



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

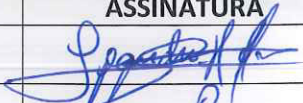
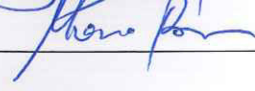
PROJETO:

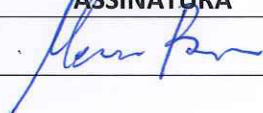
EQUARS

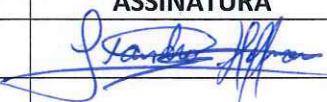
Plano de Engenharia de Sistemas

DOCUMENTO: EQUARS-2100-SEP-001-A		ESTADO: APROVADO
DESCRIÇÃO: Este documento define a abordagem, métodos, procedimentos, recursos e organização para coordenar e gerenciar todas as atividades necessárias para especificar, projetar, verificar, operar e manter o sistema EQUARS em conformidade com os requisitos do usuário.		
DATA: 30-09-2019	EDT: 2000 – ENGENHARIA DE SISTEMAS	PÁGINAS: 21

EQUARS	EQUARS-2100-SEP-001-A Plano de Engenharia de Sistemas	
--------	--	---

AUTORES			
NOME	DIVISÃO	DATA	ASSINATURA
Leandro Toss Hoffmann	DIDSS/CGETE	30/9/19	
Marcio Silva Alves Branco	DIDSE/CGETE	30/9/19	

REVISORES			
NOME	DIVISÃO	DATA	ASSINATURA
Marcio Silva Alves Branco	DIDSE/CGETE	30/09/2019	

APROVADO POR			
NOME	DIVISÃO	DATA	ASSINATURA
Leandro Toss Hoffmann	DIDSS/CGETE	30/9/19	

REVISÕES				
REV.	DATA	MUDANÇAS/ N. PÁG.	AUTOR	APROVADO POR
A	30/09/2019	Versão Inicial	L. Hoffmann; M. S. A. Branco.	L. Hoffmann

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	5
1.1	ESCOPO DO DOCUMENTO	5
1.2	DOCUMENTOS APLICÁVEIS E DE REFERÊNCIA.....	5
1.2.1	<i>Documentos Aplicáveis (DA)</i>	5
1.2.2	<i>Documentos de Referência (DR)</i>	5
1.3	ACRÔNIMOS E DEFINIÇÕES	5
1.3.1	<i>Lista de Acrônimos</i>	5
2	VISÃO GERAL DO PROJETO	7
2.1	OBJETIVOS E RESTRIÇÕES DO PROJETO.....	7
2.2	FASES, REVISÕES E PLANEJAMENTO DO PROJETO	7
2.2.1	<i>Fase 0 – Análise de Missão e Identificação de necessidades</i>	10
2.2.2	<i>Fase A – Viabilidade</i>	10
2.2.3	<i>Fase B – Definição preliminar</i>	10
2.2.4	<i>Fase C – Definição detalhada</i>	10
2.2.5	<i>Fase D – Qualificação e produção</i>	10
2.2.6	<i>Fase E – Operações e uso</i>	10
2.2.7	<i>Fase F – Descarte</i>	11
2.3	ABORDAGEM PARA AQUISIÇÕES	11
2.4	ITENS CRÍTICOS INICIAIS	11
3	ABORDAGEM DO PROJETO DE SISTEMAS	12
3.1	ENTRADAS DE ENGENHARIA DE SISTEMAS.....	13
3.2	SAÍDAS DE ENGENHARIA DE SISTEMAS	13
3.2.1	<i>Política de margens</i>	13
4	IMPLEMENTAÇÃO E PLANOS RELACIONADOS.....	15
4.1	DESCRIÇÃO DAS TAREFAS DE ENGENHARIA DE SISTEMAS PARA FASE A	15
4.1.1	<i>Descrição do processo de engenharia de sistemas</i>	15
4.1.2	<i>Integração de disciplinas de engenharia</i>	17
4.2	PLANOS RELACIONADOS	17
4.3	MÉTODOS, FERRAMENTAS E MODELOS DE ENGENHARIA DE SISTEMAS.....	17
5	ASPECTOS DE ENGENHARIA DE SISTEMAS PARA AS PRÓXIMAS FASES	19
ANEXO A	RELATÓRIO DE DOCUMENTOS DE ENGENHARIA DE SISTEMA PREVISTOS PARA CADA FASE DO PROJETO	20



EM BRANCO

1 INTRODUÇÃO

1.1 ESCOPO DO DOCUMENTO

Este documento define a abordagem, métodos, procedimentos, recursos e organização para coordenar e gerenciar todas as atividades necessárias para especificar, projetar, verificar, operar e manter o sistema EQUARS em conformidade com os requisitos do usuário. O plano é estabelecido para atender aos objetivos técnicos do projeto, levando em consideração as fases e marcos definidos no Plano de Gerenciamento [DA-4].

1.2 DOCUMENTOS APLICÁVEIS E DE REFERÊNCIA

1.2.1 Documentos Aplicáveis (DA)

- [DA-1] EQUARS-0000-MS-001-C – Declaração do Escopo da Missão EQUARS
- [DA-2] EQUARS-2000-TS-001-C – Especificação de Requisitos da Missão EQUARS
- [DA-3] EQUARS-2000-ANL-001-A – Concepção de Operação da Missão EQUARS
- [DA-4] EQUARS-1100-PMP-001-A – Plano de Gerenciamento do Projeto
- [DA-5] EQUARS-1140-PLN-001-B – Plano de Gerenciamento de Riscos
- [DA-6] EQUARS-3000-PLN-002-A – Plano de Garantia da Missão
- [DA-7] EQUARS-1170-CMP-001-A – Plano de Gerenciamento da Configuração
- [DA-8] EQUARS-2500-VP-001-A – Plano de Verificação e Validação do Sistema EQUARS
- [DA-9] EQUARS- 1120-MNG-002-A – Cronograma Preliminar da Missão EQUARS
- [DA-10] EQUARS-2100-DDF-001-A – Documento de Sistemas de Coordenadas
- [DA-11] EQUARS-2400-DDF-003-A – Árvore do Produto da Missão EQUARS
- [DA-12] EQUARS-4410-RPT-001-A – Relatório de Progresso de Desenvolvimento das Cargas Úteis

1.2.2 Documentos de Referência (DR)

- [DR-1] ECSS-M-ST-10C – Space project management: project planning and implementation
- [DR-2] ECSS-E-ST-10C – Space engineering: system engineering general requirements
- [DR-3] ECSS-E-ST-70C – Space engineering: ground systems and operations
- [DR-4] Mhenni. F, Choley J.Y., Penas, O. Plateaux R., Hammadi M. “A SysML-based methodology for mechatronic systems architectural design”, Advanced Engineering Informatics, p. 29, 2014.

1.3 ACRÔNIMOS E DEFINIÇÕES

1.3.1 Lista de Acrônimos

- AR** Acceptance Review
- CDR** Critical Design Review
- CRR** Commissioning Result Review
- FRR** Flight Readiness Review
- LRR** Launch Readiness Review
- MBSE** Model-Based System Engineering

- ORR** Operational Readiness Review
- PDR** Preliminary Design Review
- PRR** Preliminary Requirements Review
- QR** Qualification Review
- SRR** System Requirements Review
- TBC** To Be Confirmed.
- TBD** To Be Defined.

2 VISÃO GERAL DO PROJETO

2.1 OBJETIVOS E RESTRIÇÕES DO PROJETO

Este plano considera as seguintes restrições na sua elaboração:

- O projeto EQUARS deve acomodar os desenvolvimentos correntes dos instrumentos que compõem o conjunto de cargas úteis da Missão;
- A implantação do segmento solo (controle e aplicações) deve considerar o reuso da infraestrutura já instalada no INPE;
- A seleção de possíveis lançadores para o satélite deve considerar as restrições de *End-User-Agreements (EUA)* vinculadas a componentes utilizados na fabricação dos instrumentos das cargas úteis; e
- A arquitetura de comunicações deve considerar a legislação vigente para alocação de frequências da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) e da International Telecommunication Union (ITU).

2.2 FASES, REVISÕES E PLANEJAMENTO DO PROJETO

O ciclo de vida do projeto deve adotar o padrão de fases e revisões da ECSS [DR-1], conforme definido no Plano de Gerenciamento [DA-4] e ilustrado na Figura 1.

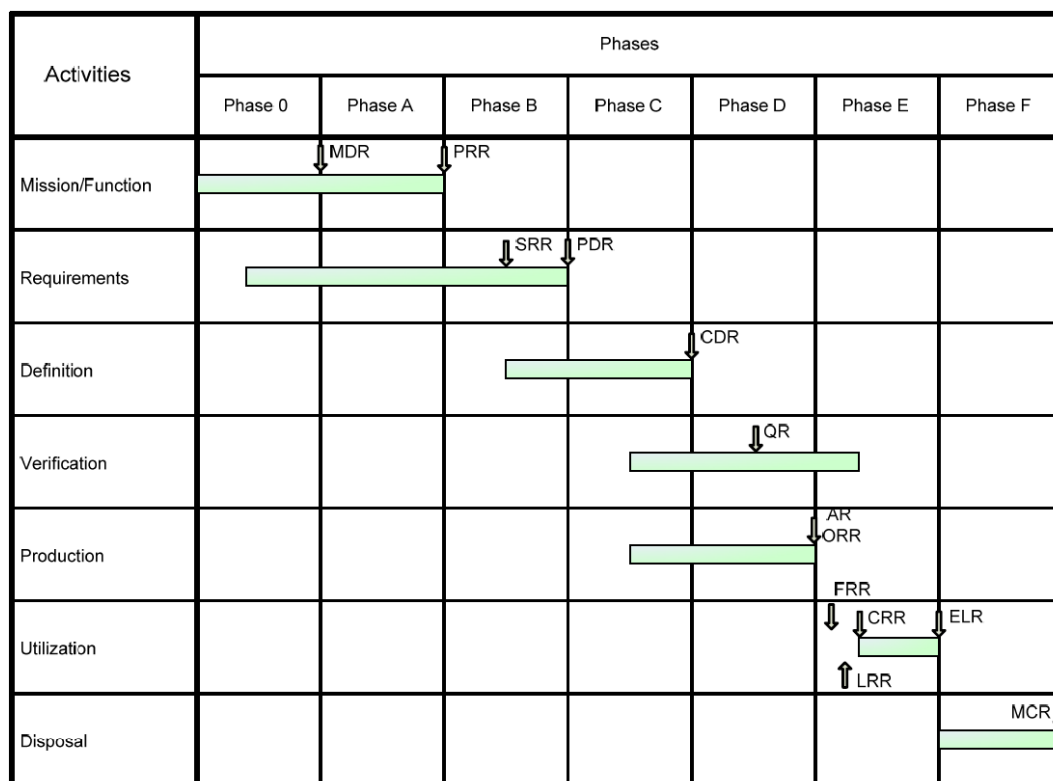


Figura 1 Ciclo de Vida típico de projeto segundo a ECSS. Fonte de referência não encontrada..

Cada fase contempla um conjunto de atividades e culmina com uma revisão que autoriza o projeto a

Cada fase contempla um conjunto de atividades e culmina com uma revisão que autoriza o projeto a passar de fase. Os objetivos gerais e cada fase e as revisões associadas então sumarizados na Tabela 1.

Tabela 1 – Objetivos das Fases e Revisões associadas.

Fase	Objetivo	Revisões associadas
0	Análise de missão e identificação de necessidades	<i>MDR: Mission Definition Review</i>
A	Viabilidade	<i>PRR: Preliminary Requirements Review</i>
B	Definição preliminar	<i>SRR: System Requirements Review (B1)</i> <i>PDR: Preliminary Design Review (B2)</i>
C	Definição detalhada	<i>CDR: Critical Design Review</i>
D	Qualificação e Produção	<i>QR: Qualification Review</i> <i>AR: Acceptance Review</i> <i>ORR: Operational Readiness Review</i>
E	Operação e utilização	<i>FRR: Flight Readiness Review (antes do lançamento)</i> <i>LRR: Launch Readiness Review (imediatamente antes do lançamento)</i> <i>CRR: Commissioning Result Review</i> <i>ELF: End-of-live Review</i>
F	Descarte	<i>MCR: Mission Close-out Review</i>

Até a SRR, entendida como final da Fase B1, as revisões são realizadas no nível de sistema. Após a realização da PDR de sistema, as atividades de decomposição de requisitos e definições de projeto se desdobram para os próximos níveis dos elementos do sistema, i.e. segmentos, subsistemas e equipamentos. Com as etapas de produção e verificação sendo executadas, as revisões de CDR/QR/AR ocorrem no sentido inverso, iniciando primeiro pelos equipamentos, seguindo por subsistemas e finalmente segmentos e sistema. Essa abordagem é conhecida como *modelo-V* e está ilustrado na Figura 2.

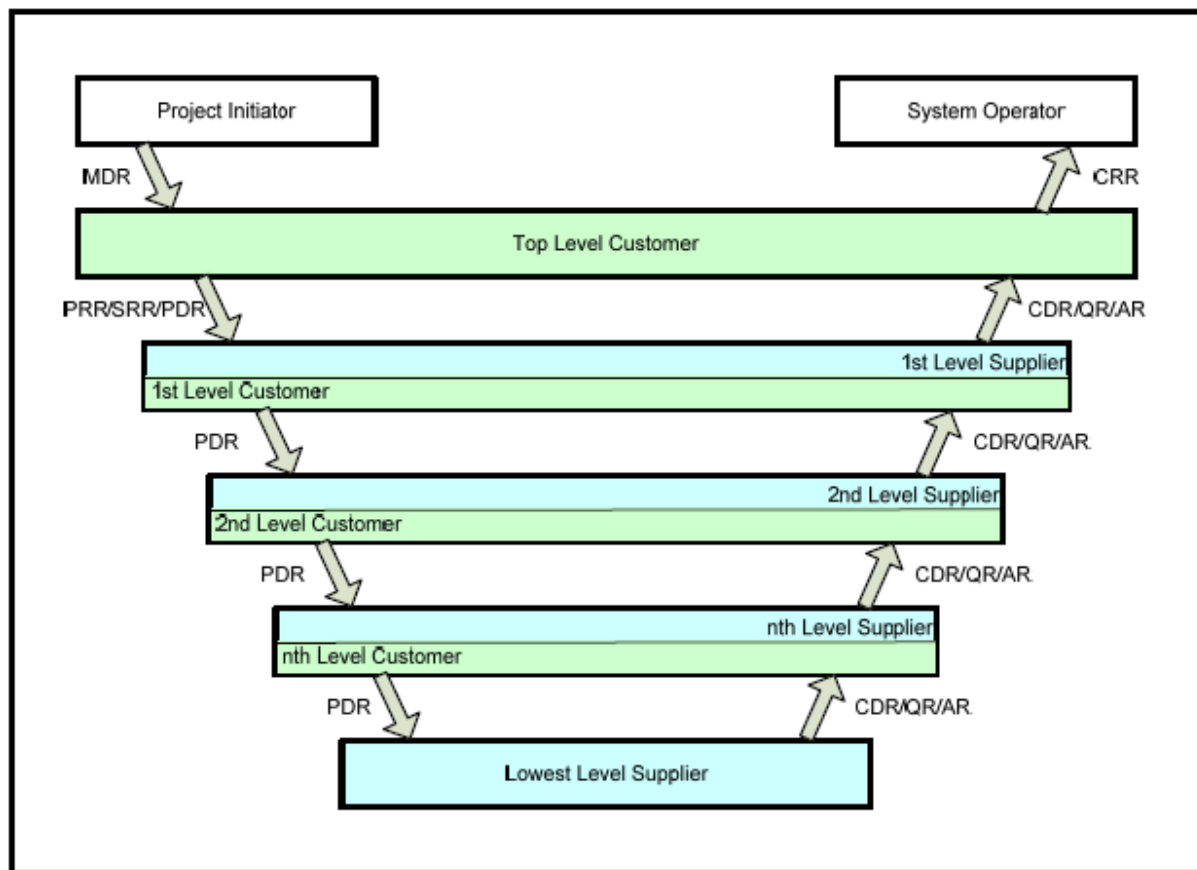


Figura 2 Ciclo de revisões nos diferentes níveis do projeto, segundo a ECSS. **Fonte de referência não encontrada..**

Ainda assim, vale ressaltar, que esse modelo em V é um esquema padrão, que poderá ser adaptado, em função das particularidades do projeto EQUARS e demais necessidades programáticas que venham a ser demandadas.

No momento, as seguintes adaptações estão consideradas para o projeto do EQUARS:

- As revisões das cargas úteis devem ocorrer de maneira paralela ao sistema, visando acomodar os planos de desenvolvimentos dos instrumentos já em andamento;
- Está previsto que a revisão de CDR do segmento espacial ocorra em conjunto com a de missão;
- Não está prevista a realização de QR em nível do segmento espacial e de sistema; e
- Até o momento, a solução identificada para o satélite não prevê o uso de propulsão para manutenção de órbita e, portanto, não é esperado que haja a Fase F na Missão.

Além disto, conforme previsto pela ECSS [DR-3], as revisões de solo (segmento controle e segmento de aplicações científicas na árvore do produto do EQUARS [DA-11]) devem ser customizadas para atender aos desenvolvimentos dos sistemas de solo e engenharia de operação.

As estimativas de duração de cada fase do projeto são apresentadas no cronograma do projeto [DA-9].

De uma maneira geral, as atividades que devem ser desempenhadas pela engenharia de sistemas e o escopo das revisões estão descritos nas subseções a seguir.

2.2.1 Fase 0 – Análise de Missão e Identificação de necessidades

Para a Fase 0, a engenharia de sistemas:

1. Apoia a identificação das necessidades do usuário;
2. Propõe possíveis conceitos do sistema;
3. Apoia a MDR e implementa ações;
4. Elabora uma análise do documento de Declaração do Escopo da Missão e prepara o documento de Descrição da Missão; e
5. Especifica os requisitos para as necessidades expressadas pelo usuário.

2.2.2 Fase A – Viabilidade

Para a Fase A, a engenharia de sistemas:

1. Finaliza a identificação de necessidades do usuário expressas da Fase 0;
2. Propõe soluções de sistema (incluindo a identificação de itens críticos e riscos) para atender as necessidades do usuário;
3. Apoia a PRR e implementa ações;
4. Finaliza a validação de requisitos sobre as necessidades do usuário.

2.2.3 Fase B – Definição preliminar

Para a Fase B, a engenharia de sistemas:

1. Elabora a definição preliminar do sistema para a solução selecionada ao final da Fase A;
2. Demonstra que a solução atende aos requisitos técnicos de acordo com o prazo, orçamento e requisitos do usuário;
3. Apoia a SRR e PDR e implementa respectivas ações; e
4. Define a abordagem de desenvolvimento e atividades do plano de engenharia.

2.2.4 Fase C – Definição detalhada

Para a Fase C, a engenharia de sistemas:

1. Elabora a definição detalhada do sistema;
2. Demonstra a capacidade de atender aos requisitos técnicos da especificação de requisitos técnicos de sistema; e
3. Apoia a CDR e implementa ações.

2.2.5 Fase D – Qualificação e produção

Para a Fase D, a engenharia de sistemas:

1. Finaliza o desenvolvimento do sistema por meio de sua qualificação e aceitação;
2. Finaliza a preparação para a operação e uso do sistema;
3. Apoia a QR e AR e implementa respectivas ações.

2.2.6 Fase E – Operações e uso

Para a Fase E, a engenharia de sistemas:

EQUARS	Plano de Engenharia de Sistemas	
--------	---------------------------------	--

1. Apoia a campanha de lançamento;
2. Apoia o Centro de Rastreo e Controle na operação e uso do sistema;
3. Apoia a FRR, ORR, LRR, CRR e ELR e implementa as respectivas ações; e
4. Apoia a execução de todas as atividades de engenharia de sistemas e o provimento de documentos ao apoio de investigação de anomalias e resoluções.

2.2.7 Fase F – Descarte

Para a Fase F, a engenharia de sistemas:

1. Apoia a instituição no descarte; e
2. Apoia a MCR e implementação de ações.

2.3 ABORDAGEM PARA AQUISIÇÕES

As contratações de serviços e produtos devem seguir a normativa vigente aplicada ao INPE.

As definições de desenvolvimento ou compra dos elementos da árvore do produto serão tomadas nas próximas fases do projeto.

2.4 ITENS CRÍTICOS INICIAIS

N/A.

3 ABORDAGEM DO PROJETO DE SISTEMAS

As tarefas de engenharia de sistemas no projeto EQUARS podem ser agrupadas em cinco categorias:

- Engenharia de requisitos;
- Análise de Sistemas;
- Projeto e configuração;
- Verificação; e
- Integração e controle.

A Engenharia de Requisitos consiste na análise e validação, alocação e manutenção dos requisitos.

A Análise de Sistemas engloba as tarefas de análise funcional, avaliações de efetividade (incluindo a análise de fatores de risco) para resolver conflitos de requisitos, além de avaliação de testes e elaboração de estudos de trade para avaliação de efetividade, riscos, custos e planejamento.

O projeto e configuração levam a definição de uma arquitetura física com características funcionais, físicas e de software completas.

A verificação tem como objetivo demonstrar que os produtos entregues atendem aos requisitos especificados, com a devida qualidade.

A integração e controle coordenam as várias disciplinas de engenharia e participantes ao longo de todas as fases do projeto.

Em cada Fase do projeto, as tarefas de engenharia ocorrem de maneira iterativa, na qual, os requisitos levantados são avaliados em arquiteturas funcionais, cujas funções são alocadas em elementos físicos, que são finalmente verificados contra os requisitos. Eventuais alterações dos requisitos levam a um novo ciclo de análises, projeto e verificação. Tarefas de Integração e Controle garantam a consistência entre as demais tarefas. Esse processo é ilustrado na Figura 3.

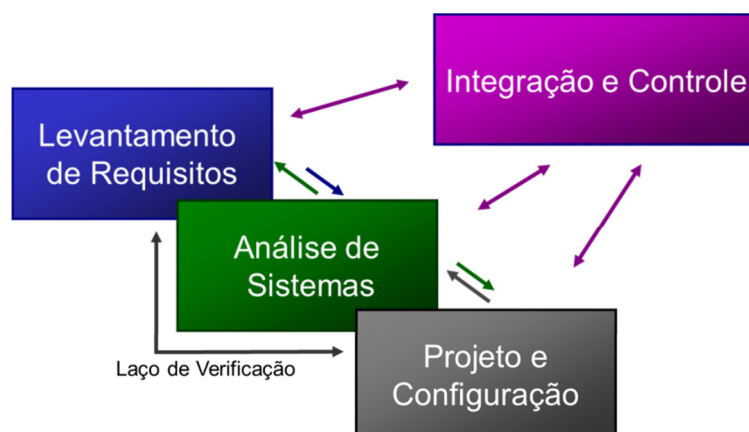


Figura 3 – Processo Iterativo de Engenharia de Sistemas e a Relação entre as Categorias de Tarefas.

3.1 ENTRADAS DE ENGENHARIA DE SISTEMAS

As principais entradas o trabalho de Engenharia de Sistemas da Missão EQUARS são a Declaração do Escopo da Missão [DA-1], os Requisitos da Missão [DA-2] e o documento de Concepção de Operação do Sistema [DA-3].

Todas as tarefas de Engenharia de Sistemas devem adotar o sistema de unidades e sistemas de coordenadas definidos no documento [DA-10].

Além disto, se deve levar em consideração as abordagens, métodos, processos, recursos e organização definidos nos Planos de Gerenciamento do Projeto [DA-4], de Garantia da Missão [DA-6], de Gerenciamento de Riscos [DA-5] e de Gerenciamento da Configuração [DA-7].

3.2 SAÍDAS DE ENGENHARIA DE SISTEMAS

A engenharia de sistemas define e detalha as tarefas de projeto necessárias para se atingir os objetivos do projeto, em cada fase do ciclo de vida. As tarefas de cada Fase devem cobrir minimamente a elaboração dos documentos relacionados no ANEXO A.

Para a Fase A, essas tarefas estão descritas na seção 4.1.

Nos Plano de Desenvolvimento dos produtos do próximo nível do sistema (e.g. segmentos, subsistemas, etc), a engenharia de sistemas deve definir a filosofia de modelos adotada, em termos de número e tipo de modelo, de maneira a se atingir um alto grau de confiabilidade na verificação do produto.

3.2.1 Política de margens

O projeto de arquiteturas do sistema devem considerar valores percentuais de **margem** e **contingências** sobre o valor estimado de um determinado parâmetro de engenharia.

A margem é definida pela seguinte relação:

$$\text{Margem (percentual)} = ((\text{Recurso Disponível} - \text{Valor Estimado}) / \text{Valor Estimado}) \times 100.$$

Diferentes níveis de margens devem ser adotados, dependendo do nível da fase, do nível de detalhamento do projeto e da disciplina de engenharia, conforme definido na Tabela 2.

Tabela 2 – Política de margens em função da fase do projeto e da disciplina de engenharia.

Recurso	Fase A	Fase B	Fase C	Fase D
Massa	≥25%	≥20%	≥15%	0
Potência (wrt EOL)	≥25%	≥15%	≥15%	≥10%
Propelente	3σ: pior caso de massa do satélite; baixa performance do lançador; baixa performance do S/S de propulsão; erros e limitações de dinâmica de voo; falha de propulsor.			
Canais de TMTC	≥20%	≥15%	≥10%	0

Além disto, sobre os valores estimados para um dado parâmetro, os seguintes percentuais de contingência devem ser adotados, com base na herança de voo de equipamentos:

- >5% para itens “Off-the-shelf” (Categoria ECSS A/B);
- >10% para itens “Off-the-shelf” que requerem pequenas modificações (Categoria ECSS C); ou
- >20% para novos projetos e desenvolvimento de itens ou aqueles que requerem grandes modificações ou re-projeto (Categoria ECSS D).

A relação entre margem e contingência está ilustrada na Figura 4.

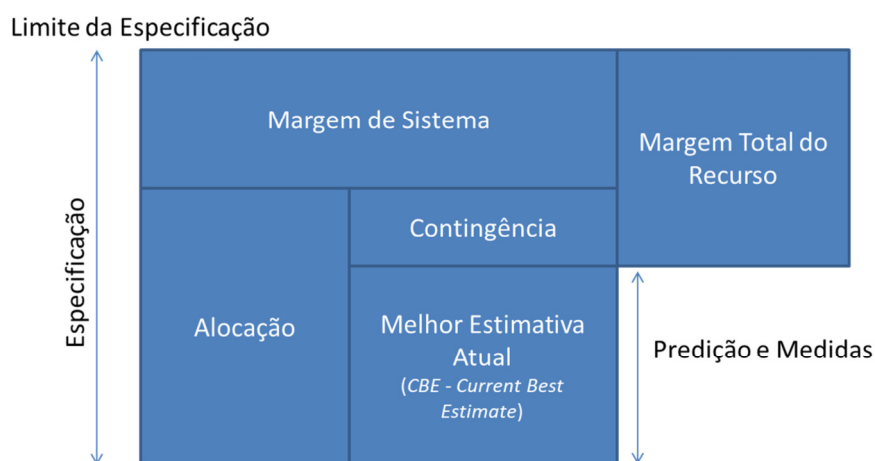


Figura 4 – Relação entre margem e contingência.

4 IMPLEMENTAÇÃO E PLANOS RELACIONADOS

4.1 DESCRIÇÃO DAS TAREFAS DE ENGENHARIA DE SISTEMAS PARA FASE A

4.1.1 Descrição do processo de engenharia de sistemas

O processo geral de Engenharia de Sistemas adotado para a Fase A da Missão EQUARS está ilustrado na Figura 5. As tarefas que compõem esse processo estão descritas a seguir.

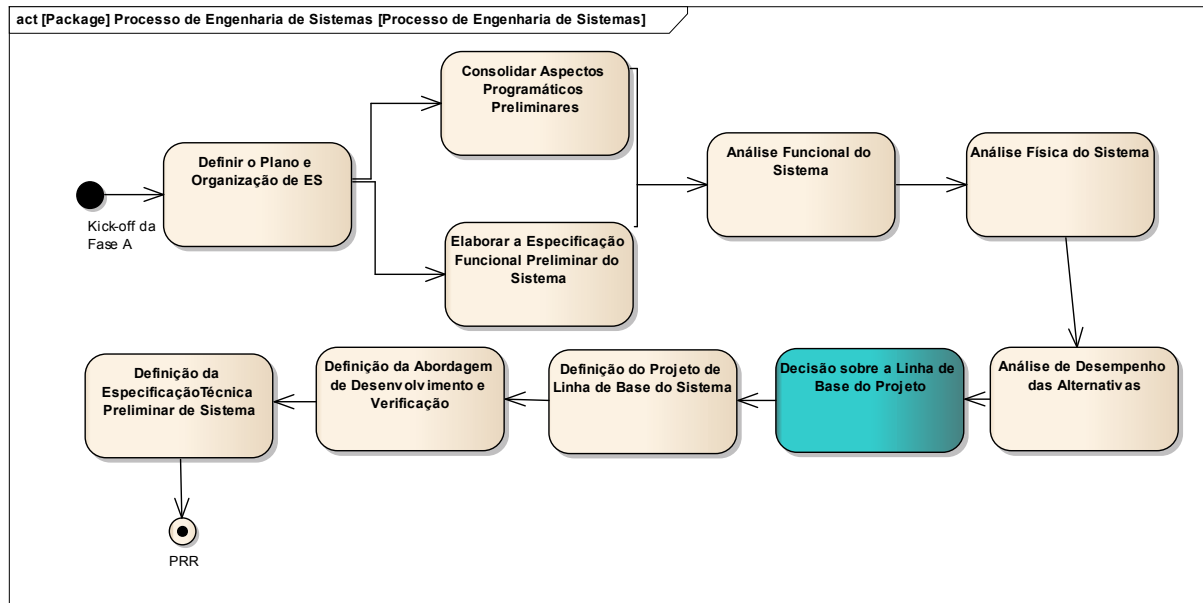


Figura 5 – Processo de Engenharia de Sistemas para a Fase A.

4.1.1.1 Definir o Plano e Organização de Engenharia de Sistemas

Esta tarefa consiste na definição do presente Plano para a Fase A.

Saídas: Plano de Engenharia de Sistemas.

4.1.1.2 Consolidação dos Aspectos Programáticos Preliminares

Participar do levantamento e consolidação de aspectos programáticos junto ao usuário final e a instituição, incluindo estratégias de lançadores, política industrial, acordos de cooperação e aspectos organizacionais, custos, prazos e riscos.

Saídas: Síntese de aspectos programáticos consolidados.

4.1.1.3 Elaboração da Especificação Funcional Preliminar do Sistema

Consolidação de requisitos funcionais preliminares do sistema com base em atualizações e esclarecimentos providos pelo usuário.

Saídas: Especificação funcional preliminar do sistema; Dossiê de Justificativa de Requisitos.

4.1.1.4 *Análise Funcional do Sistema*

Definição de uma ou mais arquitetura funcionais e representações lógicas da solução que atendam aos requisitos técnicos. Inclui:

- A seleção e implementação de uma ou mais abordagem para prover uma definição abstrata de solução;
- A elaboração de arquiteturas funcionais do sistema;
- Alocação dos requisitos técnicos de sistema para os elementos lógicos da arquitetura funcional e definição dos requisitos técnicos de nível mais baixo no sistema;
- A verificação de que a arquitetura técnica funcional atende aos requisitos funcionais preliminares do sistema; e
- Emissão da arquitetura funcional e árvore funcional.

Saídas: Arquitetura funcional; Árvore funcional

4.1.1.5 *Análise Física do Sistema*

Identificar e caracterizar conceitos e elementos físicos relacionados capazes de implementar as funções individuais e, conseqüentemente, atender aos requisitos técnicos da arquitetura funcional.

Saídas: Matriz tecnológica preliminar.

4.1.1.6 *Análise de Desempenho das Alternativas*

Estabelecer alternativas de implementação do sistema com base nas concepção e tecnologia identificados. Inclui:

- A elaboração de alternativas viáveis de implementação do sistema como um todo com base nas alternativas de arquiteturas funcionais;
- O detalhamento das alternativas de implementação do sistema para o próximo nível do sistema;
- A definição da filosofia de margem para definição de budget técnico;
- A elaboração de budgets de sistema (e.g. custo, massa, potência, enlace);
- A elaboração da matriz de conformidade das alternativas com os requisitos técnicos funcionais.

Saídas: Relatórios técnicos de arquiteturas; Matriz de rastreabilidade; Dados técnicos para avaliação de risco, custo e prazo.

4.1.1.7 *Decisão sobre a Linha de Base do Projeto*

Caso mais de um alternativa de implementação do sistema tenha sido identificada e elaborada, esta tarefa consiste em conduzir estudos de trade-off que avaliem as opções e conduza a seleção daquelas que seguirão para a fase B.

Saídas: Relatório de Trade-off.

4.1.1.8 Definição do Projeto de Linha de Base do Sistema

Definir e refinar o projeto da linha de base até o próximo nível do sistema, em termos de arquitetura funcional, árvore funcional, configuração física, árvore de produto, budgets, produção e operações, levando em consideração aspectos gerenciais e logísticos.

Saídas: Especificação funcional do sistema; Dossiê de justificativa de requisitos; Definição Preliminar da Linha de Base do sistema; Árvore funcional; Árvore de Produto preliminar; Matriz de Rastreabilidade de Requisitos; Documento de Concepção de Operação.

4.1.1.9 Definição da Abordagem de Desenvolvimento e Verificação

Estabelecer os processos de Engenharia de Sistema para o desenvolvimento do sistema espacial e as estratégias de verificação para aceitação do produto final.

Saídas: Plano de Engenharia de Sistemas; Plano de Verificação Preliminar do Sistema

4.1.1.10 Definição da Especificação Técnica Preliminar de Sistema

Produzir a especificação técnica preliminar de sistema em função do projeto preliminar da linha de base, derivada da especificação funcional.

Saídas: Especificação Preliminar de Requisitos Técnicos de Sistema; Dossiê de Justificativa de Requisitos; Matriz de Rastreabilidade de Requisitos.

4.1.2 Integração de disciplinas de engenharia

As tarefas deste Plano de Engenharia são executadas com o apoio de análises de arquiteturas de controle de órbita e atitude, comunicações, elétrica, supervisão de bordo, mecânica e térmica. Cada disciplina tem uma metodologia estabelecida na área de sistemas da CGETE para elaboração de *budgets* e concepção de arquiteturas.

4.2 PLANOS RELACIONADOS

Em complemento a este Plano de Engenharia de Sistemas, cada segmento deve elaborar um Plano de Desenvolvimento geral e demandar que os seus subsistemas e equipamentos tenham seus respectivos planos de desenvolvimento. Todos planos devem estar de acordo com os Planos de Gerenciamento do Projeto [DA-4], de Gerenciamento de Riscos [DA-5], de Garantia de Missão [DA-6] e de Gerenciamento da Configuração [DA-7].

Além disto, para cada Plano de Desenvolvimento deve existir um respectivo Plano de Verificação e Plano de Integração e Testes e, sempre que necessário, um Plano Tecnológico.

No caso do presente documento, aplica-se o Plano de Verificação e Validação do Sistema EQUARS [DA-8].

4.3 MÉTODOS, FERRAMENTAS E MODELOS DE ENGENHARIA DE SISTEMAS

Para apoiar o processo de engenharia de requisitos, o projeto utiliza a ferramenta Integrity. Além de servir como banco de dados centralizado para requisitos de todos os níveis do sistema, a ferramenta permite relacionar cada requisito ao seu respectivo pai e/ou filho e a outros atributos de verificação e justificativa, automatizando, assim, a geração de relatórios de rastreabilidade e garantindo a consistência dos dados de engenharia.

EQUARS	Plano de Engenharia de Sistemas	
--------	---------------------------------	--

Já para o processo de elaboração de análises de arquiteturas funcionais e físicas, o projeto adota a *System Modeling Language* (SysML) para modelagem de dados de engenharia na ferramenta *Enterprise Architect*, adaptando a metodologia descrita por Mhenni et ali [DR-4].

Contudo, para elaboração dos conceitos de arquiteturas do satélite, o uso do SysML é ainda TBC-1.

A interface desses sistemas de informação com os fornecedores para intercâmbio de dados de engenharia será definida nas próximas fases do projeto (TBD-1).

5 ASPECTOS DE ENGENHARIA DE SISTEMAS PARA AS PRÓXIMAS FASES

Para a próxima fase do projeto, as seguintes atividades de Engenharia de Sistemas devem ser efetuadas:

1. Treinamento da equipe de engenharia de sistemas em MBSE;
2. Atualização do presente Plano;
3. Consolidação dos requisitos preliminares de sistema;
4. Consolidação dos aspectos programáticos;
5. Consolidação da linha de base de sistemas;
- 6. Realização da Revisão de Requisitos de Sistema (SRR);**
7. Consolidação de aspectos tecnológicos;
8. Consolidação do conceito de operação do sistema e a arquitetura funcional;
9. Definição e justificativa da linha de base da arquitetura física do sistema;
10. Consolidação da abordagem de desenvolvimento e verificação (este plano);
11. Estabelecimento das especificações de nível seguinte do sistema;
12. Revisão do status da linha de base de sistema e planos associados;
13. Apoio aos processos de licitação e avaliação de propostas do próximo nível do sistema;
14. Seleção de fornecedores do próximo nível de sistema;
15. Elaboração da linha de base da arquitetura física de sistema atualizada;
16. Planejamento da implementação técnica para as Fases C e D; e
- 17. Realização da Revisão de Projeto Preliminar (PDR) de Sistema.**

ANEXO A RELATÓRIO DE DOCUMENTOS DE ENGENHARIA DE SISTEMA PREVISTOS PARA CADA FASE DO PROJETO

	MDR	PRR	SRR	PDR	CDR	QR	AR	ORR	FRR	LRR	CRR	ELR	MCR
Documento Title	Phase												
	0	A	B	C	D	E							F
	MDR	PRR	SRR	PDR	CDR	QR	AR	ORR	FRR	LRR	CRR	ELR	MCR
Mission description document (MDD)	X	X											
Specifications													
Preliminary technical requirements specification	X	X											
Technical requirements specification			X										
Interface requirements document		X	X	X									
System engineering plan (SEP)	X	X	X	X	X	X	X						
Technology plan		X	X	X									
Technology matrix		X	X	X									
Verification plan		X	X	X	X	X	X						
AIT QM/FM plan				X	X	X	X						
Coordinate system document		X	X	X	X	X							
Design definition file (DDF)		X	X	X	X	X							
Function tree		X	X	X									
Product tree		X	X	X									
Specification tree			X	X									
Technical budget		X	X	X	X	X	X						
Preliminary technical requirements specification	X	X											
Technical requirements specifications for next lower level		X	X										
Design definition file for next lower level				X	X	X	X						
Interface control document			X	X	X	X	X	X	X	X			
Interface definition document (IDD)			X	X	X								
Product User manual / User Manual					X	X	X	X	X	X	X	X	X
Design justification file (DJF)		X	X	X	X	X							
Requirements traceability matrix w.r.t. next lower level	X	X	X										
Requirement justification file	X	X	X	X									
System concept report	X	X											
Trade off reports	X	X	X	X	X								
Verification control document		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Test specification					X	X	X	X	X	X	X	X	X
Analysis report		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mathematical model description			X	X	X	X							
Correlation report					X	X							
Test procedure					X	X	X	X	X				
Test report					X	X	X	X	X	X	X	X	X
Verification report						X	X	X	X	X	X	X	X
Design justification file for next lower level					X	X	X						
Review of design report					X	X							
Inspection report					X	X	X						
GSE specifications				X	X	X	X						
GSE Data packages					X	X	X						

LISTA DE ITENS <i>TO BE DEFINED</i>			
ID	DESCRIÇÃO	STATUS	PREVISÃO DE CONCLUSÃO
TBD-1	Falta definir a interface para troca de dados de engenharia do projeto com fornecedores.	ABERTO	PDR
LISTA DE ITENS <i>TO BE CONFIRMED</i>			
ID	DESCRIÇÃO	STATUS	PREVISÃO DE CONCLUSÃO
TBC-1	O uso de SysML para modelar a concepção das arquiteturas do satélite ainda deve ser definido, pois depende de treinamento da equipe de arquitetos neste tipo de modelagem.	ABERTO	SRR