSS (2009a)

O controle de interfaces é implementado por meio de documento denominado "documento de controle de interface" (*Interface Control Document - ICD*), o qual é elaborado de modo a cobrir todos os aspectos relevantes a interfaces (tais como mecânico, elétrico, térmico, dimensional, entre outros). O gerenciamento de configuração provê o apoio necessário para registrar o status dos dados da interface e para verificar sua conformidade com requisitos.

5.2.3. Contabilização do Status da Configuração (CSC)

A contabilização do status da configuração compreende a criação e organização da base de dados necessária à operacionalização do processo de controle da configuração. Provê a totalidade das informações de configuração para todas as disciplinas e atividades de um projeto, pelo estabelecimento e manutenção das seguintes atividades: a) o registro de toda a documentação da configuração linha de base corrente e os correspondentes números/códigos de

identificação, b) o status de todas as propostas de mudança e dos pedidos de desvios relativos à configuração linha de base corrente, c) o status de implementação de mudanças e desvios aprovados, e d) a configuração corrente de todos os itens configurados.

5.2.3.1. Configurações “como projetado” e “como fabricado”

A Lista de Dados dos Itens da Configuração (*Configuration Item Data List - CIDL*) é um documento que objetiva descrever o estado corrente do projeto (*design*) de cada item da configuração do produto. A primeira versão deste documento é distribuída pelo fornecedor na PDR, concomitantemente ao estabelecimento da linha de base de configuração de desenvolvimento, e é atualizada ao longo do ciclo de vida de cada item da configuração do produto. Esta versão inicial da lista é normalmente designada de lista “como projetado” (*As-designed Configuration List – ADCL*).

A lista CIDL é atualizada ao longo do ciclo de vida do projeto, de modo que por ocasião do estabelecimento da configuração final do produto, ou seja, do estabelecimento da linha de base do produto, ela contenha todas as informações sobre desempenho, projeto (*design*) e mudanças de cada item da configuração. Esta versão final da lista é normalmente designada lista “como-fabricado” (*As-Built Configuration List – ABCL*).

5.2.3.2. Verificação da Configuração

Verificação da configuração consiste no processo de verificar o status corrente da configuração do produto. Esta atividade é desenvolvida durante as fases de revisão de projeto, quando novas linhas de bases são estabelecidas, como ilustrado na Figura 4.3. Ao final de cada revisão de projeto, os documentos e pacotes de dados que identificam a nova linha de base da configuração devem estar em pleno acordo com os resultados e determinações da revisão e prontos para ser submetidos ao cliente para aprovação.

5.2.3.3. Auditoria do Gerenciamento da Configuração

A eficácia do sistema de gerenciamento da configuração é avaliada por meio de auditorias, que verificam se os requisitos estabelecidos para o sistema, como especificados pelo cliente, estão sendo cumpridos. As auditorias são realizadas em conformidade com os requisitos descritos no documento ECSS-M-ST-10C (ECSS, 2009).

5.2.4. Implementação do Gerenciamento de Informação/Documentação

O gerenciamento de informação/documentação ocupa-se das regras para edição, referenciamento, controle de mudança e distribuição da documentação do projeto. A seguir são descritas as principais atividades desenvolvidas pelo gerenciamento da informação/documentação no ciclo de criação, revisão, mudança e distribuição de documentos controlados pelo controle de configuração.

Na fase de criação, é estabelecido o conteúdo do documento e é definida a sua referência. Estas ações são desenvolvidas sob a responsabilidade do subsistema/organização responsável pela emissão do documento. Nesta fase, o documento apresenta o status de “Em preparação”, sendo considerado preliminar e não é utilizado. A mesma lógica aplica-se a uma nova versão, em preparação, de um documento.

Quando o documento estiver completo, ele é submetido à revisão e aprovação, conforme requerido. É, então, dado início à fase de revisão, como especificada no plano de gerenciamento da configuração. Nesta fase, o documento apresenta o status de “Em revisão”. A autoridade revisora irá então verificar se o conteúdo, formato e classificação do documento estão em acordo com os requisitos aplicáveis. Caso o documento seja reprovado na revisão, ele voltará à fase de criação para eventual incorporação de conteúdo adicional e resolução de discrepâncias identificadas na revisão. Durante a fase de revisão de um dado documento, versões anteriores recebem o status tanto de

“suprimido” (*withdrawn*) ou “obsoleto” (*obsolete* ou *superseded*). A aprovação de um documento seguirá o disposto no plano de controle da configuração.

Ao final da fase de revisão, quando todas as aprovações tiverem sido concedidas, o documento atinge o status de “Liberado para distribuição” (*Released*). Uma vez liberado para distribuição, o documento é válido para uso geral de todos os interessados. Após a distribuição, qualquer modificação do documento implicará edição de uma nova versão, ou seja, o documento deverá seguir o ciclo acima descrito.

5.3. Processos do Gerenciamento da Configuração segundo o Padrão ABNT - ISO

A Associação Brasileira de Normas técnicas (ABNT) é o fórum Nacional de Normatização. As normas brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos organismos de Normatização Setorial (ABNT/ONS) e das comissões de Estudo Especiais Temporários (ABNT/CEET) são elaboradas por comissão de estudo (CE), formada por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte produtores, consumidores e pessoas neutras (universidades, laboratórios e outros).

A ABNT NBR ISO 10007 foi elaborada no Comitê Brasileiro da Qualidade (ABNT/CB-25) pela comissão de Estudo de Sistema de Gestão da Qualidade (CE-25:000,02). O projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 11, de 30.11.2004, com o número do Projeto NBR ISO 10007, (ABNT, 2005).

A gestão da configuração é uma atividade gerencial que fornece orientações técnicas e administrativas para o ciclo de vida do produto, seus itens de configuração e informações de configuração de produto.

A gestão da configuração documenta o produto, proporcionando meios para a identificação, rastreabilidade e identificação da situação de conformidade dos requisitos físicos e funcionais.

A implementação da gestão da configuração depende, normalmente, do tamanho da organização e na complexidade e natureza do produto.

O padrão fornece orientação para a implementação de processos de gestão da configuração, aplicável ao ciclo de vida do produto, desde a concepção até o descarte. Primeiramente, delinea as responsabilidades e autoridades, para após descrever o conjunto de processos de gestão de configuração, que inclui: a) planejamento da gestão de configuração, b) identificação da configuração, c) controle de alterações, d) contabilização da situação de configuração, e e) auditoria de configuração.

Convém que o esforço de gestão da configuração seja detalhado em um plano de gestão da configuração, no qual são descritos todos os processos e sua aplicação durante o ciclo de vida do produto.

O planejamento é a base para a implementação eficaz da gestão da configuração. A saída do planejamento de gestão da configuração é o plano de gestão da configuração, o qual deve ser documentado, aprovado e controlado. Identifica os processos de gestão da configuração a serem implementados, fazendo referência a procedimentos relevantes da organização sempre que possível, e descrevendo as responsabilidades e autoridades pela execução da gestão da configuração durante o ciclo de vida do produto.

A seguir, são descritos os processos de gerenciamento da configuração, segundo o Padrão ISO-ABNT. O material que se segue sintetiza as provisões constantes do documento ABNT-NBR-ISO-1007 (ABNT, 2005).

A ISO recomenda que deva ser elaborado um plano de gestão da configuração com detalhes a respeito dos quatro processos descritos a seguir.

5.3.1. Identificação da configuração

Identificação da configuração é o processo que permite conhecer a qualquer tempo as versões dos documentos que estão sendo utilizados. Convém que

este processo detalhe uma árvore de itens da configuração, especificações e outros documentos, e que descreva os padrões de numeração a serem adotados para especificações e desenhos. O processo deve, também, estabelecer os procedimentos para a identificação do status de revisão de documentos, a definição de configurações básicas a serem estabelecidas, o uso e alocação de números seriais para rastreabilidade, e o acesso a informações sobre a configuração de produto.

5.3.2. Controle de alterações

É o processo responsável pelo controle de mudanças do produto, assegurando que toda mudança somente seja implementada após analisada e aprovada. Toda mudança do produto deverá se refletir em mudança da documentação. Convém que o plano de gestão da configuração detalhe o relacionamento entre a autoridade da organização com aquela de outras partes interessadas, os procedimentos para o controle de alterações, os procedimentos para o processamento de alterações, incluindo aqueles para as alterações iniciadas pelo cliente ou fornecedor, e concessões (*waivers*).

5.3.3. Contabilização da situação da configuração

É o processo responsável pela verificação da conformidade da documentação configurada com a documentação que o produto foi fabricado. Convém que o plano de gestão da configuração detalhe os métodos para coletar, registrar, processar e manter os dados que são necessários para produzir os registros de contabilização da situação da configuração, bem como a definição do conteúdo e o formato para todos os relatórios de contabilização da situação de configuração.

5.3.4. Auditoria da configuração

É o processo que garante que o gerenciamento da configuração está implementado de maneira eficaz. Convém que o plano de gestão da

configuração detalhe uma lista de auditorias a serem conduzidas e sua ocorrência nos cronogramas dos projetos, os procedimentos de auditorias de configuração a serem usados, além de definir as autoridades, tanto externas quanto internas à organização, e o formato para os relatórios de auditoria.

6 MODELO DO PROCESSO DE GERENCIAMENTO DA CONFIGURAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO APLICADO PELO INPE NO PROGRAMA CBERS

6.1. Gerenciamento da Configuração e Documentação aplicado pelo INPE no projeto CBERS

O Gerenciamento da Configuração aplicado pelo INPE em projetos espaciais é definido em documento específico para cada projeto. O INPE, que teve seu desenvolvimento inicialmente ligado ao programa espacial Francês e Europeu, tem seus métodos de gerenciamento, engenharia e garantia do produto influenciado pelos padrões ECSS. Esses padrões, mesmo sendo seguidos em linhas gerais, são normalmente adaptados para a realidade de cada missão, seja para se adequar à extensão e complexidade do projeto, seja para se ajustar à disponibilidade e experiência dos recursos humanos existentes (YASSUDA; PERONDI, 2010).

No âmbito do Programa CBERS, o INPE aplica o Gerenciamento da Configuração internamente e exige que todos os seus fornecedores, e subcontratados destes, tenham um sistema de gerenciamento da configuração compatível com o especificado no documento RB-PAD-0002 (INPE, 2005), “CBERS 3&4 *Product Assurance Requirements*”, especificamente em seu Capítulo 10, “*Configuration and Data Management*”.

Os principais contratados e os seus fornecedores devem operar um sistema de gerenciamento da configuração para permitir a identificação, o controle e a contabilização da configuração de todas as entregas finais ao longo do ciclo de vida do projeto. Em linhas gerais, o fornecedor deve preparar um plano que atenda aos requisitos do capítulo 10 do documento citado, apresentando a estratégia para demonstrar como o fornecedor e eventuais sub fornecedores atenderão os requisitos do programa. Este plano será entregue ao INPE para aprovação, e contemplará, minimamente, os procedimentos para: a) preparação, identificação, revisão e controle de documentação de engenharia compreendendo especificação, planos, desenhos, de materiais e lista de

processos e software; b) documentação de engenharia com liberação em conformidade com a exigência do projeto; c) controle de interfaces em conjunto com a preparação do controle da documentação; d) controle de mudança e processamento da modificação dos documentos; e) o funcionamento de um efetivo controle de mudança; f) a manutenção do controle do status de configuração de cada item final; g) o fornecimento de Pacotes de Dados de itens finais (EIDP) de hardware; e h) controle do estado técnico através do estabelecimento de linha de base.

6.2. Comparação entre Gerenciamento da Configuração e Documentação/Informação praticado pela ECSS, NASA, ISO e INPE

6.2.1. Tabela comparativa entre o Gerenciamento da Configuração e Documentação/Informação praticado pela ECSS, NASA, ISO e INPE

A Tabela 6.1 apresenta uma comparação entre o Gerenciamento da Configuração e Informação praticado pela ECSS, NASA, ISO e INPE. Os processos estão agrupados por similaridade de forma a facilitar esta comparação.

Tabela 6.1 - Comparação entre o Gerenciamento da Configuração e Informação praticado pela ECSS, NASA, ISO e INPE

NASA - NASA-STD-0005	ECSS - ECSS-M-ST-40C	ISO - ABNT NBR ISO 10007/ NBR 15100	INPE RB-PAD-0002
<p>Identificação de configuração</p> <p>A identificação da configuração é o processo sistemático de seleção dos atributos e informações do produto. Requer identificadores únicos para um produto e sua documentação de configuração. A atividade de GDC associada à identificação inclui a seleção de documentos de configuração, atribuição e aplicação de identificadores únicos para um produto, seus componentes e documentos associados e manutenção dos documentos relativos à revisão para configuração de produto ou linhas de base. A Identificação da Configuração de documentos e desenhos e também dos itens configurados, fazem parte da identificação da função, mas são distintos. Documentos e desenhos são caracterizados por números e letras de revisões. Os itens configurados são através e "Part Number" que são designações alfanuméricas, nome do modelo, número de série e versões para o item configurado.</p> <p>Os requisitos de nível superior do sistema são definidos no documento Requisitos / Especificação de Sistema que são congelados durante a Revisão de Requisitos do Sistema (SRR).</p> <p>Na Revisão de Projeto Preliminar (<i>Preliminary Design Review PDR</i>) os itens de Configuração são identificados e definidos bem como as especificações dos requisitos de desempenho e as definições de interface.</p>	<p>Identificação da Configuração</p> <p>Um Item da Configuração (IC) "é um agregado de H/W, S/W, materiais processados, serviços, ou qualquer de suas partes discretas que sejam classificados como relevantes para o processo de gerenciamento da configuração" ECSS-P-001B, (ECSS, 2004). A seleção de ICs separa os elementos de um sistema ou produto em subconjuntos que são tratados como unidades do ponto de vista de seu desenvolvimento, fabricação e testes.</p> <p>Itens da configuração podem ser classificados em duas categorias, a saber:</p> <p>a) Item da Configuração desenvolvido no projeto, e;</p> <p>b) Item da Configuração já existente.</p> <p>Itens da configuração incluirão elementos tais como especificações, projetos (designs), dados, documentos, desenhos (<i>drawings</i>), código de S/W e executáveis, componentes de HW e montagens.</p> <p>Uma codificação, envolvendo nomes e números, é desenvolvida para identificar unicamente produtos e suas versões.</p>	<p>Identificação da configuração</p> <p>Convém que o plano de gestão de configuração detalhe uma árvore da família de itens de configuração, especificações e outros documentos, convenções de numeração a serem adotadas para especificações, desenhos, concessões e alterações, método para identificação da situação de revisão, configurações básicas a serem estabelecidas, cronogramas e tipo de informação de configuração de produto a ser incluída, uso e alocação de números seriais e outra identificação para rastreabilidade, e procedimentos liberados para informação de configuração de produto. (ABNT-NBR-ISO-10007)</p> <p>Identificação e rastreabilidade</p> <p>Quando apropriado, a organização deve identificar o produto por meios adequados ao longo da realização do produto.</p> <p>A organização deve manter a identificação da configuração do produto, a fim de identificar quaisquer diferenças entre a configuração real e a configuração acordada.</p> <p>A organização deve identificar a situação do produto, no que se refere aos requisitos de monitoramento e de medição.</p> <p>Quando a rastreabilidade é um requisito, a organização deve controlar e registrar a identificação única do produto.</p> <p>NOTA: em alguns setores de atividade, a gestão de configuração é um meio pelo qual a identificação e a rastreabilidade são mantidas. (NBR 15100)</p>	<p>Identificação da Configuração</p> <p>Um item da configuração (<i>End Item</i>) é definido como qualquer item que, devido a seu papel funcional em um sistema ou subsistema do produto (satélite) é selecionado para ser controlado pelo gerenciamento da configuração.</p> <p>Itens da configuração são classificados em uma das seguintes categorias:</p> <p>a) projetado e desenvolvido unicamente para o Projeto CBERS,</p> <p>b) derivado a partir de um projeto já existente,</p> <p>c) utilizado no projeto CBERS sem modificações.</p> <p>A identificação da configuração será aplicável a:</p> <p>a) toda a documentação de engenharia aprovada e expedida, incluindo desenhos, listas de partes, especificações e procedimentos,</p> <p>b) partes, submontagens e montagens especificadas por desenhos, listas de partes e especificações,</p> <p>c) todo item entregue ao Grupo de desenvolvimento do satélite (SDG), incluindo equipamentos, partes, S/W e manuais, e GSE.</p>
	Configuração Linha de Base		Configuração Linha de Base
	<p>Configurações Linha de Base representam o status aprovado de requisitos e projeto, em marcos do projeto, e provém o ponto de partida para novas evoluções do projeto. A Figura 4.1 apresenta a definição das</p>		<p>As seguintes linhas de base serão sucessivamente estabelecidas:</p>

NASA - NASA-STD-0005	ECSS - ECSS-M-ST-40C	ISO - ABNT NBR ISO 10007/ NBR 15100	INPE RB-PAD-0002
	<p>principais linhas de base, conforme a fase do projeto.</p> <p>Uma configuração linha de base compreende toda a documentação que descreve as características do produto. Esta documentação é formalmente registrada como a configuração de referência em um marco-chave do ciclo de vida do projeto, correspondente a uma das revisões formais de projeto. A partir deste ponto, toda proposta de mudança de características do produto fica sujeita a um processo formal de aprovação, envolvendo todos os atores e as disciplinas afetados, antes que seja efetivada.</p> <p>Durante o ciclo de vida de um projeto típico, o padrão ECSS prevê a definição sequencial das seguintes configurações linha de base (ver Figura 4.1):</p> <ul style="list-style-type: none"> • a Linha de Base de Objetivos de Missão (MOB) é criada na Revisão Preliminar de Requisitos (PRR) baseada na especificação funcional aprovada. Esta linha de base define: a) a finalidade do sistema, b) as restrições associadas e o ambiente de operação, c) os requisitos operacionais e de desempenho esperados para cada fase do ciclo de vida, e d) a flexibilidade permissível; • a Linha de Base da Configuração Funcional (FCB) é estabelecida na Revisão de Requisitos de Sistema (SRR), baseada nas especificações técnicas aprovadas para o produto. Esta linha de base estabelece as características do produto em termos de seus requisitos técnicos, critérios e correspondentes níveis, de qualificação e aceitação; • a Linha de Base de Desenvolvimento (DCB) é estabelecida na Revisão de Projeto Preliminar (PDR), baseada nas especificações técnicas aprovadas para o produto. Estabelece as características do produto em termos de requisitos técnicos e restrições de projeto (<i>design</i>), bem como os critérios de verificação destes requisitos; FCB e DCB, em outros padrões, são também denominados de Linha de Base de Requisitos; • a Linha de Base de Projeto (<i>Design</i>) 		<p>a) linha de base de projeto preliminar, estabelecida na reunião de revisão PDR,</p> <p>b) linha de base atualizada (“Update Design Linha de base”), estabelecida na reunião de revisão CDR,</p> <p>c) linha de base de projeto final (“Final Design Linha de base”), estabelecida na reunião de revisão FDR.</p>

NASA - NASA-STD-0005	ECSS - ECSS-M-ST-40C	ISO - ABNT NBR ISO 10007/ NBR 15100	INPE RB-PAD-0002
	<p>(DB) é estabelecida na Revisão Crítica de Projeto (CDR) baseada na documentação de projeto aprovada até aquele momento;</p> <ul style="list-style-type: none"> a Linha de Base da Configuração do Produto (<i>Product Configuration</i> Linha de base - PCB) é estabelecida na Revisão de Qualificação/Revisão de Aceitação (QR/AR) para o produto (protótipo) baseada no conjunto aprovado de documentos, que determinam todas as características físicas e funcionais do produto necessárias para a produção, aceitação, operação, suporte e descarte do produto. 		
Controle da Configuração.	Controle da Configuração	Controle de alterações	
<p>O controle da configuração é o gerenciamento para controlar as alterações do produto usando uma sistemática de processo confiável de mudança. Abrange a garantia de que após a criação das linhas de base todas e somente as mudanças aprovadas sejam implementadas.</p>	<p>O Controle da Configuração (CC), como mostrado na Figura 5-4, é o processo para controlar a evolução ou o desvio de uma configuração linha de base aprovada, ou seja, constitui-se no controle de mudança da configuração linha de base corrente no projeto. Engloba a preparação, a justificativa, a avaliação e a implementação de mudanças, sejam elas de engenharia ou contratuais, desvios ou <i>waivers</i>.</p>	<p>Convém que o plano de gestão de configuração detalhe o relacionamento da autoridade da organização com aquela de outras partes interessadas, os procedimentos para o controle de alterações antes do estabelecimento de uma configuração básica, e os métodos para processamento de alterações (incluindo aqueles para as alterações iniciadas pelo cliente ou fornecedor) e concessões. (ABNT-NBR-ISO-10007)</p> <p>Controle de documentos</p> <p>Os registros e os documentos requeridos pelo sistema de gestão da qualidade devem ser controlados.</p> <p>Deve ser estabelecido um procedimento documentado para definir os controles necessários para:</p> <ol style="list-style-type: none"> aprovar documentos, analisar criticamente as propostas de alterações e quando necessário autorizá-las. assegurar que as alterações sejam identificadas; assegurar que documentos atualizados estejam disponíveis para os interessados; assegurar que os documentos permaneçam legíveis e identificáveis; assegurar que documentos de origem externa sejam identificados e que sua distribuição seja controlada; evitar o uso de documentos obsoletos (NBR 15100) 	

NASA - NASA-STD-0005	ECSS - ECSS-M-ST-40C	ISO - ABNT NBR ISO 10007/ NBR 15100	INPE RB-PAD-0002
	Procedimento de Mudança		Procedimento de Mudança
	<p>O Controle de Configuração assegura que todas as alterações, desvios e <i>waivers</i> de uma linha de base aprovada, incluindo a documentação associada, sejam processadas e controladas de forma rastreável. O processo de controle da configuração apresenta, minimamente, os seguintes objetivos: a) prevenir alterações deletérias ao produto; b) garantir a participação de todas as partes envolvidas no processo de avaliação e decisão sobre uma mudança; c) garantir que mudanças autorizadas ou desvios sejam implementados, verificados e registrados; e d) prevenir a implementação de mudanças ou desvios não autorizados.</p> <p>O processo de controle de mudança é inicializado a partir do estabelecimento da primeira linha de base do projeto. Após este ponto, toda documentação que afete a linha de base corrente deve ser submetida ao Controle de Configuração, seguida de submissão ao cliente para aprovação ou revisão, quando aplicável. Uma mudança tanto pode ser proposta pelo cliente, seguida de uma resposta do fornecedor dentro de um prazo definido ou pelo fornecedor, seguida por uma resposta do cliente. Mudanças advindas das reuniões formais de revisão, de autoria de revisores, são normalmente denominadas de Item Discrepante de Revisão (IDR) (<i>Review Item Discrepancy – RID</i>), e, conforme o padrão ECSS-M-ST-10-01C, são definidas como questão, identificada por um revisor, que indica uma não conformidade, seja com um requerimento, um objetivo da revisão ou um objetivo de projeto (<i>design</i>).</p>		<p>Modificações da linha de base serão efetuadas respeitando os seguintes princípios:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) justificativa completa, b) aprovação em todas as instâncias aplicáveis, c) validação através de testes, averiguação e, d) implementação completa. <p>Todas as mudanças propostas à linha de base corrente devem ser submetidas para aprovação do <i>Satellite Development Group</i> (SDG), via um formulário padrão (comunicação de mudança de engenharia - <i>Engineering Change Notice - ECN</i>), acompanhado de informações e dados que justifiquem a mudança proposta.</p>
	Comitê de Controle da Configuração		Comitê de Controle da Configuração
	<p>Comitês de Controle de Configuração (CCB) são estabelecidos em diferentes níveis da organização do projeto, como a autoridade competente para aprovação de alterações. Cada CCB é composto por especialistas para a análise e avaliação das mudanças. Uma mudança proposta pelo cliente só será implementada após exame e aprovação da resposta do fornecedor.</p>		<p>O Comitê de Controle da Configuração (CCB) garantirá que mudanças sejam definidas com suficiente detalhamento, de modo a permitir uma avaliação técnica e de implicações contratuais, incluindo os padrões de qualificação além de garantir que tenham classificação de acordo com o critério definido e sejam aprovadas e autorizadas, conforme estabelecido.</p>

NASA - NASA-STD-0005	ECSS - ECSS-M-ST-40C	ISO - ABNT NBR ISO 10007/ NBR 15100	INPE RB-PAD-0002
	Classificação de Mudanças		Classificação de Mudanças
	<p>Toda mudança é classificada pelo CCB como sendo de classe 1 ou 2, e desvios ou não-conformidades como sendo maiores ou menores.</p> <p>Uma mudança ou não-conformidade pode ser reclassificada por algum CCB de nível superior. A classificação recebida por mudanças e não-conformidades determina o tipo de aprovação e ciclo de implementação a que estarão sujeitas, o qual dependerá de considerações sobre seu impacto sobre custos, cronograma, especificações técnicas e outras características técnicas ou contratuais. Uma proposta de mudança ou uma não-conformidade é processada em diferentes níveis da organização, cuja definição depende de suas consequências.</p>		<p>Todas as mudanças serão classificadas, conforme a seguinte classificação:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Classe I - mudanças de especificação de sistema e/ou do cronograma principal do projeto, - Classe II - mudanças que afetam subsistemas e interfaces, e - Classe III - mudanças que afetam quaisquer outros documentos.
	Controle de Interfaces		Controle de Interfaces
	<p>O controle de interface é parte integrante da atividade de controle de configuração e define o processo necessário para: a) congelar dados de interfaces, e b) implementar alterações. O processo de controle da interface está sob a responsabilidade da engenharia de sistemas e é apoiado pelo gerenciamento de configuração, na provisão dos meios para identificar, rastrear e informar sobre o status corrente de interfaces.</p>		<p>Na Seção 10.3.3.1, “Control Documentation (CD)”, do documento estudado encontra-se a seguinte referência a interfaces:</p> <p>A documentação de controle a ser disponibilizada ao SDG compreende dados de interface para H/w e descrições de interface para S/W.</p>
Contabilização Status da Configuração (CSC)	Contabilização do Status da Configuração (CSC)	Contabilização da situação de configuração	Contabilização da situação de configuração
<p>A Contabilização do Status da Configuração (CSC) é o processo capaz de gerar a captação e manutenção de informações da configuração do produto necessárias para identificar a configuração do produto durante todo o ciclo de vida. Fornece um histórico dos registros, prevê uma liberação e entrega da documentação do projeto de engenharia para fabricação e outras partes interessadas no projeto. O CSC é um subproduto do Gerenciamento da Configuração com a finalidade de assegurar que as informações são sistematicamente registradas, salvaguardadas, validadas e divulgadas.</p> <p>As linhas de Base e registros com histórico adequado e dados são exemplos de</p>	<p>A contabilização do status da configuração compreende a criação e organização da base de dados necessária à operacionalização do processo de controle da configuração. Provê a totalidade das informações de configuração para todas as disciplinas e atividades de um projeto, através do estabelecimento e manutenção das seguintes atividades: a) o registro de toda a documentação da configuração linha de base corrente e os correspondentes números/códigos de identificação, b) o status de todas as propostas de mudança e dos pedidos de desvios relativos à configuração linha de base corrente, c) o status de implementação de mudanças e desvios aprovados, e d) a configuração</p>	<p>Convém que o plano de gestão de configuração detalhe os métodos para coletar, registrar, processar e manter os dados que são necessários para produzir os registros de contabilização da situação de configuração, a definição do conteúdo e formato para todos os relatórios de contabilização da situação de configuração. (ABNT-NBR-ISO-10007)</p>	<p>O fornecedor deverá efetuar uma comparação entre as configurações “como projetado” e “como fabricado”, e prover o histórico e justificativas para eventuais diferenças</p>

NASA - NASA-STD-0005	ECSS - ECSS-M-ST-40C	ISO - ABNT NBR ISO 10007/ NBR 15100	INPE RB-PAD-0002
informações necessárias. O CSC deve fornecer uma base de conhecimento para obter informações sobre itens críticos de segurança e de Processos e informações precisas e garantidas. Cada fase do ciclo de vida proporciona um tempo para a determinação de quais informações precisam ser registradas no CSC.	corrente de todos os itens configurados.		
Configurações “Como-projetado” e “Como-fabricado	Configurações “Como-projetado” e “Como-fabricado	Documentação da produção	
A CSC verifica se os atributos de um produto foram atendidos, e que as exigências do projeto sejam refletidas de forma adequada no produto final, ou seja, como fabricado “ <i>As built</i> ”. O “ <i>as-built</i> ” é comparado com o “ <i>as-designed</i> ”.	<p>A Lista de Dados dos Itens da Configuração (<i>Configuration Item Data List - CIDL</i>) é um documento que objetiva descrever o estado corrente do projeto (design) de cada item da configuração do produto. A primeira versão deste documento é distribuída pelo fornecedor na PDR, concomitantemente ao estabelecimento da linha de base de configuração de desenvolvimento, e é atualizada ao longo do ciclo de vida de cada item da configuração do produto. Esta versão inicial da lista é normalmente designada lista “Como-projetado” (<i>As-designed configuration list – ADCL</i>).</p> <p>A lista CIDL é atualizada ao longo do ciclo de vida do projeto, de modo que por ocasião do estabelecimento da configuração final do produto, ou seja, do estabelecimento da linha de base de produto, ela contenha todas as informações sobre desempenho, projeto (<i>design</i>) e mudanças de cada item da configuração. Esta versão final da lista é normalmente designada lista “Como-fabricado” (<i>As-built configuration list – ABCL</i>).</p>	<p>As operações de produção devem ser realizadas de acordo com documentos aprovados, contendo no mínimo:</p> <p>a) desenhos, listas de componentes, gráficos de fluxos de processo, incluindo operações de inspeção, documentos de produção (por exemplo, planos de fabricação, ordem de fabricação, rotina de fabricação, ordem de serviço, cartões de processo) e documentos de inspeção, e b) uma lista de ferramentas específicas ou não específicas e programas de máquinas de controle numérico requeridos e quaisquer instruções específicas associadas ao seu uso (NBR 15100).</p>	
Verificação e Auditorias de Configuração	Verificação da Configuração	Auditoria interna	Verificação da Configuração
A Verificação e auditoria de Configuração tem a função de revisar os processos e produtos para validar o cumprimento dos requisitos e verificar que os produtos tenham atingido os atributos necessários e estão de acordo com informações e definições do produto. Auditorias de configuração podem ser divididas em auditorias de configuração	Verificação da configuração consiste no processo de verificar o status corrente da configuração do produto. Por este processo são estabelecidas as configurações linhas de base, definidas anteriormente. Esta atividade é desenvolvida durante as fases de revisão de projeto, quando novas linhas de bases são estabelecidas, como ilustrado na Figura 5-3. Ao final de cada revisão de	<p>A organização deve executar auditorias internas a intervalos planejados, para determinar se o sistema de gestão da qualidade está:</p> <p>a) em conformidade com as disposições planejadas, com os requisitos desta Norma e com os requisitos do sistema de gestão da qualidade estabelecidos pela organização, e</p>	<p>Linhas de base estão relacionadas às Revisões de Projeto, as quais são realizadas em pontos especiais do ciclo de vida do projeto.</p> <p>A sequência de atividades que levam a uma definição da linha de base é a seguinte:</p> <p>a) definição do projeto (<i>design</i>),</p>

NASA - NASA-STD-0005	ECSS - ECSS-M-ST-40C	ISO - ABNT NBR ISO 10007/ NBR 15100	INPE RB-PAD-0002
funcional e física.	projeto, os documentos e pacotes de dados que identificam a nova linha de base da configuração devem estar em pleno acordo com os resultados e determinações da revisão e prontos para ser submetidos ao cliente para aprovação.	<p>b) mantido e implementado eficazmente.</p> <p>Os critérios da auditoria, escopo, frequência e métodos devem ser definidos. A seleção dos auditores e a execução das auditorias devem assegurar objetividade e imparcialidade do processo de auditoria.</p> <p>O responsável pela área a ser auditada deve assegurar que as ações sejam executadas, sem demora indevida, para eliminar não-conformidades detectadas e suas causas. As atividades de acompanhamento devem incluir a verificação das ações executadas e o relato dos resultados de verificação.</p>	<p>b) revisão do status do projeto (<i>design reviews</i>),</p> <p>c) incorporação no projeto das recomendações do Comitê Revisor, e</p> <p>d) definição da linha de base.</p>
	Auditoria do Gerenciamento da Configuração		Auditoria do Gerenciamento da Configuração
	<p>A eficácia do sistema de gerenciamento da configuração é avaliada por meio de auditorias, que verificam se os requisitos estabelecidos para o sistema, como especificados pelo cliente, estão sendo cumpridos.</p> <p>As auditorias são realizadas em conformidade com os requisitos descritos no documento ECSS-M-ST-10C.</p>		O SDG conduzirá auditorias para verificar se os requisitos estabelecidos para o sistema de controle da configuração estão sendo cumpridos.
Implementação do Gerenciamento de Informação/Documentação	Implementação do Gerenciamento de Informação/Documentação	Requisitos de documentação	
O sistema deve garantir que toda documentação aprovada originalmente e/ou modificada deve ser controlada e distribuída a todos os interessados.	<p>O gerenciamento de informação/documentação ocupa-se das regras para edição, referenciamento, controle de mudança e distribuição da documentação do projeto. A seguir são descritas as principais atividades desenvolvidas pelo gerenciamento da informação/documentação no ciclo de criação, revisão, mudança e distribuição de documentos controlados pelo controle de configuração.</p> <p>Na fase de criação, é estabelecido o conteúdo do documento e é definida a sua referência. Estas ações são desenvolvidas sob a responsabilidade do subsistema/organização responsável pela emissão do documento. Nesta fase, o documento apresenta o status de "Em preparação", é considerado preliminar e não é utilizado, portanto, para quaisquer finalidades geradoras de responsabilidade.</p>	<p>A documentação do sistema de gestão da qualidade deve incluir:</p> <p>a) declarações da política e objetivos da qualidade;</p> <p>c) procedimentos documentados;</p> <p>d) documentos necessários para assegurar o planejamento, a operação e o controle eficazes de seus processos;</p> <p>e) registros requeridos.</p>	

NASA - NASA-STD-0005	ECSS - ECSS-M-ST-40C	ISO - ABNT NBR ISO 10007/ NBR 15100	INPE RB-PAD-0002
	<p>A mesma lógica aplica-se a uma nova versão, em preparação, de um documento.</p> <p>Quando o documento estiver completo, ele é submetido à revisão e aprovação, conforme requerido. É, então, dado início à fase de revisão, como especificada no plano de gerenciamento da configuração. Nesta fase, o documento apresenta o status de “Em revisão”. A autoridade revisora, irá então verificar se o conteúdo, formato e classificação do documento estão em acordo com os requisitos aplicáveis. Caso o documento seja reprovado na revisão, ele voltará à fase de criação para eventual incorporação de conteúdo adicional e resolução de discrepâncias identificadas na revisão. Durante a fase de revisão de um dado documento, versões anteriores poderão ganhar o status tanto de “suprimido” (<i>“withdrawn”</i>) quanto de “obsoleto” (<i>“obsolete”</i> ou <i>“superseded”</i>). A aprovação de um documento seguirá o disposto no plano de controle da configuração.</p> <p>Ao final da fase de revisão, quando todas as aprovações tiverem sido concedidas, o documento atinge o status de “Liberado para distribuição” (<i>“Released”</i>). Uma vez liberado para distribuição, o documento é válido para uso gerador de responsabilidades. Após a distribuição, qualquer modificação do documento implicará edição de uma nova versão, ou seja, o documento deverá seguir o ciclo acima descrito.</p>		

6.2.2. Comparação do Gerenciamento da Configuração e Documentação/Informação praticado pela ECSS, NASA, ISO e INPE

Nesta subseção, apresenta-se um resumo com as principais diferenças nos processos do gerenciamento da configuração entre os padrões ECSS, NASA, ISO e o praticado pelo INPE.

Na ausência de um documento de aplicabilidade geral no INPE, será efetuada a comparação entre o gerenciamento da configuração implementado no Projeto CBERS 3 e 4 com aquele preconizado pelo Padrão ECSS, NASA e ISO. Para enriquecer esta comparação, dentro da coluna da ISO 9000 analisamos, também, o padrão ABNT-NBR-15100.

A Tabela 6-1 apresenta um quadro comparativo, em que a coluna INPE foi montada a partir de excertos do documento RB-PAD-0002 (INPE, 2005) associados a cada um dos processos de controle da configuração/documentação especificados nos padrões ECSS, NASA e ISO. No documento do INPE, a seção dedicada ao controle da configuração e documentação não é estruturada por processos, como ocorre nos documentos ECSS-M-ST-40C, NASA-STD-0005, ABNT-NBR-ISO-10007 e ABNT-NBR-15100. Desse quadro comparativo observa-se que o sistema implementado no INPE, contempla todos os processos previstos no padrão ECSS, NASA e ISO, mas com algumas variações em alguns dos processos.

6.2.2.1 Padrão ECSS

No processo “Identificação da Configuração”, atividade “Seleção de Itens de Configuração”, a principal diferença é na classificação de tipos de itens da configuração. O padrão ECSS prevê duas categorias: a) item derivado de novo desenvolvimento, e b) item já existente. O documento do INPE introduz uma categoria adicional, a de item derivado de um projeto já existente e que sofrerá alguma alteração. Uma possível razão para este fato seria a decisão do INPE de identificar de forma diferenciada itens provenientes dos projetos CBERS 1, 2

e 2B que, com alguma alteração, seriam utilizados no projeto CBERS 3 e 4. O padrão ECSS trata tais itens como pertencentes à categoria (a). Os padrões NASA e ISO não abordam de maneira clara essa classificação.

Na atividade “Configuração Linha de Base”, a Tabela 6.1 apresenta uma comparação entre as linhas de base de ciclo de vida de projeto previstas em documentos do padrão ECSS, aquelas previstas no documento do INPE e as previstas no padrão NASA (ver Figura 4-6).

Nota-se que existem diferenças no número de linhas de base consideradas ao longo do ciclo de vida do projeto. Enquanto que o padrão ECSS prevê cinco configurações de linha de base ao longo do ciclo de vida do projeto, estabelecidas nas revisões PRR, SRR, PDR, CDR e QR/AR, o padrão NASA adota as seguintes linhas de base: MCR, MDR, SRR, SDR, PDR, CDR, SAR, e o documento do INPE prevê somente as últimas três contempladas pela ECSS, ou seja, PDR, CDR, QR/AR. No INPE existe a revisão MDR, com a finalidade de aprovar o planejamento, diferentemente dos padrões ECSS e NASA e também são praticadas as revisões QR e AR descritas no SOW (INPE, 2004). O padrão ISO não aborda claramente essas linhas de base. Observa-se que as linhas de base configuradas pelo INPE são bem semelhantes àsquelas previstas em padrões ECSS.

No que se refere ao processo “Controle da Configuração”, ainda conforme a Tabela 6.1 observa-se grande similaridade entre o implementado pelo INPE e o recomendado pelos padrões ECSS, NASA e ISO, em termos de “princípios” e aspectos gerais do “controle de mudanças”. No item seguinte, como especificado no padrão ECSS, há a previsão da constituição de “Comitês de Controle da Configuração” em diversos níveis, para a avaliação e acompanhamento de mudanças. No padrão NASA são estabelecidos CCB, para multi-níveis hierárquicos de estruturas de gestão. A estes CCBs são atribuídos documentos de controle. As autoridades com poder para

comprometer-se com a mudança, estão definidas para os respectivos níveis de gestão.

Porém, a implementação do INPE, principalmente pelo exposto no item 10.4.3, do documento RB-PAD-0002 (INPE, 2005), prevê que atribuições importantes no controle de mudanças sejam delegadas a uma instância denominada *Satellite Development Group* (SDG), cuja atribuição não se encontra definida no documento do INPE. Com respeito à atividade de “classificação de mudanças”, observa-se que enquanto que o padrão ECSS classifica mudanças em duas categorias igualmente ao padrão NASA o documento INPE (2005), prevê a existência de três categorias. Com respeito a não-conformidades, apesar de não existir referência à sua classificação na seção sobre o controle de configuração, em outros pontos do documento, como na seção sobre partes e materiais (INPE, 2005), são classificadas como “maiores” e “menores”, como previsto no padrão ECSS. De acordo com o documento NASA-HDBK 8739.18, (NASA, 2008a) a NASA classifica três tipos de não-conformidades: a) não-conformidade crítica quando pode resultar em condições perigosas ou condições inseguras para o ser humano, ou seja, susceptível de impedir o desempenho de uma missão da agência, b) não-conformidade maior não é crítica, mas que provavelmente resultará em falha ou redução substancialmente para a usabilidade dos fornecimentos ou serviços que se destina, e c) não-conformidade menor é que é susceptível de reduzir a usabilidade dos bens ou serviços para sua finalidade, ou é uma redução nos padrões estabelecidos, porém com pouca influência sobre o uso efetivo ou operação do fornecimento ou serviço. O padrão ISO não aborda diretamente este assunto.

Finalmente, com respeito à atividade de “controle de interfaces”, o documento do INPE, em sua seção sobre controle de configuração, apresenta uma única referência, como mostrada na Tabela 6-1, indicando que dados de interface seriam, possivelmente, controlados pelo controle de configuração, como previsto nos padrões ECSS e também no padrão NASA. Com relação ao uso

do controle de interfaces pelo INPE, o documento INPE (2005) não aborda este assunto, porém esta prática é utilizada com bastante critério pelo INPE.

Por último, referente ao processo “Contabilização do Status da Configuração”, ainda em referência à Tabela 6.1, observa-se que as atividades desenvolvidas pelo INPE, relativas às configurações “como projetado” e “como fabricado”, “verificação da configuração” e “auditoria do gerenciamento da configuração”, apresentam aderência ao recomendado pelo padrão ECSS.

6.2.2.2 Padrão NASA e ISO

O padrão NASA garante a captura e manutenção das informações de configuração do produto necessárias ao longo do ciclo de vida. Ele fornece um registro histórico para a liberação da documentação de engenharia necessária para a fabricação de partes do projeto. O padrão ISO sugere que os métodos necessários para coletar, registrar, processar e manter os dados devem estar detalhados no plano de Gestão da Configuração.

A Contabilização do Status é um subproduto do Gerenciamento da Configuração, com finalidade de assegurar que a informação é sistematicamente registrada, controlada e divulgada.

Ainda sobre a Contabilização do Status da Configuração, os padrões ECSS e NASA tratam as Configurações “como projetado” e “como fabricado” de maneiras bem semelhantes com suas linhas de base evoluindo durante o ciclo de vida do produto. O padrão ISO exige que a documentação da produção seja aprovada e controlada durante o ciclo de vida do produto, semelhante em linhas gerais aos padrões ECSS e NASA.

De forma semelhante aos padrões ECSS e NASA, O INPE exige que seus fornecedores efetuem uma comparação entre as configurações “como projetado” e “como fabricado”, provendo um histórico e justificativas para eventuais diferenças.

7 PROPOSTA DE APRIMORAMENTO DO PROCESSO DE GERENCIAMENTO DA CONFIGURAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO

7.1. Justificativa

É necessária a implantação de um sistema de gerenciamento da configuração robusto no âmbito do programa espacial brasileiro, a exemplo do que ocorre em outros programas espaciais. O sucesso no projeto fabricação e integração de sistemas complexos é estritamente dependente da implementação de um gerenciamento da configuração e informação/documentação eficaz.

Segundo Albuquerque e Perondi (2010), a padronização que define as diretrizes para a realização de projetos de Sistemas Espaciais no Brasil é em grande parte baseada nos documentos criados pela ECSS, cujo sistema foi desenvolvido por meio de um esforço conjunto das Agências e Indústrias Espaciais Européias e são aplicados tanto pela ESA quanto pelos seus fornecedores. A metodologia de desenvolvimento é caracterizada por dividir o projeto em fases e pela utilização de Modelos. Em projetos da área espacial são utilizadas estratégias que buscam maximizar a confiabilidade do produto final.

O ciclo de vida de projeto baseia-se em uma filosofia de verificação que contempla o desenvolvimento, via procedimentos rastreáveis e qualificados, de um modelo, denominado de Modelo de Qualificação, a partir do qual se fabrica o Modelo de Voo. O Modelo de Qualificação é submetido a testes ambientais que emulam as condições de lançamento e operação, em níveis superiores aos que o equipamento de voo experimentará em sua vida, de modo a demonstrar que as soluções de engenharia e de fabricação propostas atendam aos requisitos ambientais e de operação definidos. Esta filosofia é implementada em duas etapas: primeiramente, desenvolve-se um modelo para a verificação das soluções de engenharia propostas, o Modelo de Engenharia, para, então, chegar-se ao Modelo de Qualificação, pelo qual, tanto as soluções de engenharia quanto as de fabricação são testadas. Observa-se que dependendo

do grau de maturidade dos equipamentos e das tecnologias utilizadas, bem como do tempo e recursos disponíveis, e dos requisitos de confiabilidade para o produto, o modelo de qualificação poderá ser bastante restrito, limitando-se a equipamentos, ou muito completo, abrangendo, até mesmo, o sistema como um todo.

Para que este ciclo de vida possa ser exercitado de forma eficaz, é necessário que a configuração do sistema esteja completamente definida em todas as fases do ciclo de vida e que todos os processos que levaram à qualificação do MQ sejam completamente reproduzíveis. Somente assim, o modelo de voo poderá ser fabricado respeitando o princípio de qualificação por similaridade, e, assim, atender aos requisitos de confiabilidade estabelecidos para o projeto.

Inexiste no âmbito do programa espacial brasileiro uma padronização para as diretrizes a serem seguidas na realização de projetos de sistemas espaciais. A seguir, com base no estudo dos Padrões ECSS, NASA e ISO-ABNT, apresentado sob diferentes perspectivas, em diversas partes do presente trabalho, serão apresentadas algumas propostas para os processos de GDC e GDI, que poderiam, eventualmente, servir como referência para um futuro esforço de normalização no âmbito do programa espacial brasileiro.

7.2. Proposta para o Gerenciamento da Configuração a ser utilizado no programa espacial brasileiro

Após análise das principais diferenças e similaridades apresentadas entre os padrões estudados ECSS, NASA e ISO, neste Capítulo apresenta-se um resumo, indicando os principais documentos que se considera sejam necessários para a implementação robusta de processos de GDC e GDI.

A proposta apresentada, a seguir, está baseada, em quase sua totalidade, no Padrão ECSS. Os documentos relacionados estão agrupados por fase do ciclo de vida do projeto e devem ser elaborados e controlados pelo Gerenciamento da Configuração.

Como proposta para projetos do programa espacial brasileiro, é sugerido o ciclo de vida de projeto apresentado na Figura 7.1, em que são relacionadas as revisões para cada fase e, também, as linhas de base associadas a cada revisão.

No total, são sete fases, que contêm desde a transformação das necessidades do usuário em requisitos, na Fase 0, até o descarte do produto, na Fase F. A seguir, são descritas as diversas fases e as revisões associadas a cada fase, conforme ilustrado na Figura 7.1. Nas descrições que se seguem, é dada ênfase especial ao princípio geral que rege o ciclo de vida de projetos na área espacial, que é o de qualificação por similaridade.

No encerramento de cada fase é realizada uma reunião formal de revisão com partes interessadas do projeto e especialistas de cada área com conhecimento de cada tópico envolvido. O principal objetivo destas reuniões é detectar eventuais deficiências, erros ou omissões nos trabalhos e gerar recomendações para correções. As recomendações e avaliações advindas das revisões são analisadas pelo cliente e posteriormente geram ações corretivas ou preventivas, que, após, são consolidadas em relatórios, os quais passam a integrar os registros do projeto e no futuro poderão ser utilizados na forma de lições aprendidas.

É importante observar que as fases do ciclo de vida ocorrem para o projeto como um todo e podem se repetir para cada um dos subsistemas e componentes resultantes da estrutura de divisão do trabalho. A seguir será detalhada cada fase do ciclo de vida do produto

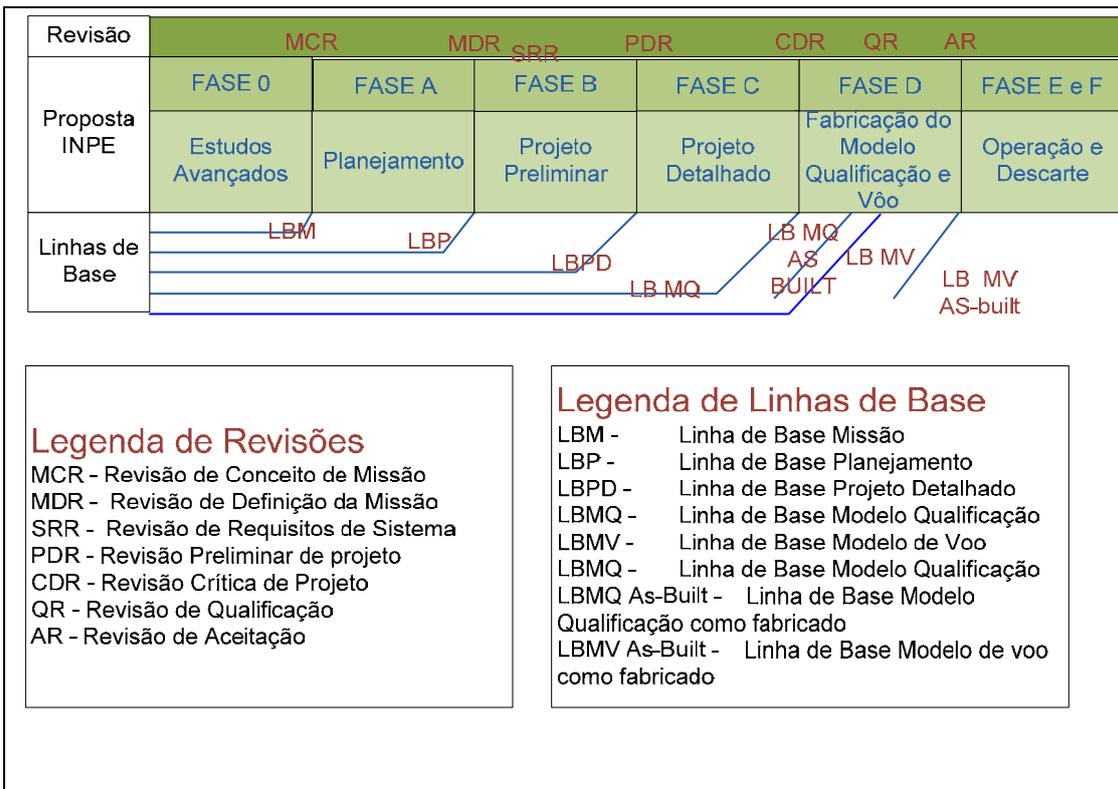


Figura 7.1 - Ciclo de vida de um projeto para a Área Espacial Brasileira

7.2.1. FASE 0 – Estudos Avançados

Nesta fase, é entendida a real necessidade do cliente e são identificados os principais requisitos da missão, bem como possíveis conceitos que poderão ser utilizados no projeto do produto.

A Revisão de Conceito da Missão (MCR) tem a finalidade de aprovar todos os documentos elaborados nesta fase e que, a partir desta revisão, passam a ser editados e controlados. Geralmente, essa revisão conta com os seguintes participantes: o cliente, o usuário final, a equipe de engenharia de sistema, a equipe de gerenciamento e a equipe de gestão da qualidade.

Os documentos aprovados nesta revisão devem ser relacionados na Linha de Base da Missão (LBM). Propõe-se o seguinte conjunto mínimo de documentos a serem aprovados nesta revisão:

- a) relatório da análise da declaração da missão;

- b) especificação preliminar de requisitos técnicos;,
- c) estrutura de documentos;
- d) relatório de avaliação preliminar de riscos;
- e) possíveis conceitos da missão.

7.2.2. Fase A – Planejamento

Nesta fase, será elaborado um conjunto de documentos gerenciais e de planejamento que definem a organização do trabalho a ser executado.

Esta fase encerra-se com a Revisão de Definição da Missão (MDR). Os documentos aprovados e que passam a ser controlados a partir desta revisão devem ser relacionados na Linha de Base de Planejamento (LBP) e são no mínimo os seguintes:

- a) Documentos de Gerenciamento;
 - plano de gerenciamento
 - árvore de produto
 - estrutura da divisão de trabalho
 - matriz de documentação
 - cronograma detalhado
- b) Plano de Controle da Configuração;
- c) Plano de Desenvolvimento e Testes;
- d) Plano de Garantia do Produto;
- e) Plano de Infraestrutura;
- f) Plano de Recursos Humanos;
- g) Demonstração de Exequibilidade.

7.2.3. Fase B – Definição do Projeto Preliminar

Nesta fase, é escolhida a melhor solução técnica viável para o programa que deve contemplar os projetos preliminares (elétricos e mecânicos, etc.).

Também, nesta fase, na Revisão de Requisitos do Sistema (SRR), são definidas e aprovadas as especificações do sistema, com o objetivo de dar início à fabricação do modelo de engenharia.

Esta fase encerra-se com a Revisão Preliminar de Projeto (PDR), para aprovar os documentos que serão utilizados no projeto detalhado.

Os documentos aprovados que passam a ser controlados a partir desta revisão devem ser relacionados na Linha de Base do Projeto Detalhado (LBPD) e são no mínimo os seguintes:

- a) demonstração de atendimento aos requisitos;
- b) especificação técnica detalhada do equipamento;
- c) versão preliminar das Interfaces “*Interface Data Sheet*” (IDS);
- d) resultados de análise e simulações;
- e) estimativa preliminar de confiabilidade;
- f) estrutura analítica do projeto e a árvore de especificações;
- g) consolidação do plano de verificação;
- h) planos de desenvolvimento, plano da produção e plano de testes;
- i) documentação para fabricação do modelo de engenharia (esquemas elétricos, desenhos, lista de componentes, procedimentos de montagem e teste, etc.).

7.2.4. Fase C – Definição Detalhada do Projeto

Nesta fase, define-se o detalhamento do projeto em termos de conceito de sistema e operações.

Neste detalhamento, são incluídos os planos de desenvolvimento, da produção e dos testes e também o da pré-qualificação dos componentes críticos e as interfaces entre os elementos.

Para a produção, são desenvolvidas as seguintes atividades: fabricação do modelo de engenharia de equipamentos e subsistemas selecionados⁷; fabricação dos equipamentos de apoio e testes; fabricação do ferramental; qualificação dos processos de fabricação; consolidação da lista de partes e materiais; consolidação do plano de fabricação; consolidação do plano de garantia do produto; documentação para fabricação do modelo de qualificação; e plano de testes do modelo de qualificação.

Nesta fase, o Modelo de Engenharia de equipamentos e subsistemas selecionados é submetido a testes funcionais, térmicos e de compatibilidade eletromagnética, de modo a demonstrar a viabilidade das soluções de projeto adotadas.

Esta fase se encerra com a Revisão de Projeto Detalhado (CDR) que tem como objetivo avaliar as soluções de projeto através dos testes realizados no Modelo de Engenharia, bem como o estado de qualificação dos processos críticos para a fabricação do Modelo de Qualificação.

Os documentos aprovados que passam a ser controlados a partir desta revisão devem ser relacionados na Linha de Base do Modelo de Qualificação (LBMQ) e são, no mínimo, os seguintes:

⁷ O Modelo de Engenharia será tão completo quanto exigido pelos requisitos de projeto, no que se refere à demonstração da adequação das soluções de engenharia propostas, podendo abranger o produto em sua integralidade

- a) plano de garantia do produto e plano de pré-qualificação dos componentes críticos e as interfaces entre os elementos;
- b) documentos de definição dos equipamentos de apoio e testes;
- c) documentos de definição do ferramental;
- d) documentos comprovando a qualificação dos processos de fabricação;
- e) lista de partes e materiais;
- f) documentação para fabricação do Modelo de Qualificação (esquema elétrico, desenhos, lista de componentes, procedimentos de montagem e teste, etc.);
- g) resultado de testes realizados;
- h) análises de falha, confiabilidade, radiação, térmica, e estrutural.

7.2.5. Fase D – Fabricação e Qualificação

Nesta fase, são realizadas as atividades para a Qualificação, incluindo os testes e atividades de verificação. O modelo de qualificação de equipamentos e subsistemas selecionados é concluído.

Esta fase contempla, resumidamente, a fabricação e testes do Modelo de Qualificação, estabelecendo a versão final da documentação para a fabricação do Modelo de Voo.

Nesta fase, pode ocorrer a Revisão de Qualificação (QR) que tem por objetivo principal demonstrar que as soluções de engenharia e de fabricação resultam em um produto que atende, com a margem especificada, a todos os requisitos definidos para o projeto.

Essa fase se encerra com a Revisão de Aceitação (AR) que tem como objetivo principal demonstrar que os Modelos de Voo encontram-se livre de problemas advindos de erros de mão de obra e de outras operações, e pronto para o uso especificado.

Os documentos aprovados e que passam a ser controlados a partir dessa revisão devem ser relacionados na Linha de Base do Modelo de Qualificação (LBMQ-AS-BUILT), Linha de Base do Modelo MV (B MV) e na Linha de Base do Modelo de Voo (LBMV-As-BUILT) e são, no mínimo, os seguintes:

- a) procedimentos de fabricação, testes, processos e inspeções, garantindo a sua reprodutibilidade, etc.;
- b) documentos detalhados do ferramental associado;
- c) documentação para fabricação do Modelo de Qualificação (esquemas elétricos, desenhos, listas de componentes, procedimentos de montagem e teste, etc.);
- d) documentos de testes e análises demonstrando a validação do produto final;
- e) documentação comprovando o treinamento de mão-de-obra dos operadores envolvidos.

7.2.6. Fases E e F – Operação e Descarte

Estas fases não estão contempladas neste estudo.

8 CONCLUSÃO

Esta dissertação teve como objetivo propor e justificar um modelo de aprimoramento para o Gerenciamento da Configuração e Gerenciamento da Documentação e Informação, praticados no âmbito do programa espacial brasileiro.

O Gerenciamento da Configuração é o processo pelo qual o conteúdo, a mudança e o status de informações em um projeto são geridos e controlados. O sucesso de um projeto é altamente dependente de um bom gerenciamento da configuração. Quanto maior a complexidade do produto, o número de interfaces e o grau de confiabilidade exigido do produto, mais essencial torna-se a implementação de um sistema confiável de gerenciamento da configuração. Projetos da área espacial requerem sistemas robustos de gerenciamento da configuração.

A configuração engloba todos os itens que são fabricados e devem ser controlados, incluindo toda documentação associada. Mudanças nos itens de Configuração e na documentação associada podem ocorrer a qualquer época do ciclo de vida do projeto, visando necessidades de melhorias ou até mesmo para atender aos requisitos do cliente. Não devemos evitar que estas melhorias ocorram, porém temos que controlar as mudanças porque se elas não forem bem gerenciadas, o projeto pode sofrer grandes prejuízos, pois pode sair do controle da gerência.

Para realizar o objetivo proposto, este trabalho, em seu estudo, buscou:

- a) apresentar o sistema de gerenciamento da configuração e de documentação/informação para projetos espaciais recomendados pelos padrões, conforme descrito em ECSS-M-ST-40C (ECSS, 2009a), NASA-STD-0005 (NASA, 2008) e ABNT-NBR-ISO 10007, (ABNT, 2005);

b) comparar o resultado do item a) com o gerenciamento da configuração praticado pelo INPE de acordo com o documento RB-PAD-0002/0002 (INPE, 2005);

c) elaborar uma proposta para o GDC e GDI com aplicação no programa espacial brasileiro.

Em cumprimento ao item a, o estudo realizado constatou que, nos padrões estudados, o GDC conta com quatro processos principais, a saber: identificação da configuração, controle da configuração, contabilização do status da configuração e auditoria da configuração. O processo de identificação da configuração se desdobra em diversas atividades, entre elas, a de seleção de itens da configuração e a de identificação de linhas de base correspondentes a diferentes fases do ciclo de vida do projeto. O processo de controle da configuração desdobra-se, também, em diversas atividades entre elas a de classificação, ciclo de aprovação e controle de mudanças propostas para a linha de base, com grande atenção para as interfaces. O processo de contabilização do status da configuração ocupa-se com o controle e organização da base de dados necessária ao controle da configuração e as auditorias do status da configuração. Em particular, a documentação corrente deverá sempre refletir a linha de base atualizada e estar disponibilizada a todas as instâncias da estrutura do projeto. Finalmente, as auditorias da configuração asseguram a integridade e eficácia do GDC e GDI, verificando se os requisitos estabelecidos pelo cliente estão sendo cumpridos.

Em atendimento ao item b, foi efetuada a comparação do sistema de gerenciamento da configuração aplicado aos satélites CBERS 3 e 4, desenvolvidos no INPE, com aqueles recomendados pelos padrões ECSS, NASA e ISO 9000. Este estudo comparativo demonstrou que o sistema de gerenciamento da configuração utilizado pelo INPE, implementa, praticamente, todos os processos recomendados pelos padrões estudados, mas com algumas adaptações, referentes, principalmente, ao número de linhas de base

controladas ao longo do ciclo de vida do projeto, à classificação de itens da configuração, à classificação de mudanças, ao processo de aprovação de mudanças e ao controle de interfaces.

O programa espacial brasileiro, em particular em sua parte executada pelo INPE, tem, há muito, seus métodos de gerenciamento, engenharia e garantia do produto, influenciados pelos padrões estabelecidos para o programa espacial europeu. Estes padrões têm sido sempre adaptados para a realidade de cada projeto, como ilustra o documento RB-PAD-0002/0002. Dado que a infraestrutura e as equipes envolvidas com o gerenciamento da configuração e documentação no INPE têm sido, em geral, comum aos vários projetos correntes, consideramos que poderia haver ganho de produtividade se houvesse uma normalização de parte dos processos de gerenciamento do controle da configuração e documentação, que servisse de referência aplicável universalmente a todos os projetos.

Uma leitura atenta revela que o sistema de Gerenciamento da Configuração e de Documentação aplicado pelo INPE no projeto CBERS 3 e 4, especificado no documento RB-PAD-0002, (INPE, 2005), está baseado no sistema adotado pela ESA, principalmente nos documentos: ESA-PSS-01-10 (ESA, 1981), *“Product assurance management and audit systems for ESA spacecraft and associated equipment”*, especificamente em seu Capítulo 6, *“Configuration Management and Control”*, ESA-PSS-01-11 (ESA, 1989), *“Configuration management and control for ESA space systems”*, e ECSS-M-40A (ECSS, 1996), *“Configuration Management”*.

Finalmente, em atendimento ao item c, foi elaborada uma proposta para o GDC e GDI, com aplicação no programa espacial brasileiro.

Este estudo demonstrou que o processo do gerenciamento da configuração estudado é um processo crítico de grande importância em todo ciclo de vida do projeto, pois existe um entrelaçamento muito claro e complexo com as

disciplinas de gerenciamento do projeto bem como com as disciplinas da garantia da qualidade.

Assim sendo, podemos dizer que uma boa metodologia de gestão da configuração e garantia do produto pode melhorar o desempenho da organização, gerando benefícios em outras atividades e produtos.

Esta metodologia deve abordar três aspectos principais:

- a) padronização;
- b) automação;
- c) engenharia de sistemas.

A padronização é a aplicação de padrões em uma organização em busca constante de eficiência e eficácia, buscando atender à satisfação e expectativas do cliente.

NO GDC e GDI esta padronização visa estabelecer produtos e documentos confiáveis em cumprimento aos requisitos do cliente.

A automação pode ser compreendida como métodos utilizados para automatizar os processos de identificação, consultas, controle, aprovação, e distribuição, entre outros.

As informações são estruturadas, armazenadas e organizadas em banco de dados com finalidade de fazer com que a busca pela informação seja mais rápida e mais confiável.

A necessidade de utilizar recursos computacionais cada vez mais rápidos é diretamente proporcional à complexidade do produto.

Outro enfoque de grande importância, que deve ser destacado neste modelo, é a aplicação da engenharia de sistemas em todas as fases do ciclo de vida do produto.

Engenharia de sistemas (INCOSE, 2006) é uma abordagem interdisciplinar e meios para permitir o desenvolvimento e a fabricação de sistemas bem sucedidos. Centra-se na definição de necessidades dos clientes e funcionalidade necessária, no início do ciclo de desenvolvimento, para então prosseguir com a síntese de projeto e a posterior validação do sistema, considerando o problema completo.

As análises dos processos do GDC e GDI, em todo ciclo de vida de um projeto na área espacial, geram benefícios ao gerenciamento de projetos, através de melhor controle na verificação da conformidade dos requisitos do sistema, subsistemas e equipamentos. Também contribui, fundamentalmente, para assegurar a garantia da rastreabilidade dos requisitos do cliente.

O presente estudo poderá ter aplicação a trabalhos futuros na área de Gestão de Projetos e, também, em auditorias de sistemas de gestão da qualidade.

Finalmente, independentemente da sugestão do parágrafo acima, consideramos oportuna uma atualização nos procedimentos adotados pelo INPE na área de Gerenciamento da Configuração, os quais, conforme o estudo realizado, encontram-se muito próximos do especificado pelo Padrão ECSS-M-ST-40C, publicado em 2009 (ECSS, 2009a).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 15100** - sistemas de gestão da qualidade - requisitos para organizações de aeronáutica, espaço e defesa. Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 2004.

_____. **ABNT NBR ISO 10007**- sistemas de gestão da qualidade – diretrizes para a gestão da configuração. Rio de Janeiro-RJ, 2005.

ALBUQUERQUE, I. S.; PERONDI, L. F. Gestão da configuração e o ciclo de vida de um projeto na area espacial. In: WORKSHOP EM ENGENHARIA E TECNOLOGIA ESPACIAIS, 2. (WETE), São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. DVD. Disponível em: <<http://www.inpe.br/wete/programacao.php>>. Acesso em: 26 mar. 2012.

DEPARTMENT OF DEFENSE-UNITED STATES (DOD-USA.). **MIL-HDBK-61B** (draft) configuration management guidance, systems engineering office. Washington, 2002.

EUROPEAN COOPERATION FOR SPACE STANDARDIZATION (ECSS). **ECSS-M-40A**: space project management – configuration management. Noordwijk, The Netherlands: ESA–ESTEC, Requirements & Standards Division, 1996.

_____. **ECSS P-001B**: ECSS glossary of terms. Noordwijk, The Netherlands: ESA–ESTEC, Requirements & Standards Division, 2004.

_____. **ECSS-M-ST-10-01C**: organization and conduct of reviews. Noordwijk, The Netherlands: ESA–ESTEC, Requirements & Standards Division, 2008.

_____. **ECSS-Q-ST-20C**: space product assurance – quality assurance. Noordwijk, The Netherlands: ESA–ESTEC, Requirements & Standards Division, 2008a.

_____. **ECSS-M-ST-10C**: space project management – project planning and implementation. Noordwijk, The Netherlands: ESA–ESTEC, Requirements & Standards Division, 2009.

_____. **ECSS-M-ST-40C**, REV 1: space project management - configuration and information management. Noordwijk, The Netherlands: ESA–ESTEC, Requirements & Standards Division, 2009a.

EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). **ESA-PSS-01-10**: product assurance management and audit systems for ESA spacecraft and associated equipment. Noordwijk, The Netherlands: ESA–ESTEC, Product Assurance Division, 1981. p. 19.

_____. **ESA-PSS-01-11**: configuration management and control for ESA space systems. Noordwijk, The Netherlands: ESA–ESTEC, Product Assurance and Safety Department, 1989.

_____. **SME training on configuration management**. 2002. Disponível em: http://esamultimedia.esa.int/docs/industry/SME/Configuration/Section_1-CM.pdf, acessado em 23.11.2011.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **RBD-SOW-1001/01**. São Jose dos Campos-SP, 2004.

_____. **RB-PAD-0002/0002**: CBERS 3&4 product assurance requirements. São Jose dos Campos-SP, 2005.

INTERNATIONAL COUNCIL ON SYSTEMS ENGINEERING (INCOSE). **INCOSE-TP-2003-002-03**. Systems Engineering handbook, 2006.

MONAHAN, R. E. **Engineering documentation control practices and procedures**. Fort Myers, Florida: R. E. Monahan Associates, 1995.

NASA. **SSP 41170**: configuration management requirements. Washington, 1994.

_____. **Innovation aerospace technology. 1998**. Disponível em: <http://ipp.nasa.gov/innovation/Innovation64/sbir.htm>. Acesso em 30/10/2011.

_____. **SSP 50123–03**: configuration management handbook. v. 3. Washington, International Space Station Program, 2000.

_____. **NASA-STD-0005**: NASA Configuration Management (CM) Standard. Washington, 2008.

_____. **NASA-HDBK 8739.18**: procedural handbook for NASA program and project management of problems, nonconformances, and anomalies. Washington, 2008a.

_____. **NPR7120-7**: nasa procedural requirements. 2008b. Disponível em: http://nodis3.gsfc.nasa.gov/displayDir.cfm?Internal_ID=N_PR_7120_0007_&page_name=Chapter4. Acesso em 25 nov. 2011.

NASA. JPL. Mission inception overview. In: _____. **Basics of space flight**. Section 2. 2011. Disponível em: <http://www2.jpl.nasa.gov/basics/bsf7-1.php>. Acesso em: 03/09/2011.

SAPIENZA. **Document configuration management**. 2011. Disponível em: <http://www.sapienzaconsulting.com/typo3/index.php?id=1184>. Acesso em 30 out., 2011.

_____. **Company profile & history**. 2011a. Disponível em: <http://www.sapienzaconsulting.com/typo3/index.php?id=1063>. Acesso em: 30 out., 2011.

SAUSER, B.J.; REILLY, R.R.; SHENHAR, A.J. Why projects fail? How contingency theory can provide new insights - a comparative analysis of NASA's Mars climate orbiter loss. **International Journal of Project Management**, v. 27, n. 7, p.665–679, 2009.

SOFTWARE PROGRAM MANAGERS NETWORK (SPMN). **Little book of configuration management, software program managers network**. Arlington, 1998.

SOFTWARE TECHNOLOGY SUPPORT CENTER (STSC). **Configuration management fundamentals**. Crosstalk, Salt Lake City, 2005.

WATTS, F. B. **Engineering documentation control handbook**. Park Ridge, New Jersey, U.S.A: EC3 Corporation Winter Park, Colorado Noyes Publications. William Andrew Publishing, LLC Norwich, New York, U.S.A, p. 29, 2000.

WEATHERSPOON, S. **ANSI/EIA 649 Revision A (Draft) and EIA 649 handbook status**. 2003. Disponível em: <http://www.cmwg.org/events/200310Symposium/CMWGEIAStatus031031.pdf>, Acesso em: 23 nov., 2011.

WEISS, W. **In training for small and medium enterprises on configuration management**. Paris: ESASME Policy Office, 2000).

YASSUDA, I. S. PERONDI, L. F. **Ciclo de vida de projetos na área espacial**. São José dos Campos: INPE, 2010. Disponível em: <http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3746NA8> Acesso em: 2011

GLOSSÁRIO

Auditoria da configuração: a eficácia do sistema de gerenciamento da configuração é avaliada através de auditorias, que verificam se os requisitos estabelecidos para o sistema, como especificados pelo cliente, estão sendo cumpridos. As auditorias são realizadas em conformidade com os requisitos descritos no documento (ECSS, 2009).

Classificação de mudanças: toda mudança é classificada pelo *Configuration Control Board* (CCB). A classificação recebida por mudanças e não-conformidades determina o tipo de aprovação e ciclo de implementação a que estarão sujeitas, o qual dependerá de considerações sobre seu impacto sobre custos, cronograma, especificações técnicas e outras características técnicas ou contratuais.

Configuração do produto: é um processo que estabelece e mantém os registros consistentes, de forma a garantir que as características físicas e funcionais do produto estejam conforme os requisitos e de acordo com o projeto.

Configuração linha de base: configurações Linha de Base representam o status aprovado de requisitos e projeto, em marcos-chave do projeto, e provêm o ponto de partida para novas evoluções do projeto. Uma configuração linha de base compreende toda a documentação formal que descreve as características do produto. É registrada como a configuração de referência em um marco-chave do ciclo de vida do projeto, correspondente a uma das revisões formais de projeto.

Contabilização do status da configuração: a contabilização do status da configuração compreende a criação e organização da base de dados necessária à operacionalização do processo de controle da configuração. Provê a totalidade das informações de configuração de um projeto, através do estabelecimento e manutenção das seguintes atividades: a) o registro de toda

a documentação da configuração linha de base corrente e os correspondentes números/códigos de identificação, b) o status de todas as propostas de mudança relativos à configuração linha de base corrente, c) o status de implementação de mudanças e desvios aprovados, e d) a configuração corrente de todos os itens configurados.

Controle de interfaces: o controle de interface é parte integrante da atividade de controle de configuração e define o processo necessário para: a) congelar dados de interfaces, e b) implementar alterações.

DOD: Departamento de Defesa dos Estados Unidos é um departamento federal dos Estados Unidos responsável pela coordenação e supervisão de todas as agências e funções do governo diretamente relacionadas com a segurança nacional e com as forças armadas.

ECSS: a Cooperação Europeia para Padronização Espacial é uma iniciativa criada para desenvolver um único conjunto de padrões aceitos e praticados em todas as atividades espaciais europeias.

Gerenciamento da configuração: é o processo de registrar e relatar as informações necessárias para a efetiva gestão da configuração.

Gerenciamento da informação e documentação: o gerenciamento de informação e documentação ocupa-se das regras para edição, referenciamento, controle de mudança e distribuição da documentação do projeto. As principais atividades desenvolvidas pelo gerenciamento da informação e documentação no ciclo são: criação, revisão, mudança e distribuição de documentos controlados pelo controle de configuração.

Gerenciamento de projetos: é a aplicação de conhecimentos, habilidades e técnicas na elaboração de atividades relacionadas para atingir um conjunto de objetivos pré-definidos. O conhecimento e as práticas da gerência de projetos são mais bem descritos em termos de seus processos.

Identificação da configuração: esta função identifica os itens cuja configuração precisa ser controlada, geralmente composto por hardware, software e documentação. Estes itens geralmente incluem: especificações, projetos, dados, documentos, desenhos, códigos de software e executáveis e componentes de hardware e montagem.

INPE: é uma instituição que tem como missão produzir ciência e tecnologia nas áreas espacial e do ambiente terrestre e oferecer produtos e serviços singulares em benefício do Brasil.

ISO: *International Organization for Standardization*, conhecida como ISO, é uma entidade que atualmente congrega padronização/normalização de 170 países.

Metodologia: é o estudo dos métodos, ou seja, as etapas a seguir num determinado processo oferecendo maior controle sobre os recursos que serão utilizados no projeto. A Metodologia é a explicação minuciosa, detalhada, rigorosa e exata de toda ação desenvolvida no método (caminho) do trabalho de pesquisa.

NASA: *National Aeronautics and Space Administration* é uma agência do Governo dos Estados Unidos da América, responsável pela pesquisa e desenvolvimento de tecnologias e programas de exploração espacial.

Planejamento e gerenciamento da configuração: o planejamento começa pela definição do gerenciamento da configuração (GDC) em estabelecer processos e procedimentos para controlar e documentar a mudança. O GDC é o processo de controlar e documentar mudança para um sistema em desenvolvimento. Ele permite que grandes equipes possam trabalhar juntas em um ambiente estável enquanto continua a fornecer a flexibilidade necessária para o trabalho criativo.

Procedimento de mudança: o Controle de Configuração assegura que todas as alterações, desvios e *waivers* de uma linha de base aprovada, sejam processadas e controladas de forma rastreável. O processo de controle de mudança é inicializado a partir do estabelecimento da primeira linha de base do projeto. Após este ponto, toda documentação que afete a linha de base corrente deve ser submetida ao Controle de Configuração, seguida de submissão ao cliente para aprovação ou revisão, quando aplicável.

Processo: é um conjunto de atividades inter-relacionadas ou interativas que transforma insumos (entradas) em produto (saídas).

Produto Espacial: é um tipo de produto que pode variar desde um único equipamento ou até mesmo um produto complexo como satélite ou um lançador de um sistema espacial completo com requisitos de funcionamento para as condições ambientais do espaço.

Verificação da configuração: a verificação da configuração consiste no processo de verificar o status corrente da configuração do produto. Através deste processo são estabelecidas as configurações linhas de base. Esta atividade é desenvolvida durante as fases de revisão de projeto, quando novas linhas de bases são estabelecidas. Ao final de cada revisão de projeto, os documentos e pacotes de dados que identificam a nova linha de base da configuração devem estar em pleno acordo com os resultados e determinações da revisão e prontos para ser submetidos ao cliente para aprovação.