6º SeP P&D
Seminário de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento em Veículos Espaciais e Tecnologias Associadas
Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores

O Veículo Lançador de Microsatélites

Dr. Luís Eduardo LOURES
Grupo de Engenharia de Sistemas do IAE
GENSIS

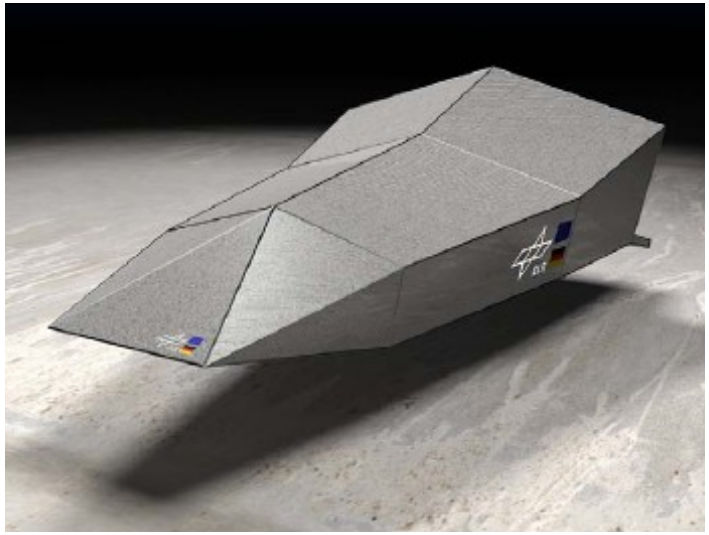
08 e 09 de agosto de 2012
São José dos Campos - SP

Apoio

Sumário

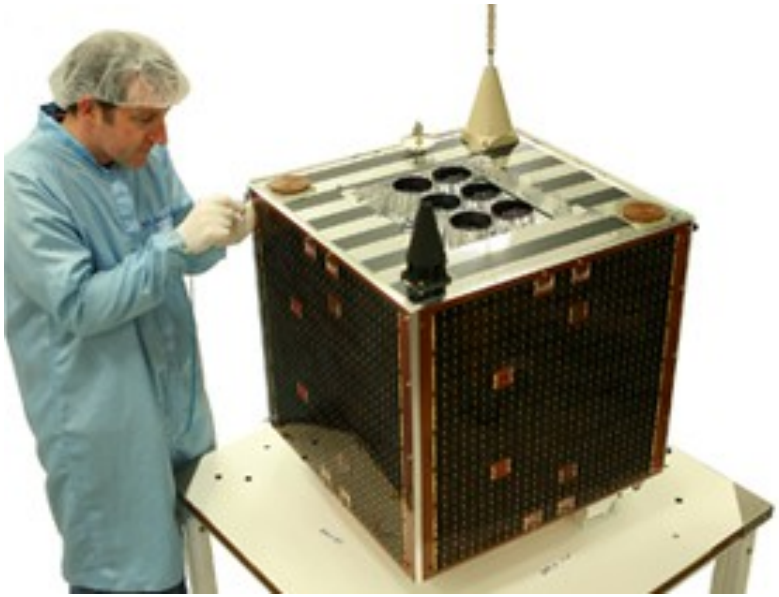
Missão do DLR

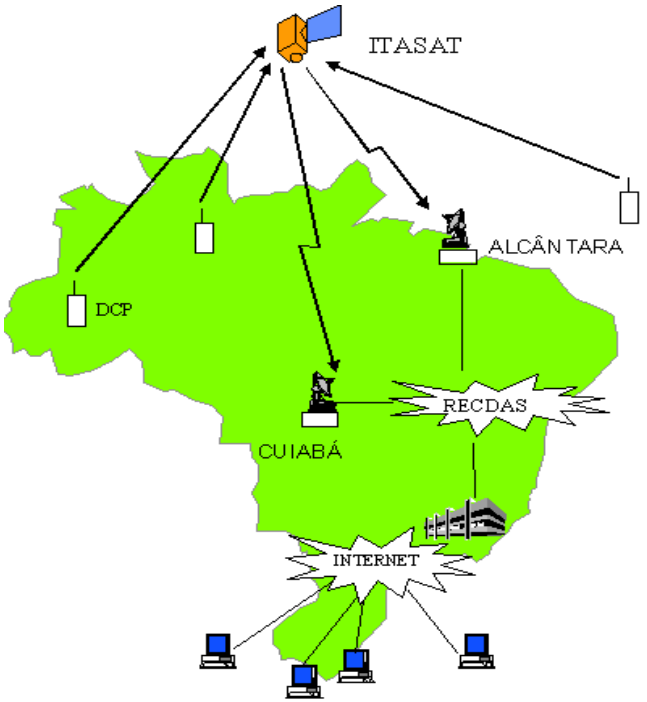
Lançar em 2015 o SHEFEX 3 em uma trajetória de reentrada com velocidade final de 7 km/s em 100 km de altitude



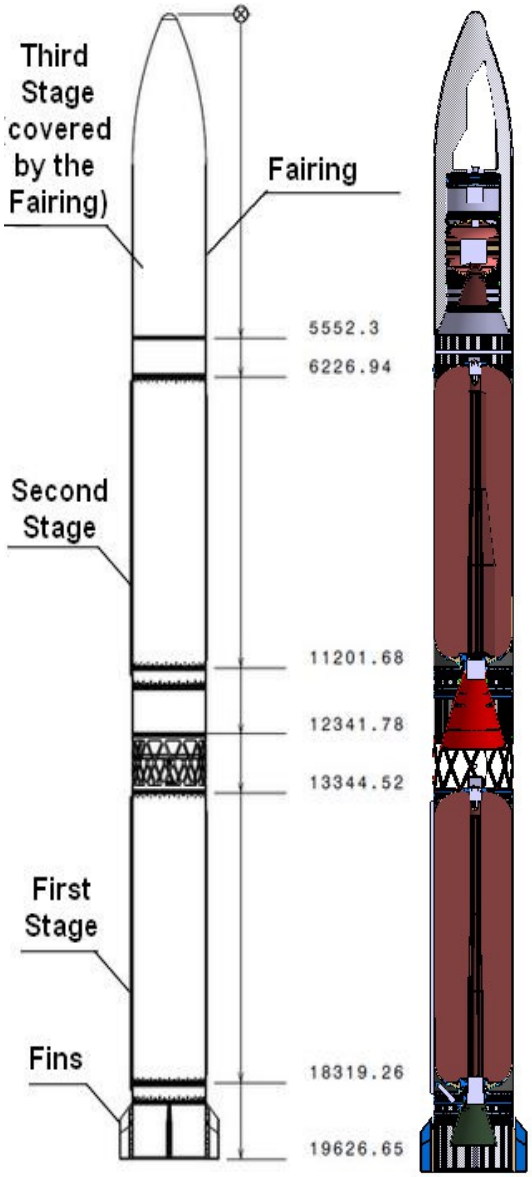
Missão do DCTA

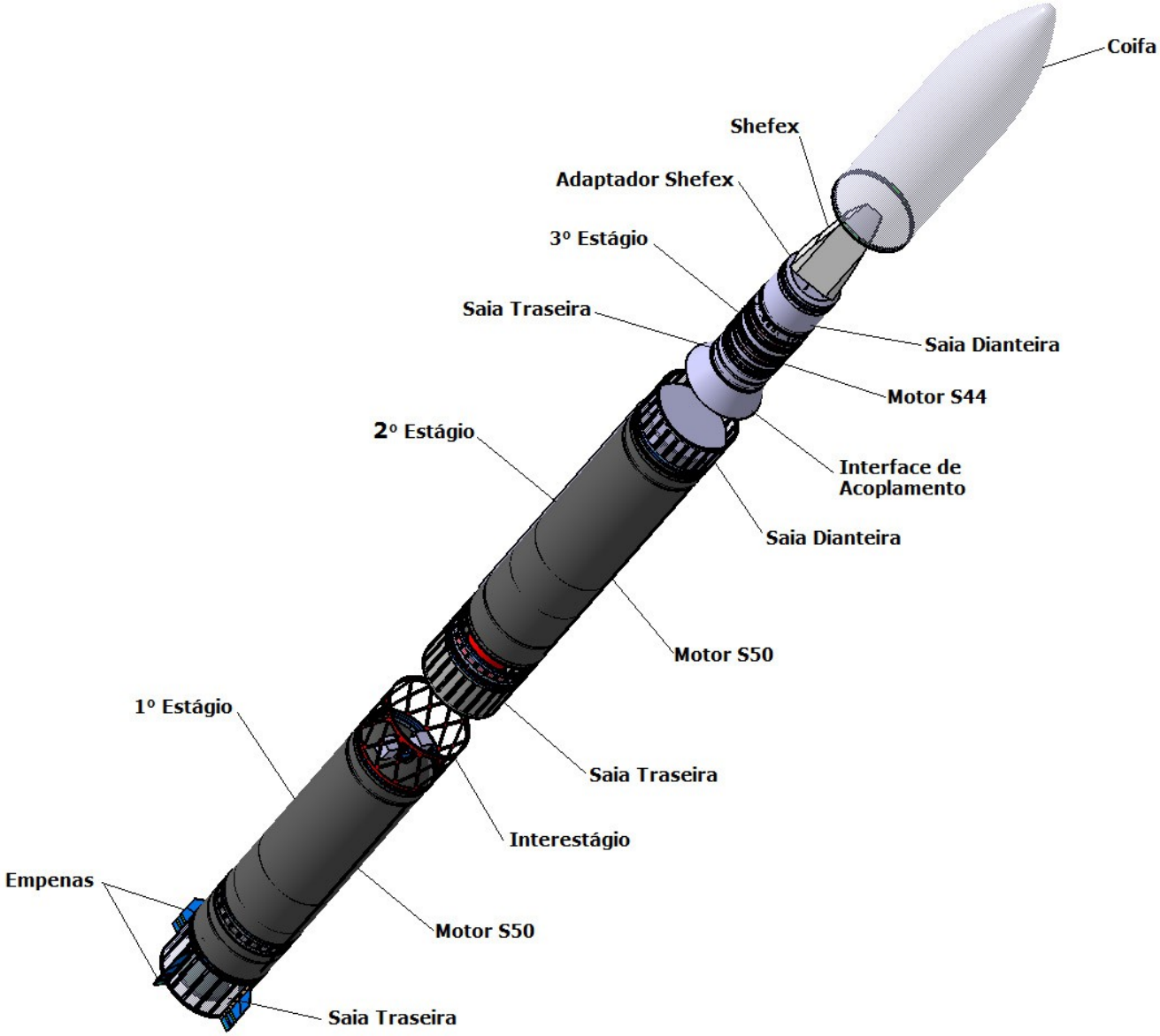
Desenvolver um lançador para colocar Microsatélites (até 150 kg) em Órbita Baixa





VLM-1


Third Stage covered by the Fairing)
Fairing
5552.3
6226.94
Second Stage
11201.68
12341.78
13344.52
First Stage
Fins
18319.26
19626.65


Coifa
Shefex
Adaptador Shefex
3º Estágio
Saia Traseira
Saia Dianteira
Motor S44
2º Estágio
Interface de Acoplamento
Saia Dianteira
Motor S50
1º Estágio
Saia Traseira
Interestágio
Empenas
Motor S50
Saia Traseira

Engenharia de Sistemas

(NASA Handbook):

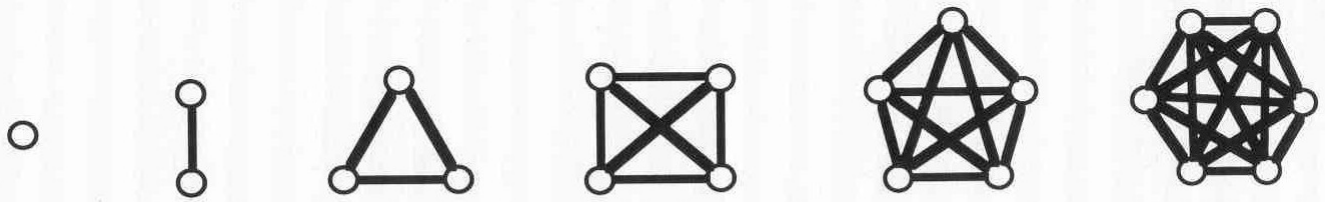
é

um processo robusto

para

projeto, criação e operação de sistemas

Complexidade aumenta com o número de componentes

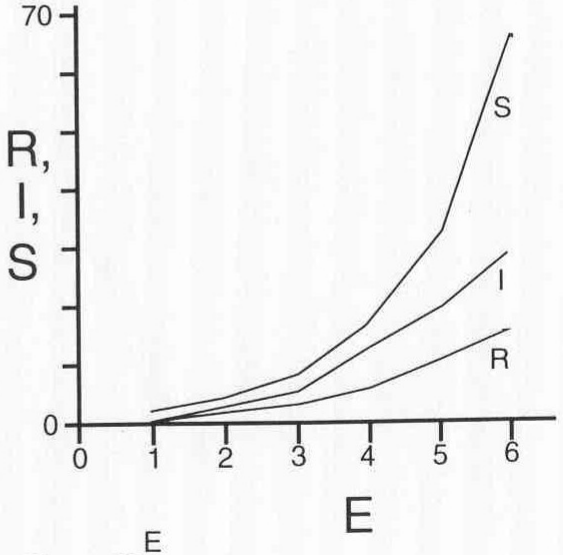


Elements E = 1 2 3 4 5 6 ...

Relationships R = 0 1 3 6 10 15 ...

Interactions I = 0 2 6 12 20 30 ...

States S = 2 4 8 16 32 64 ...



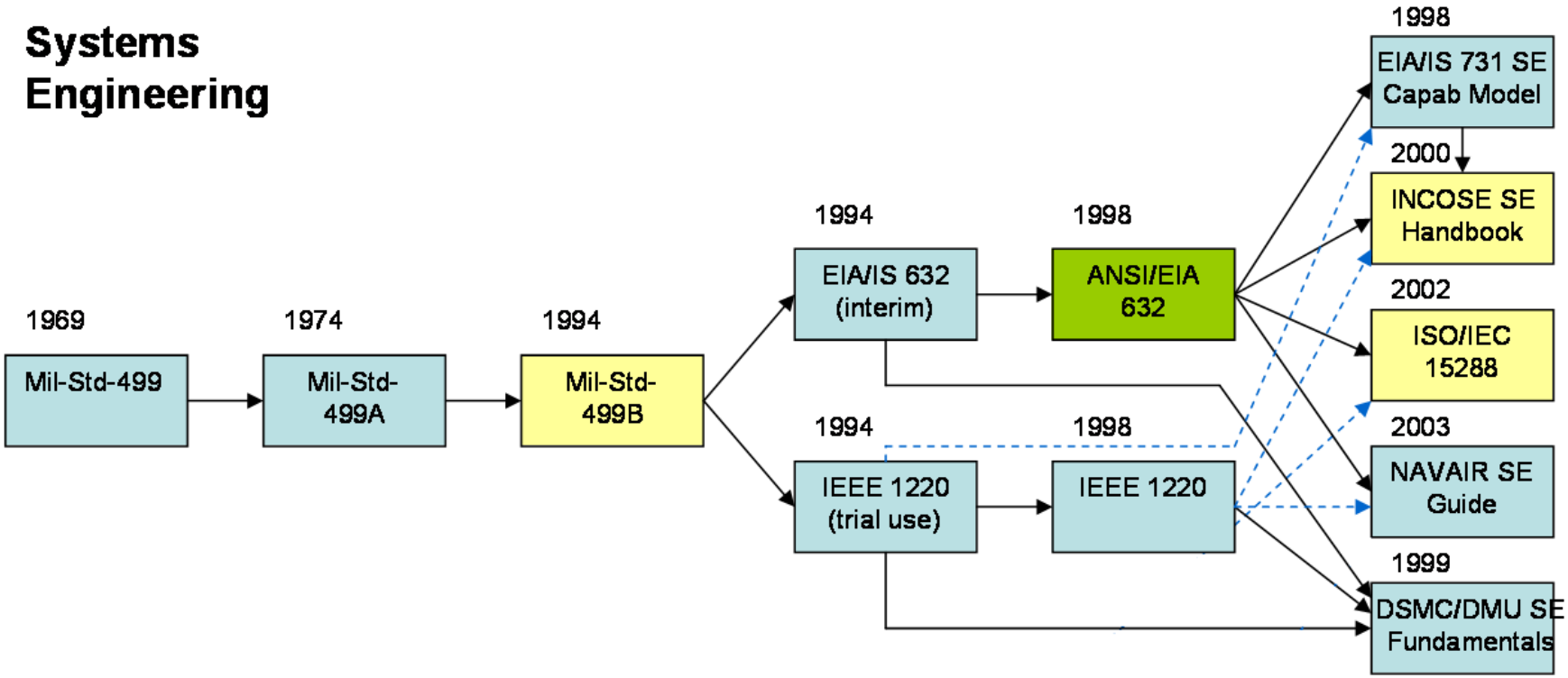
$$R = \sum_{x=1}^{x=E-1} (E-x)$$

$$I = 2\sum_{x=1}^{x=E-1} (E-x)$$

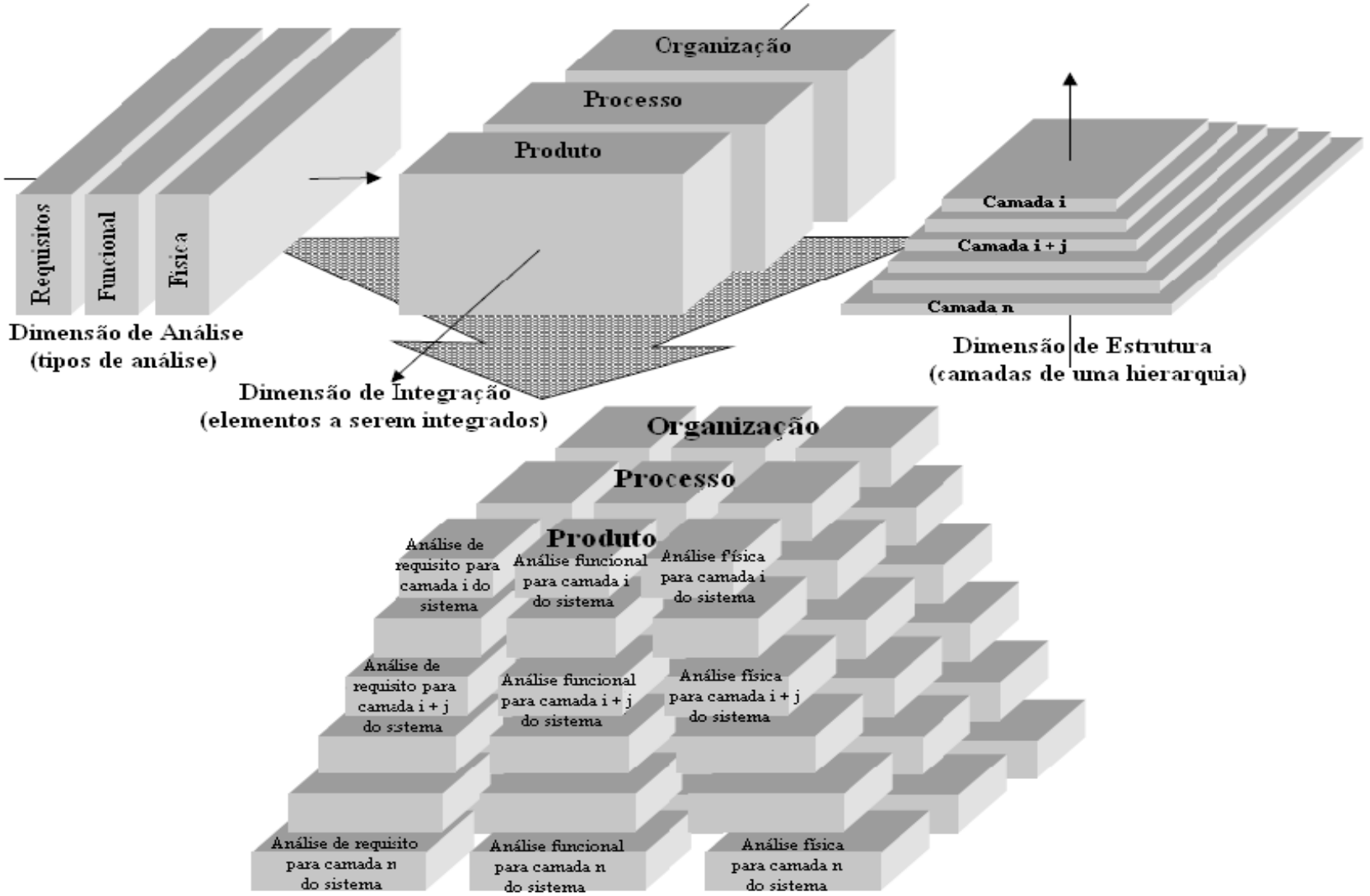
$$S = 2^{E}$$

(Assumes each element has two states..."On" or "Off")

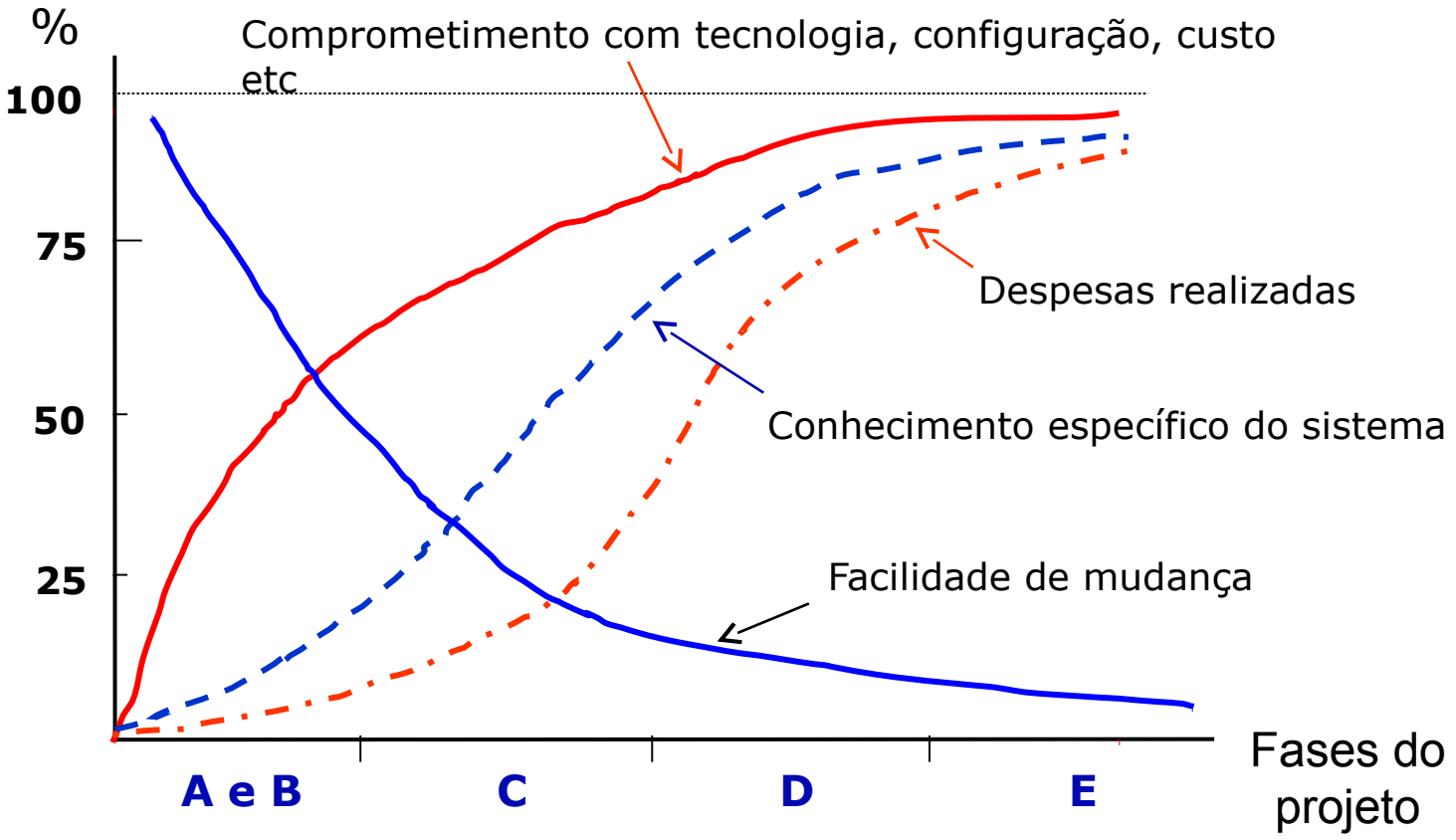
Normalização



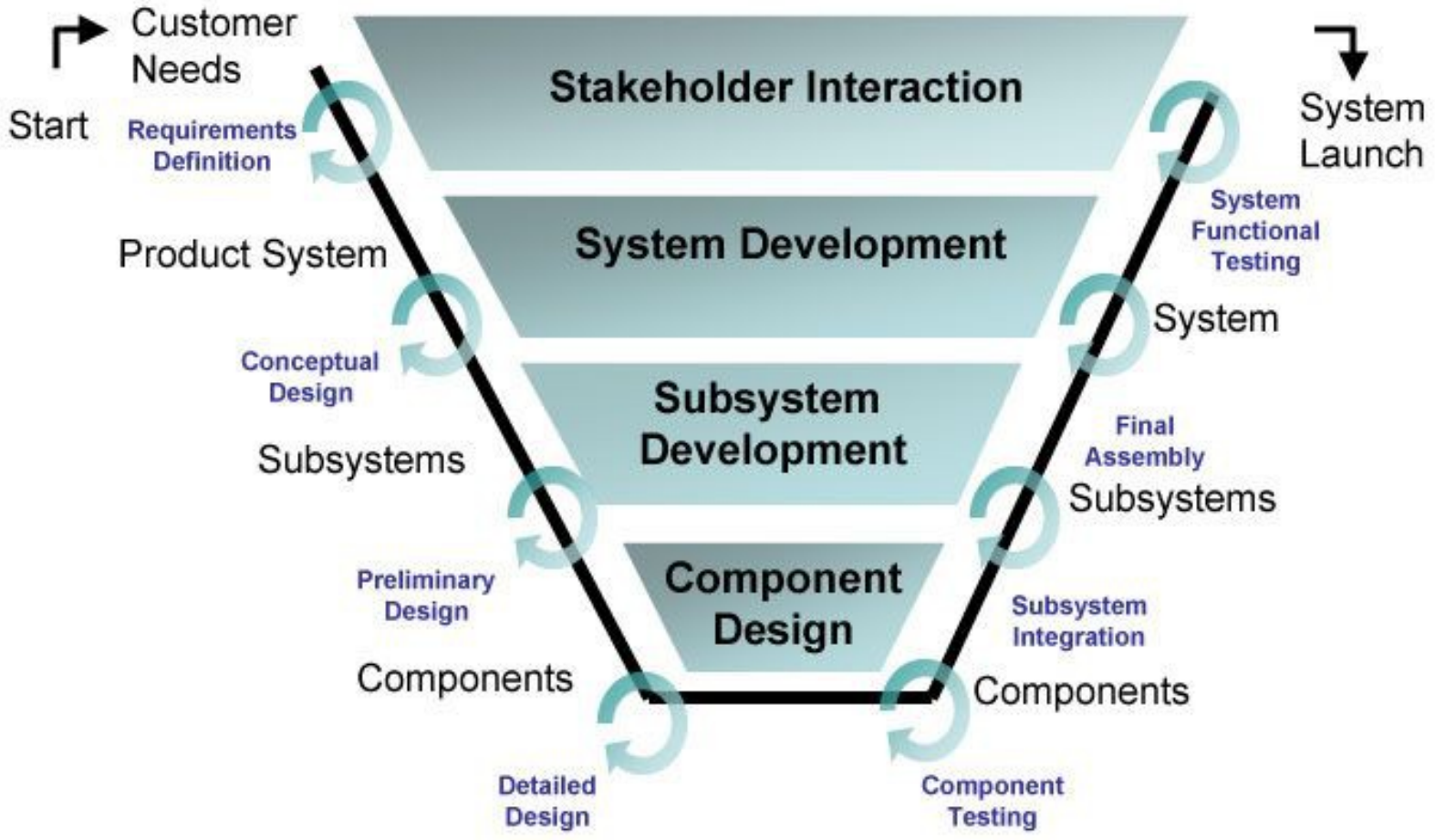
Abordagem Moderna de Engenharia de Sistemas



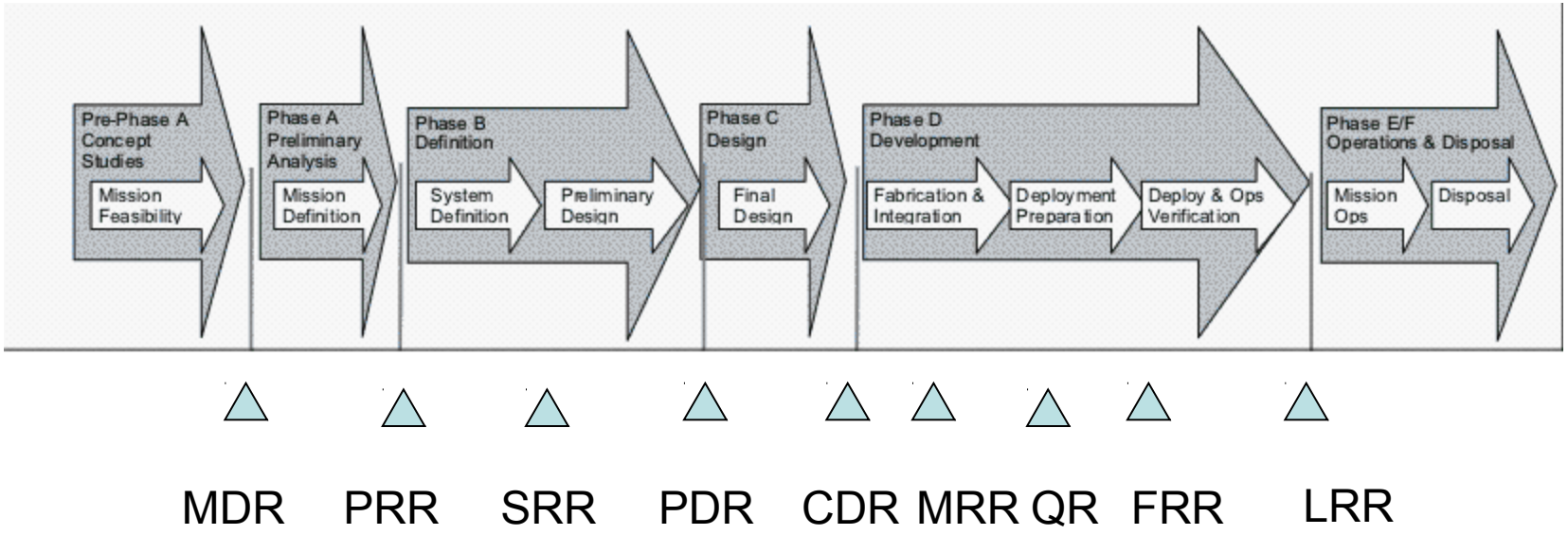
Porque gastar tanto tempo “pensando” ?



Modelo em V de SE



Revisões de Projeto



Model Based Systems Engineering

Reprodução de um sistema completo

por um

Modelo Integrado e internamente consistente

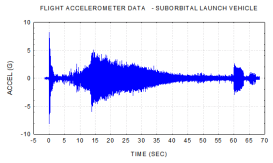
do sistema com ferramentas de

projeto, desenvolvimento, integração, teste e suporte

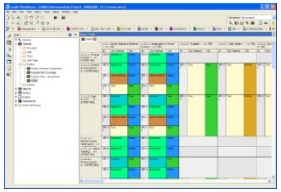
6º SeP P&D
Seminário de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento em Veículos Espaciais e Tecnologias Associadas
Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores

IAE

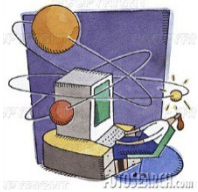
MBSE



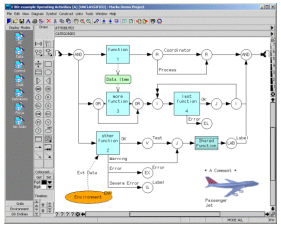
Ambiente



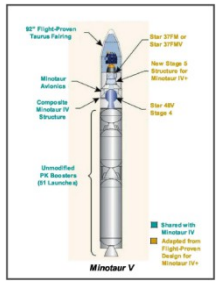
Requisitos



projeto



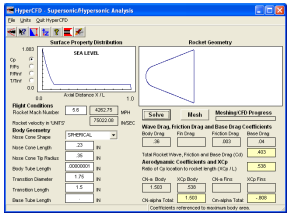
Análise Funcional



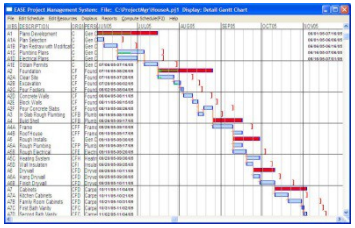
Arquitetura Física

Concepção

Simulação



Modelo do Sistema



Gerenciamento

Produção

Operação

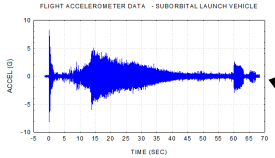
Integração

Transporte

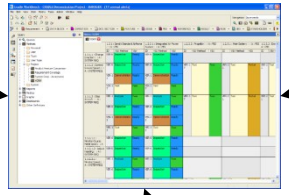
Verificação

6º SeP P&D
Seminário de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento em Veículos Espaciais e Tecnologias Associadas
Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores

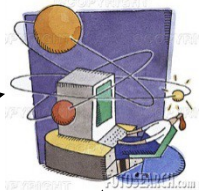
Conexão dos Modelos



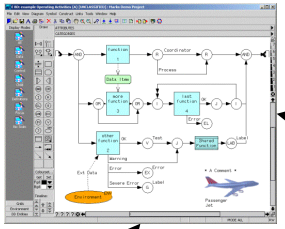
Ambiente



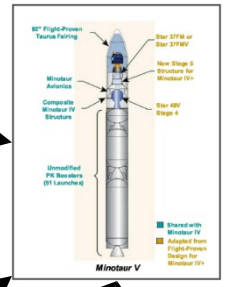
Requisitos



projeto



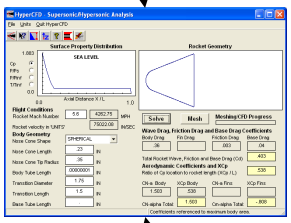
Análise Funcional



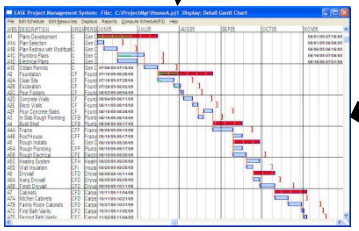
Arquitetura Física

Concepção

Simulação

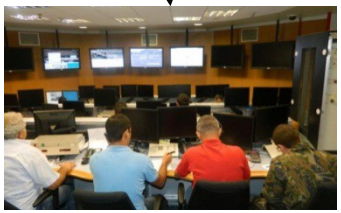


Produção



Gerenciamento

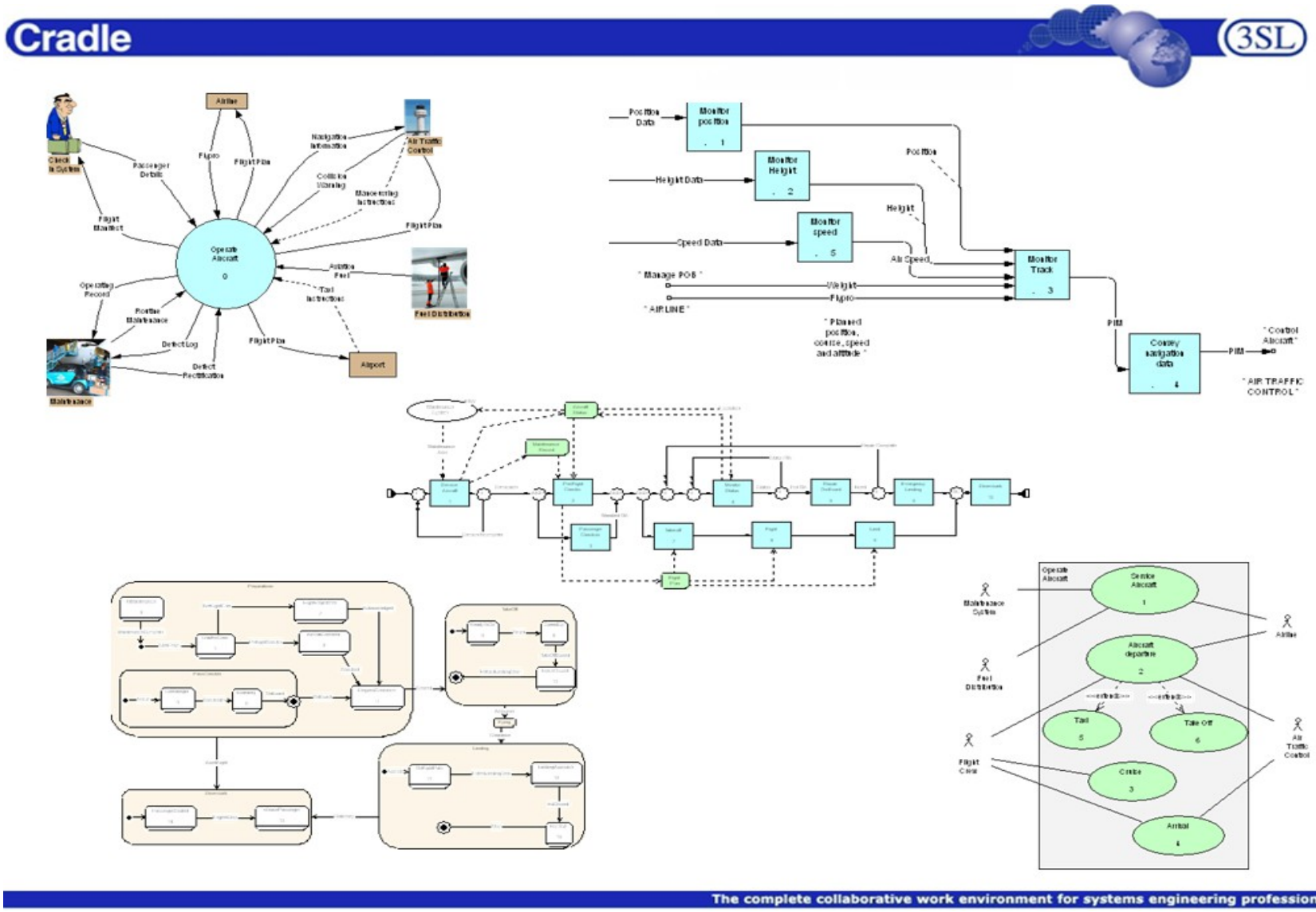
Operação



Integração

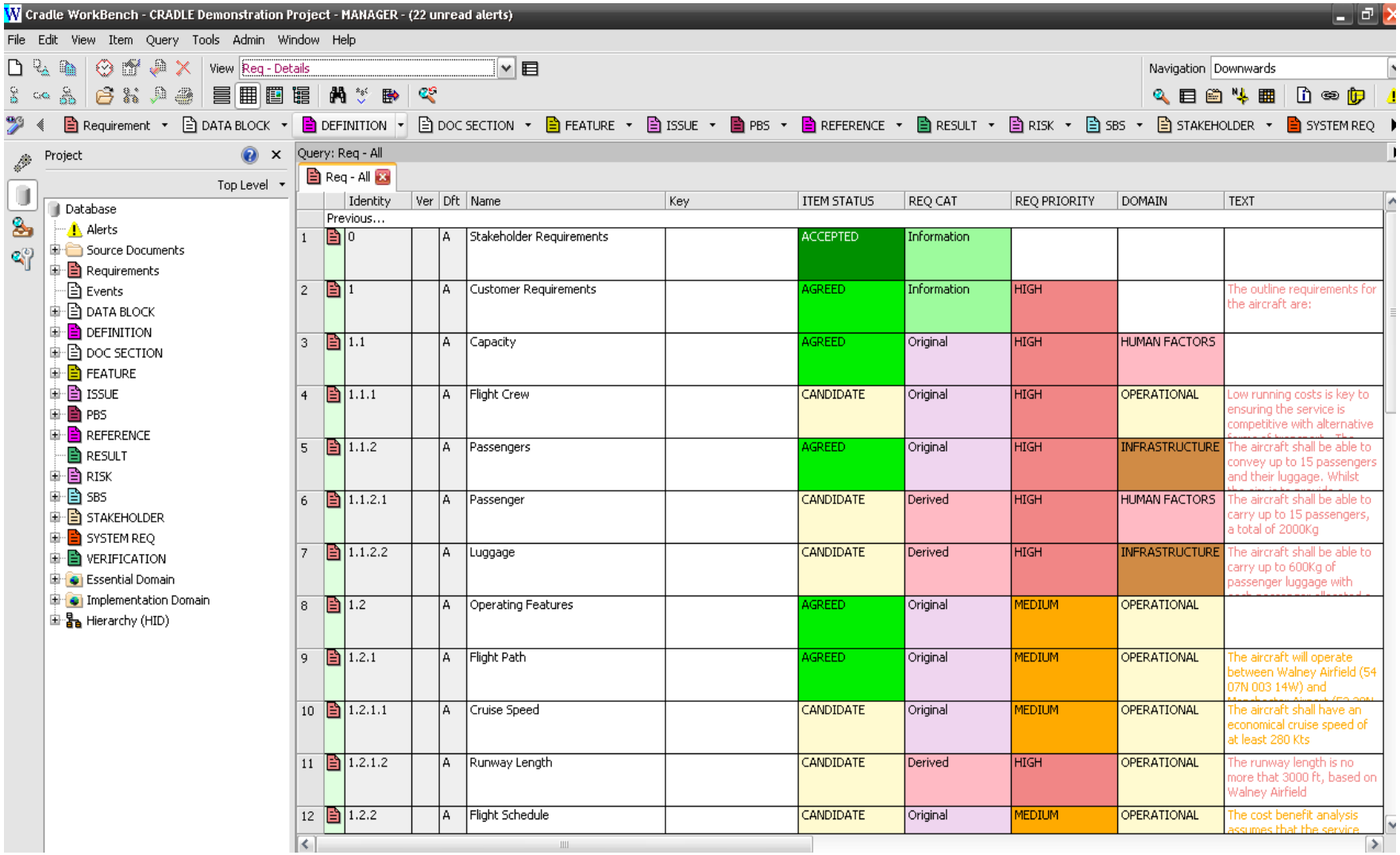
Transporte

Verificação



Fonte: FULINDI, J. B., Apresentação realizada para o curso de Pós-Graduação do ITA, 2010.

Matriz de atributos de requisitos

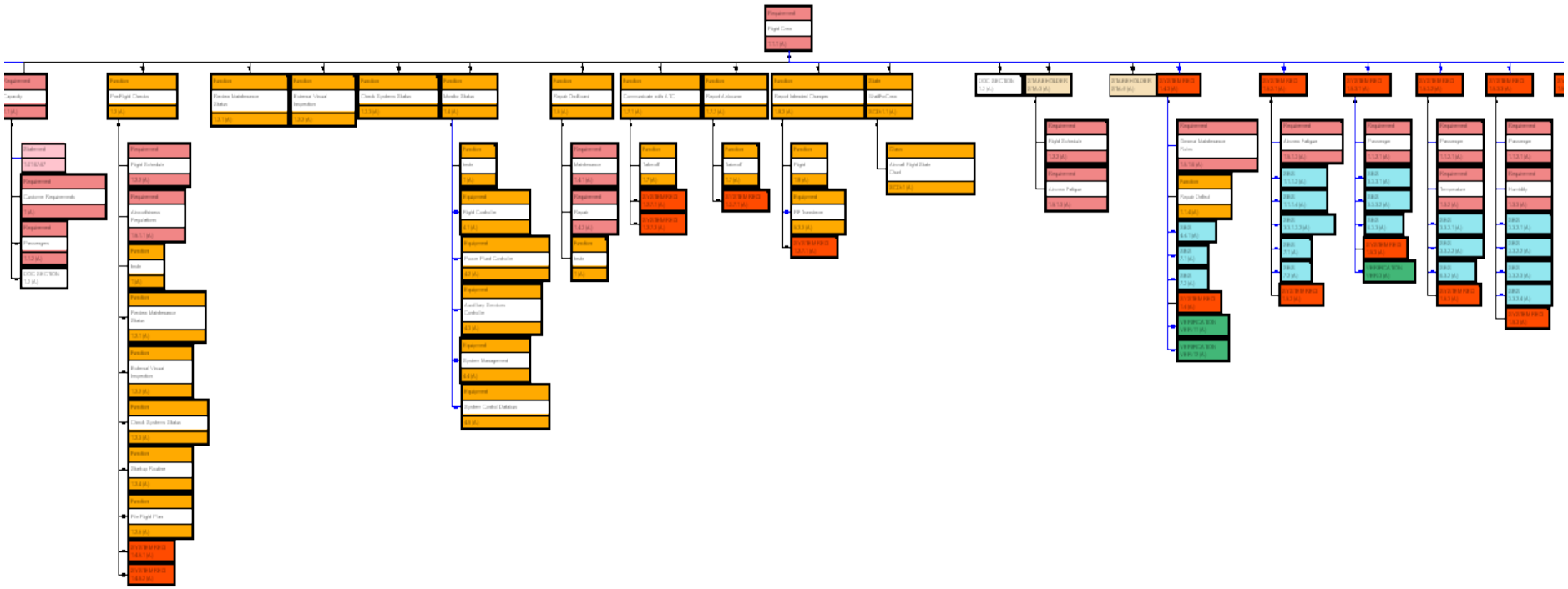


		Identity	Ver	Dft	Name	Key	ITEM STATUS	REQ CAT	REQ PRIORITY	DOMAIN	TEXT
	Previous...										
1		0		A	Stakeholder Requirements		ACCEPTED	Information			
2		1		A	Customer Requirements		AGREED	Information	HIGH		The outline requirements for the aircraft are:
3		1.1		A	Capacity		AGREED	Original	HIGH	HUMAN FACTORS	
4		1.1.1		A	Flight Crew		CANDIDATE	Original	HIGH	OPERATIONAL	Low running costs is key to ensuring the service is competitive with alternative
5		1.1.2		A	Passengers		AGREED	Original	HIGH	INFRASTRUCTURE	The aircraft shall be able to convey up to 15 passengers and their luggage. Whilst
6		1.1.2.1		A	Passenger		CANDIDATE	Derived	HIGH	HUMAN FACTORS	The aircraft shall be able to carry up to 15 passengers, a total of 2000Kg
7		1.1.2.2		A	Luggage		CANDIDATE	Derived	HIGH	INFRASTRUCTURE	The aircraft shall be able to carry up to 600Kg of passenger luggage with
8		1.2		A	Operating Features		AGREED	Original	MEDIUM	OPERATIONAL	
9		1.2.1		A	Flight Path		AGREED	Original	MEDIUM	OPERATIONAL	The aircraft will operate between Walney Airfield (54 07N 003 14W) and
10		1.2.1.1		A	Cruise Speed		CANDIDATE	Original	MEDIUM	OPERATIONAL	The aircraft shall have an economical cruise speed of at least 280 Kts
11		1.2.1.2		A	Runway Length		CANDIDATE	Derived	HIGH	OPERATIONAL	The runway length is no more that 3000 ft, based on Walney Airfield
12		1.2.2		A	Flight Schedule		CANDIDATE	Original	MEDIUM	OPERATIONAL	The cost benefit analysis assumes that the service

Diagrama de rastreabilidade de stakeholders: requisitos, funções, PBS, verificação

X HID: HID 1.1.1 (A)

Domain:	X	Namespace:	Default		
Subtype:	HID	Identity:	HID 1.1.1	Author:	MANAGER
Draft:	A	Version:		Name:	Flight Crew Hierarchy	Created:	26/11/10
Owner:	MANAGER	Security:	UNCLASSIFIED	Modifier:	MANAGER



Matriz de relacionamento e impacto de requisitos por itens de verificação

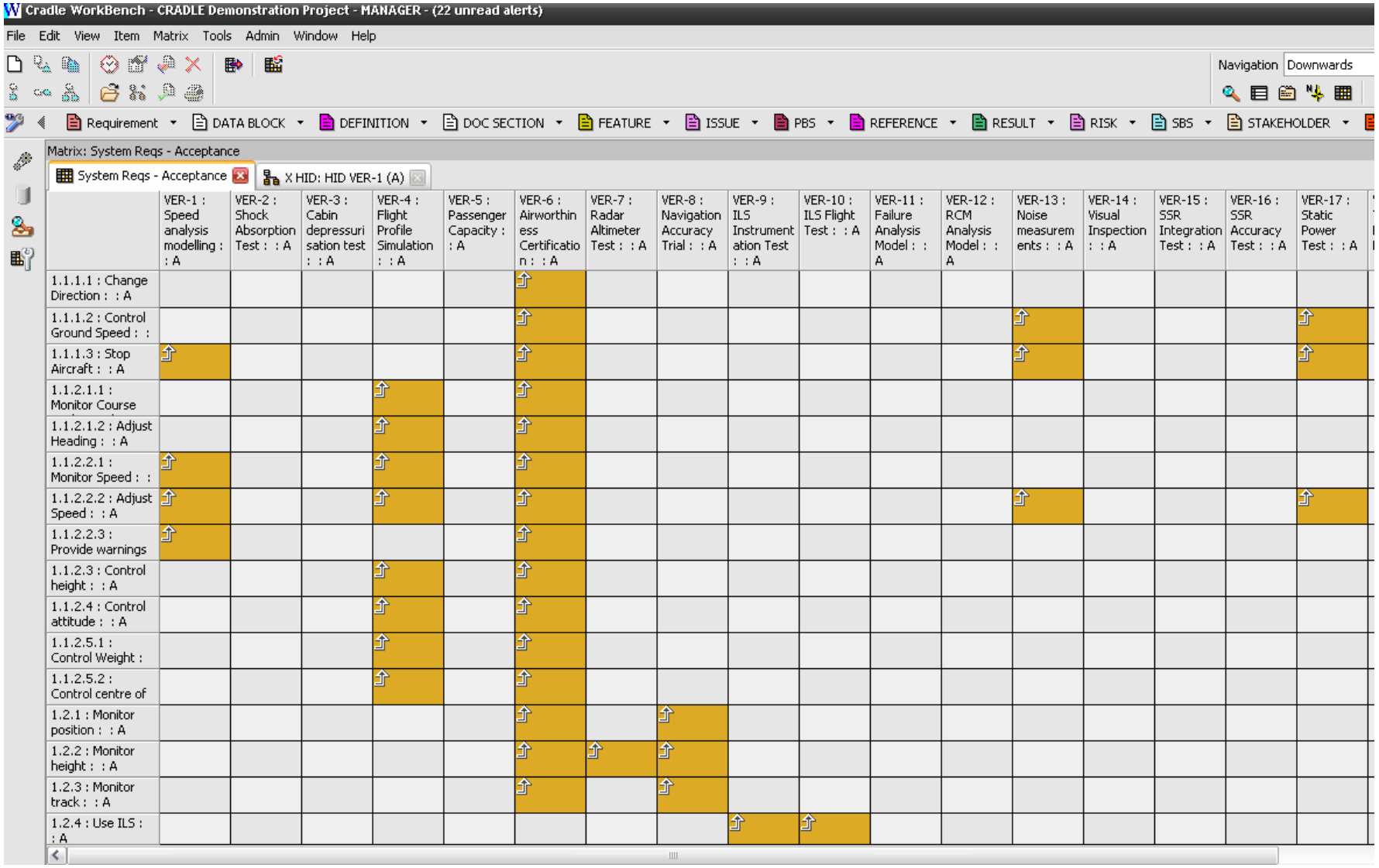


Diagrama eFFBD para capturar os processos do ciclo de vida

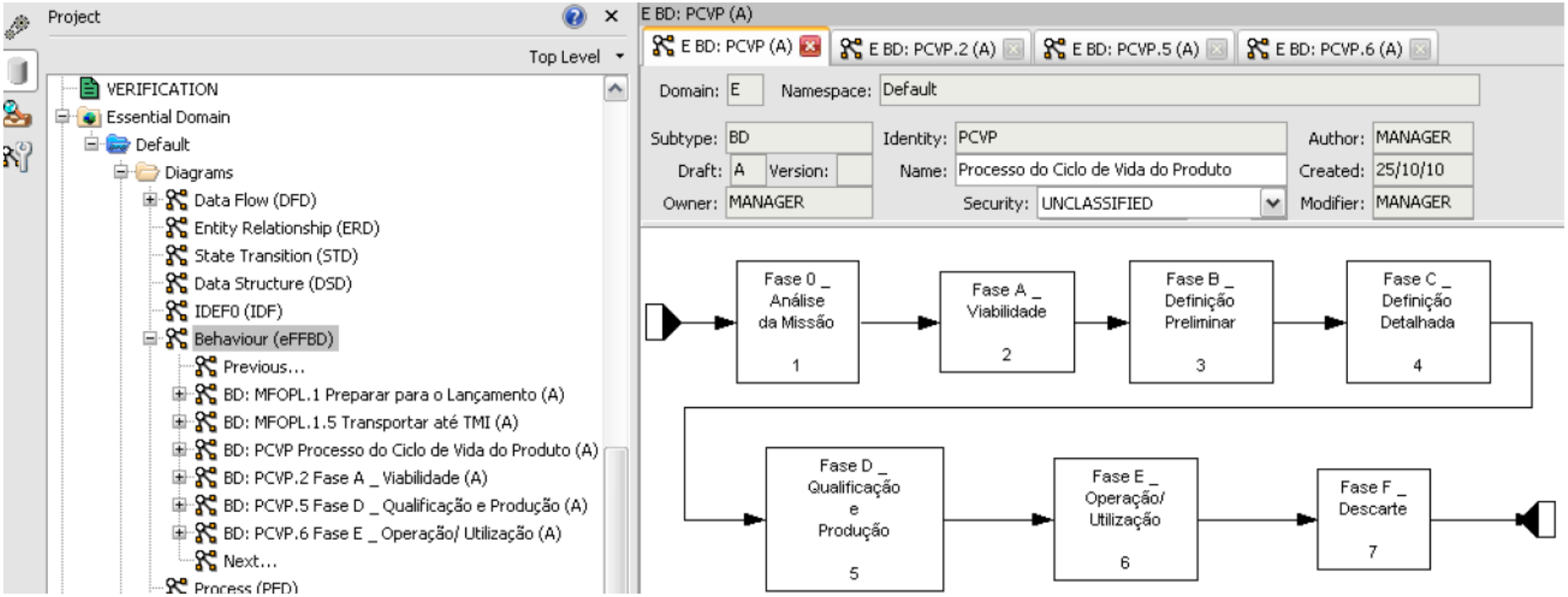


Diagrama PAD para o contexto do sistema

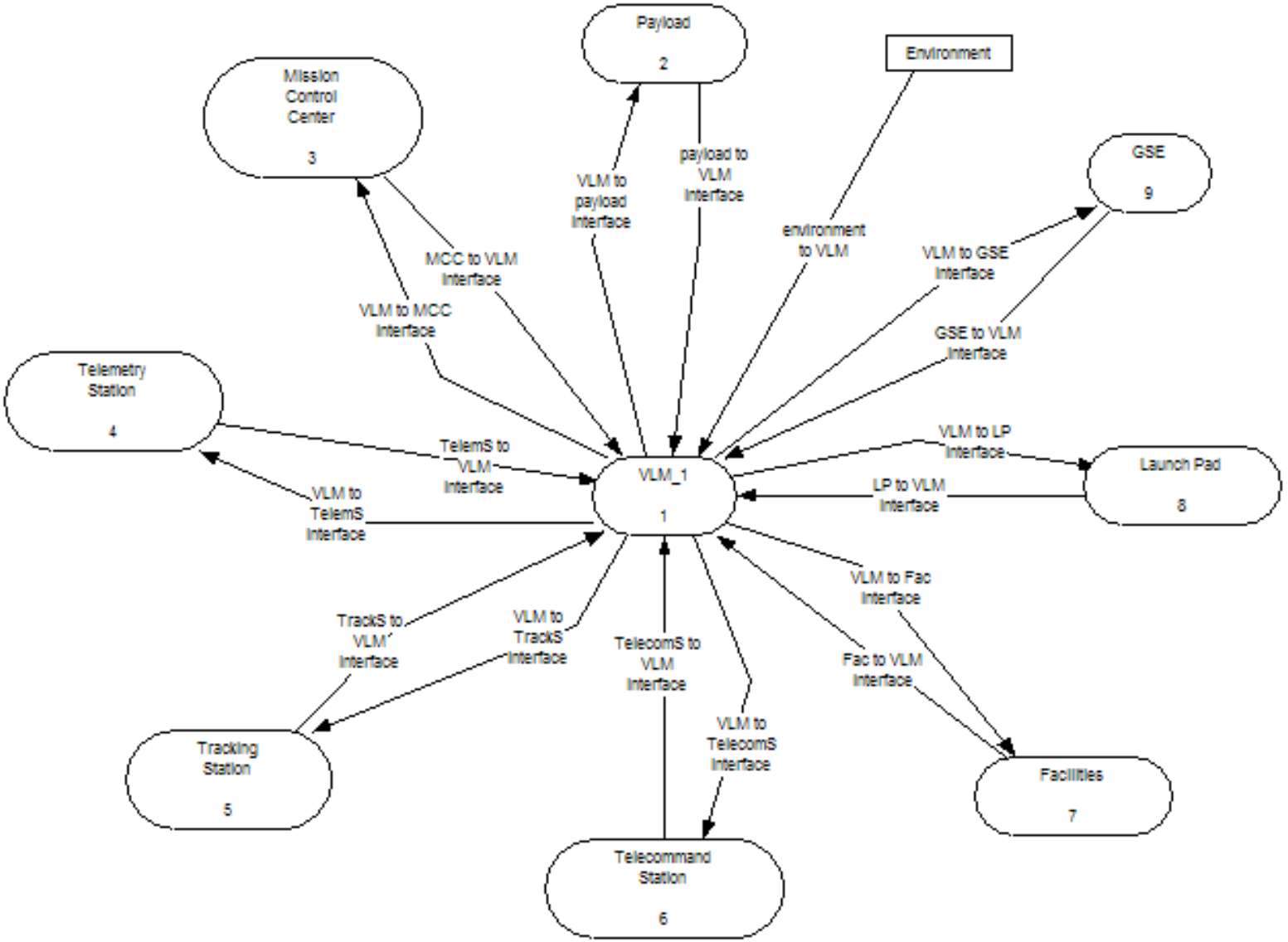


Diagrama DFD para capturar stakeholders e seus concerns foco no produto

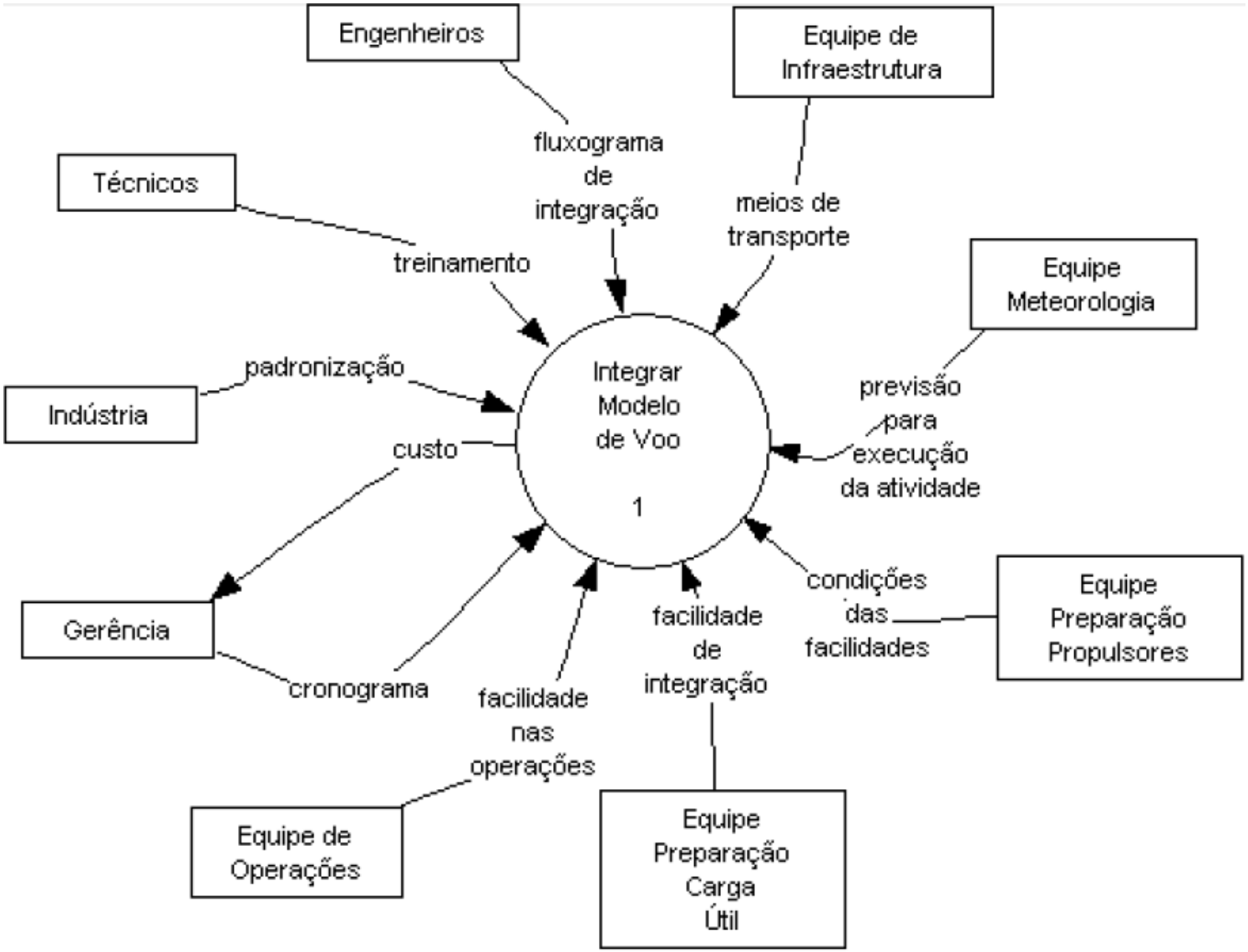


Diagrama DFD para capturar os stakeholders e seus concerns foco na organização

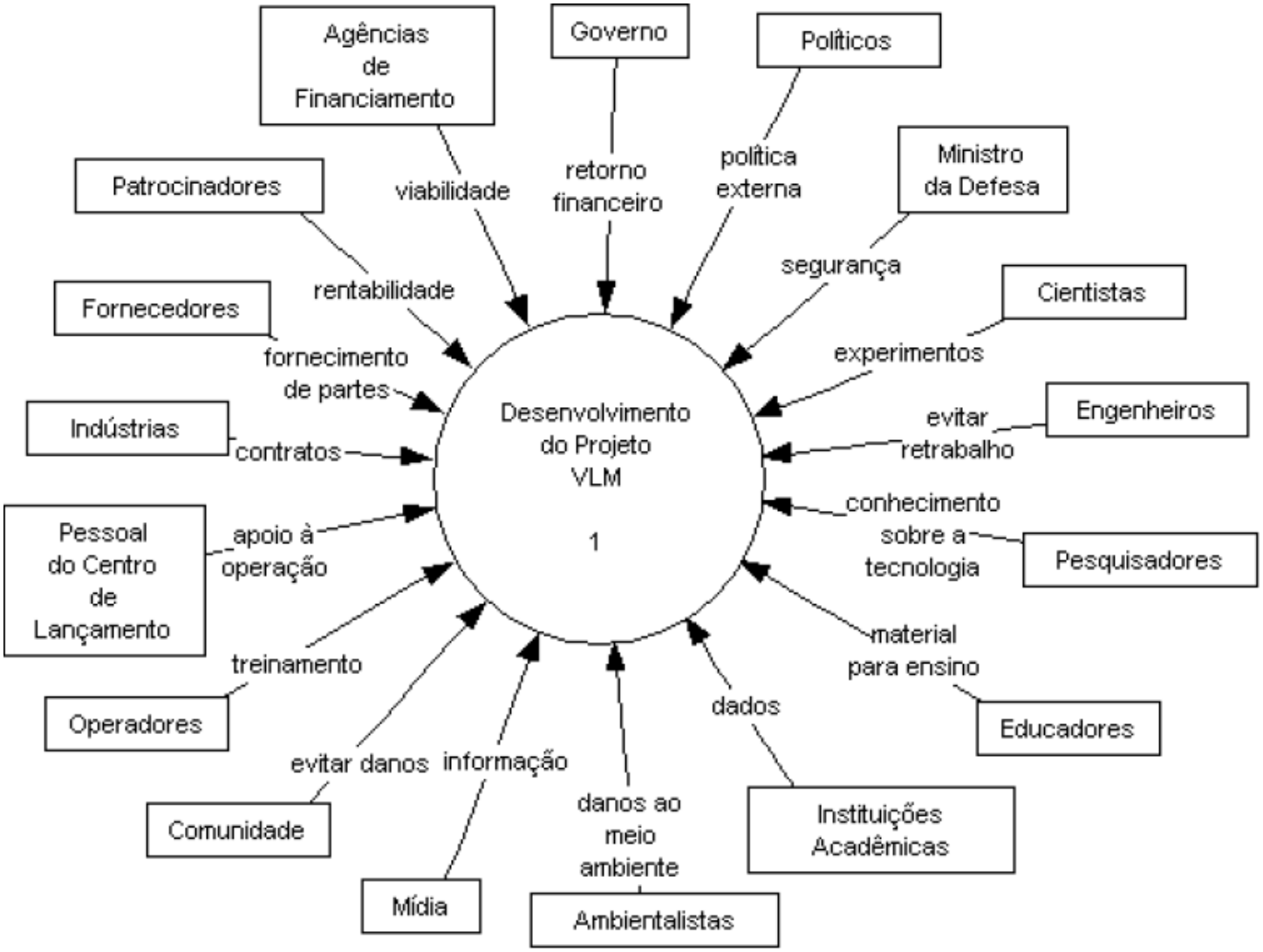


Diagrama DFD para análise funcional – foco na organização

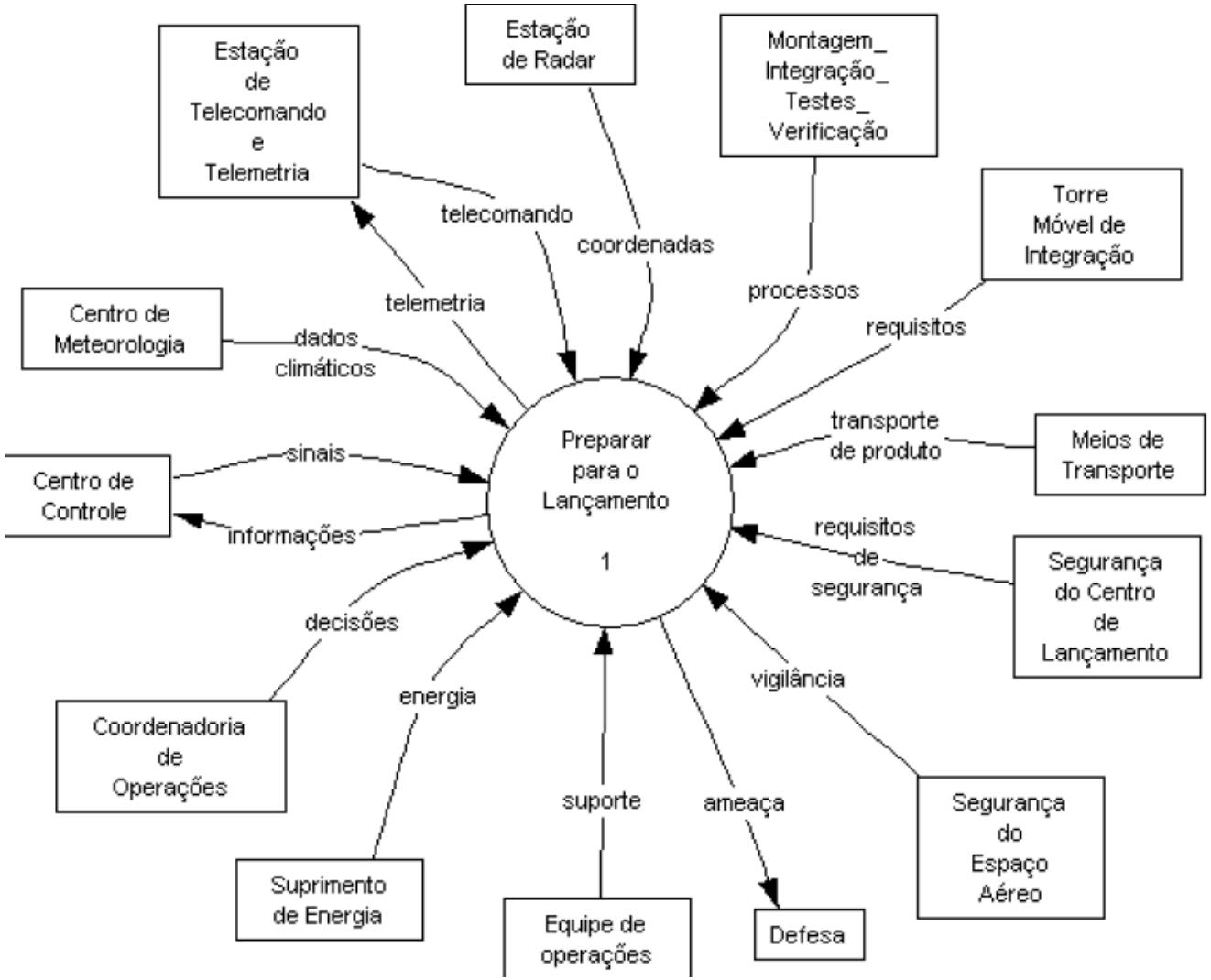


Diagrama eFFBD – desdobramento em nível de detalhe de *transportar até TMI*

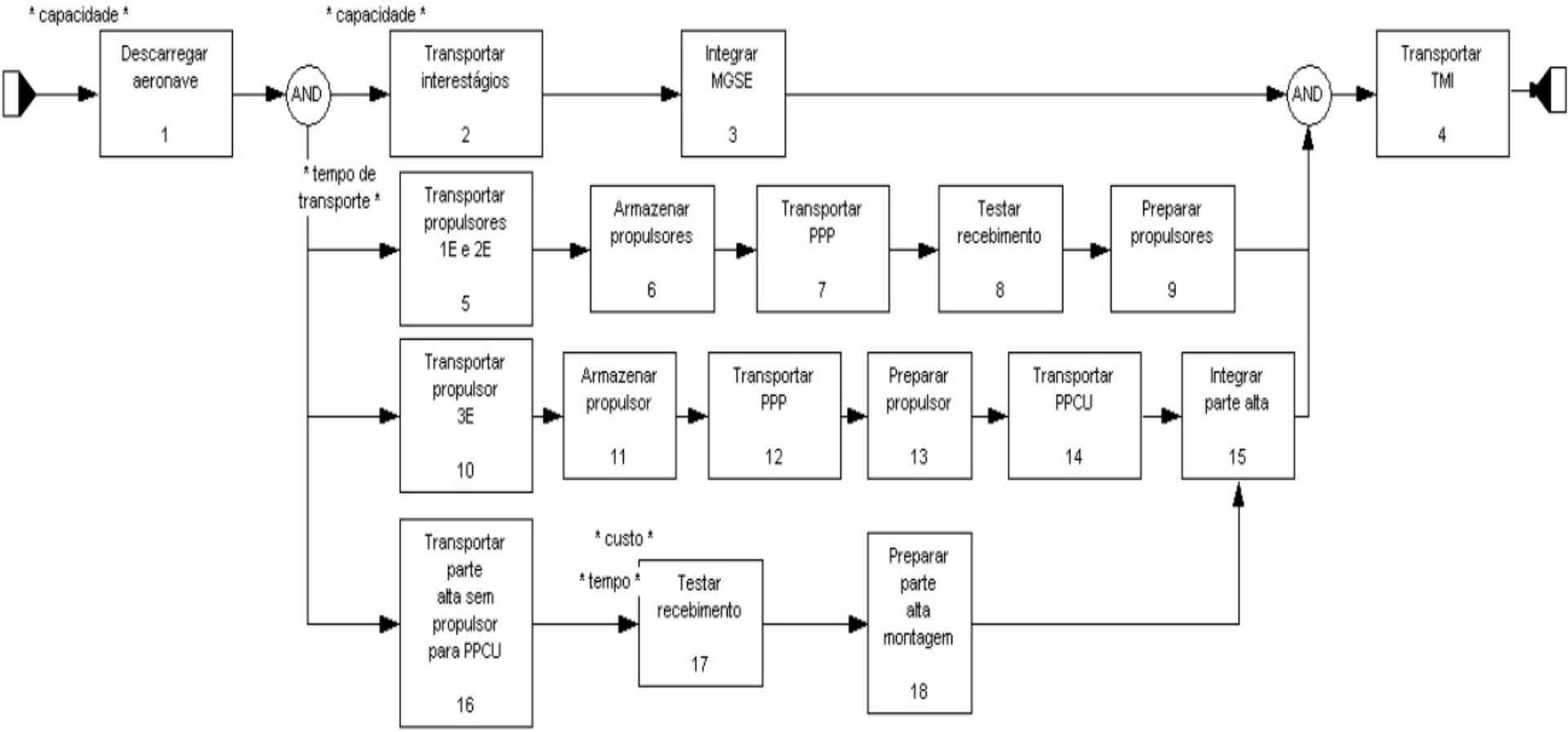
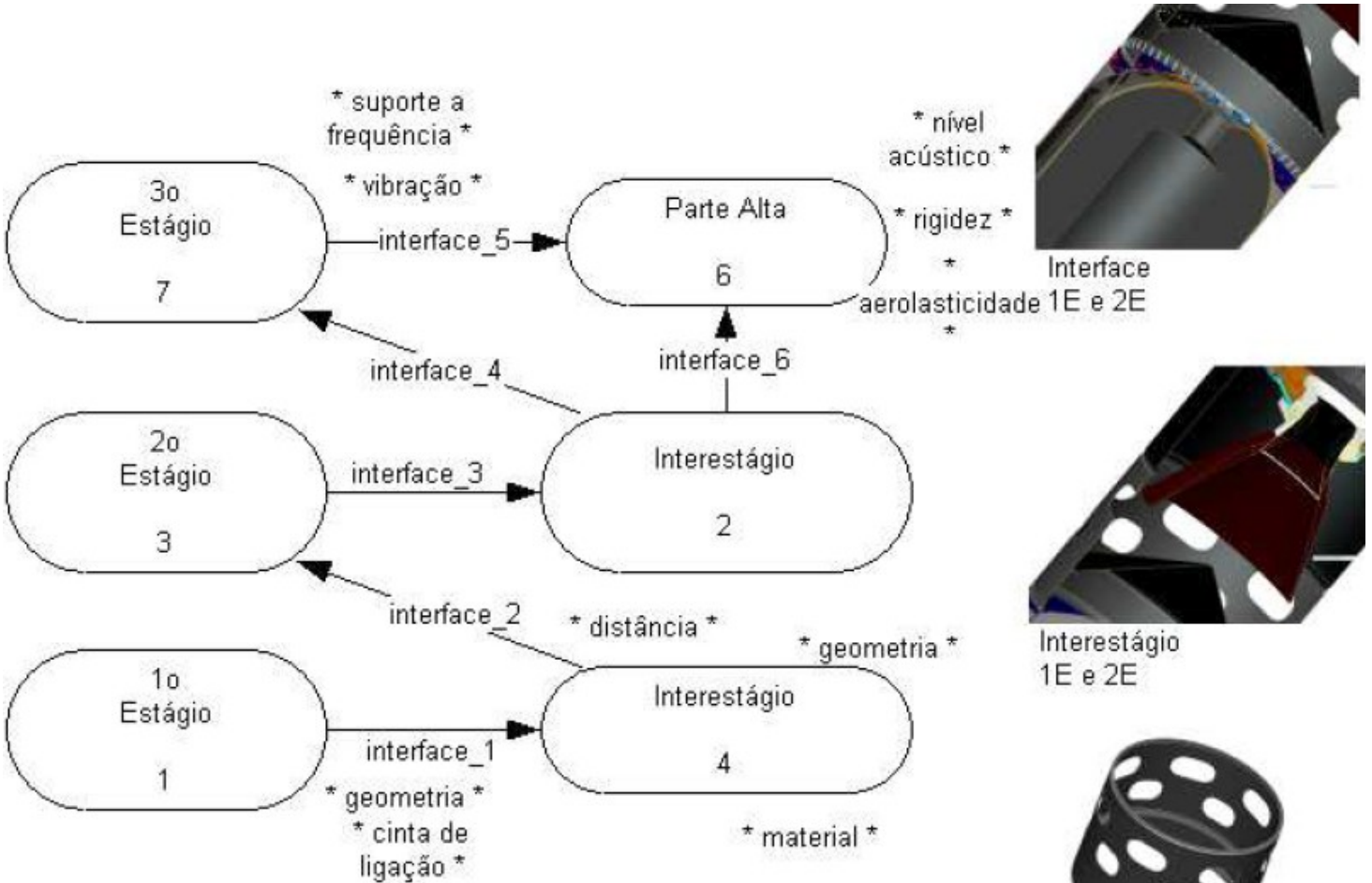


Diagrama PAD para descrever as interfaces entre estágios



GENSIS
Grupo de Eng. Sistemas do IAE

- Nasceu de um requisito de *stakeholder* do VLM-1
- Missão de implementar Eng. Sistemas no IAE
- G1: Engenharia de Requisitos e Verificação
- G2: Estudos de Concepção

Consequências do uso da MBSE

- Gerenciamento da Complexidade
- Redução da ambiguidade no projeto
- Aumento da qualidade
- Redução de riscos
- Redução do cronograma de futuros projetos

Insanidade é

Fazer sempre a mesma coisa

E esperar um resultado diferente

Albert Einstein

Resumo

- VLM-1 para Shefex 3 e Micro e Cubesats
- Triestágio, 28 t, 19,6 m, propelente sólido
- Engenharia de Sistemas: lida com a complexidade
- MBSE ➔ Modelo do Sistema ➔ Inter-relações
- Requisitos, Atributos, Funções, Arquitetura
- Contextos, Cenários
- Produto, Processo e Organização