

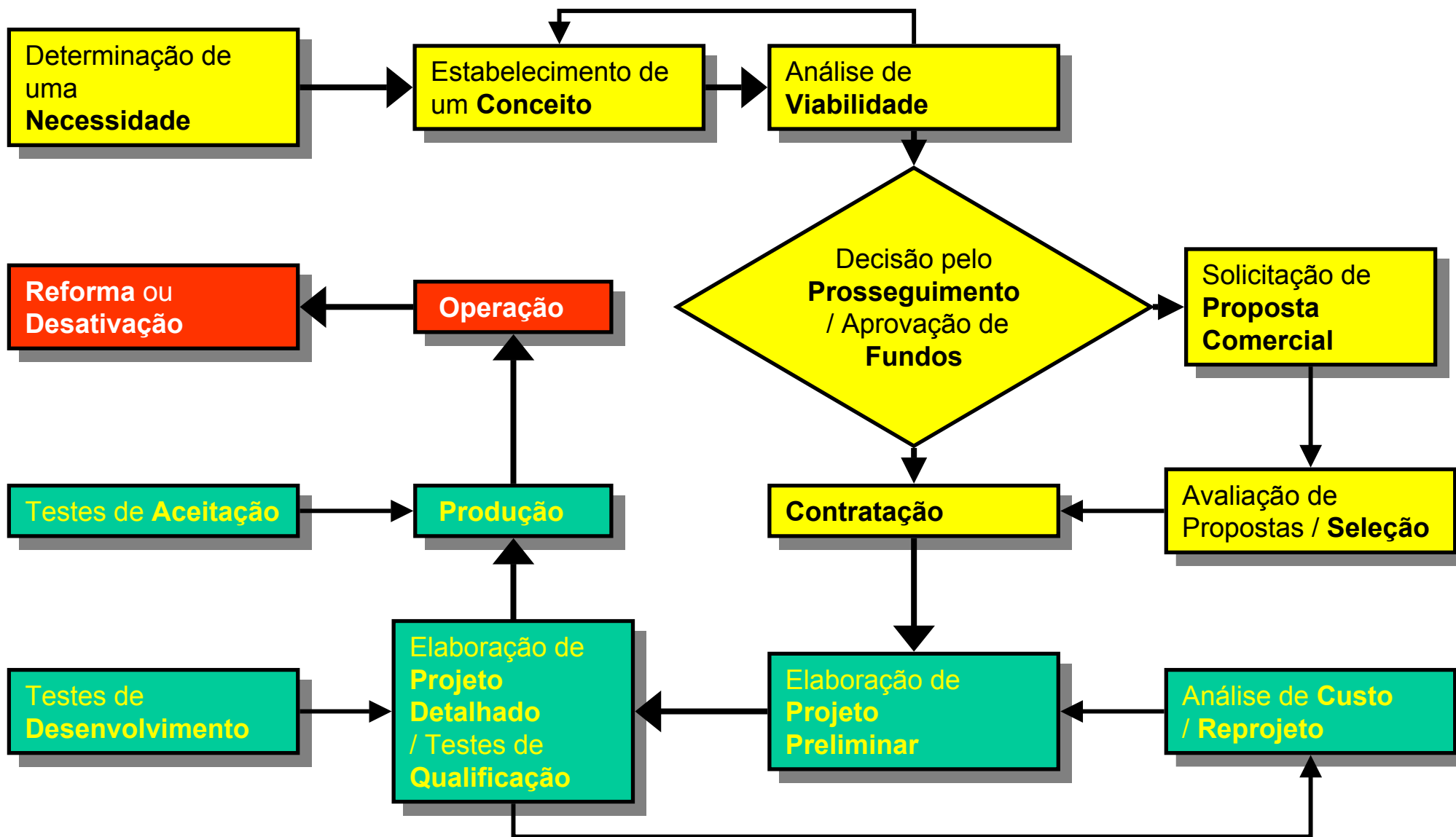
O Gerenciamento de Projetos Espaciais

Petrônio Noronha de Souza

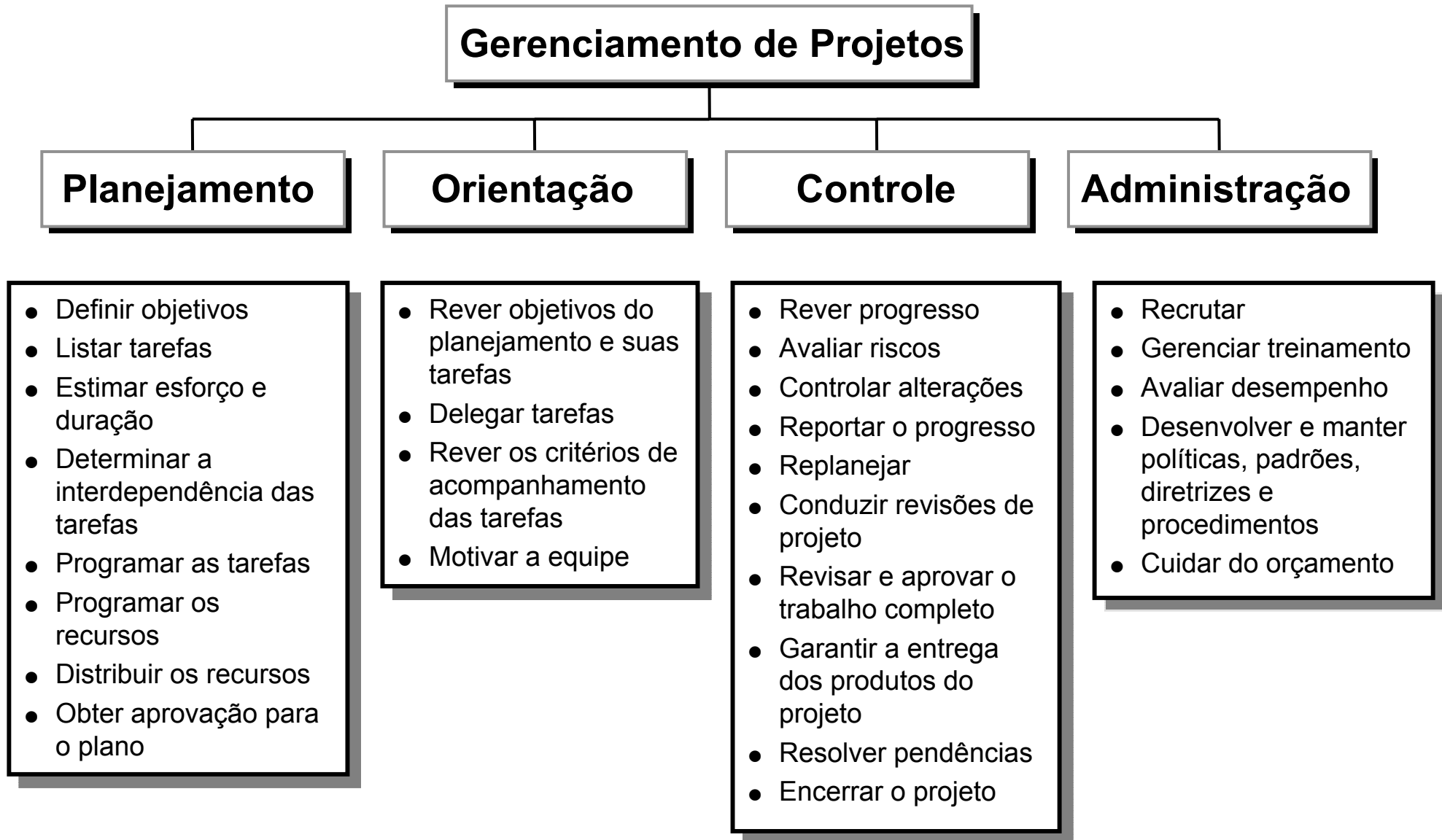
**Coordenação Geral de Engenharia e Tecnologia Espacial – ETE
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE
São José dos Campos, SP
Novembro de 2002**

3.1 – A metodologia de gerenciamento de projetos de engenharia (espaciais)

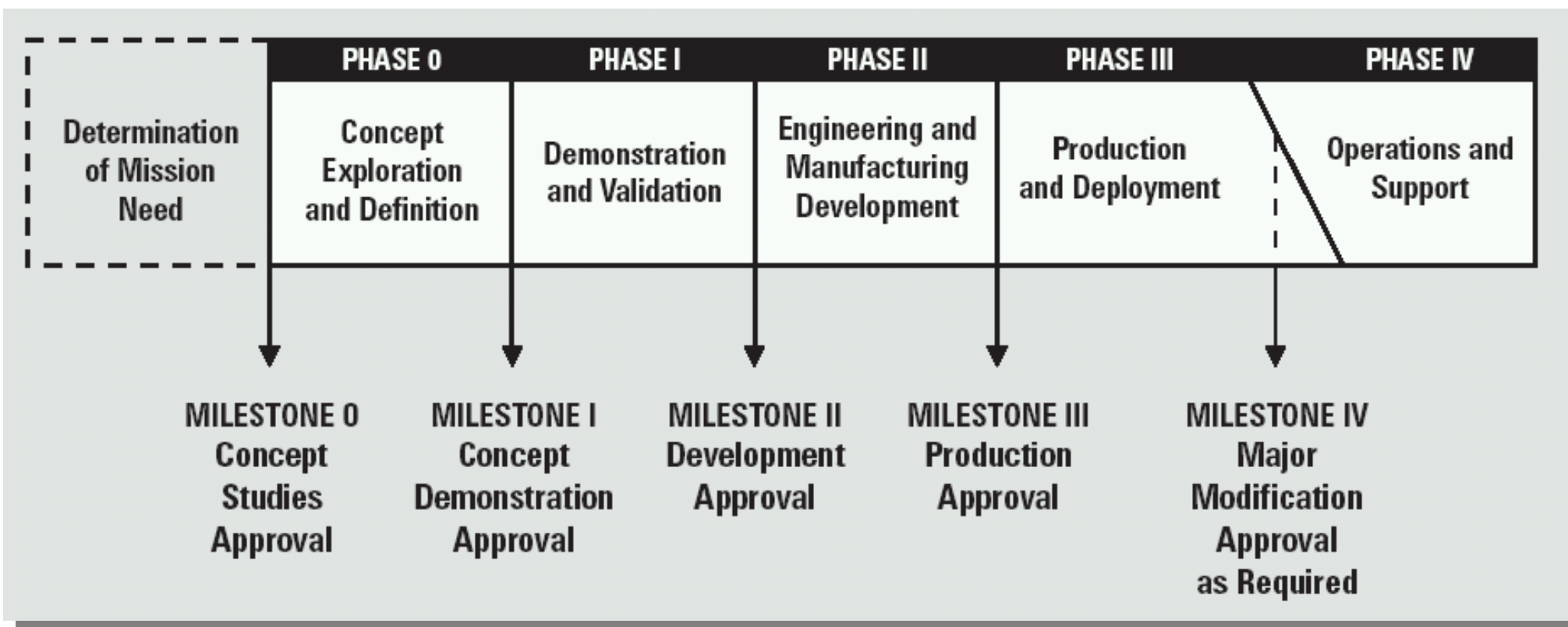
3.1 – Gerenciamento: Etapas típicas de um programa ou projeto de engenharia, [5]



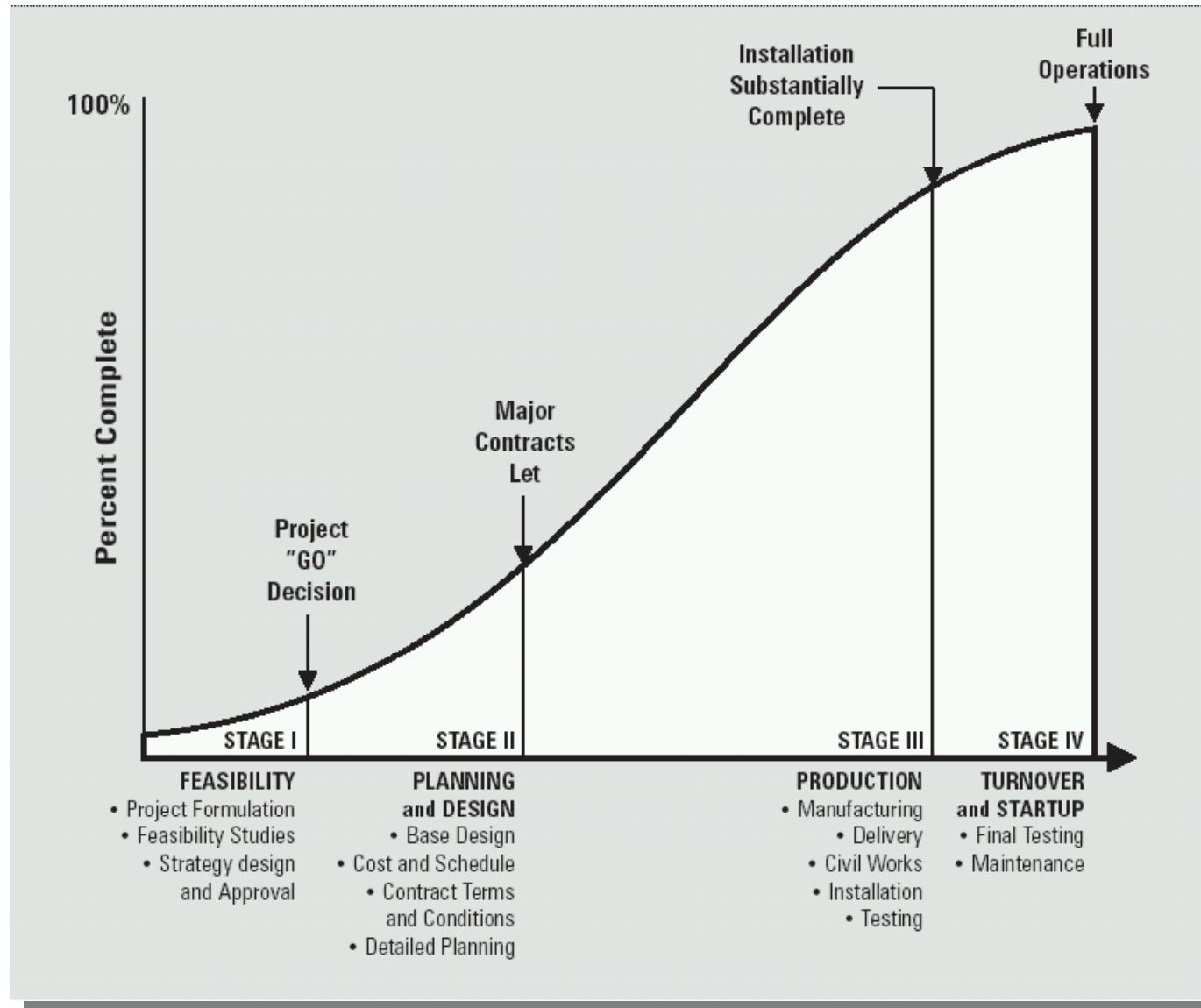
3.1 – Gerenciamento: Processos primários envolvidos no gerenciamento de projetos



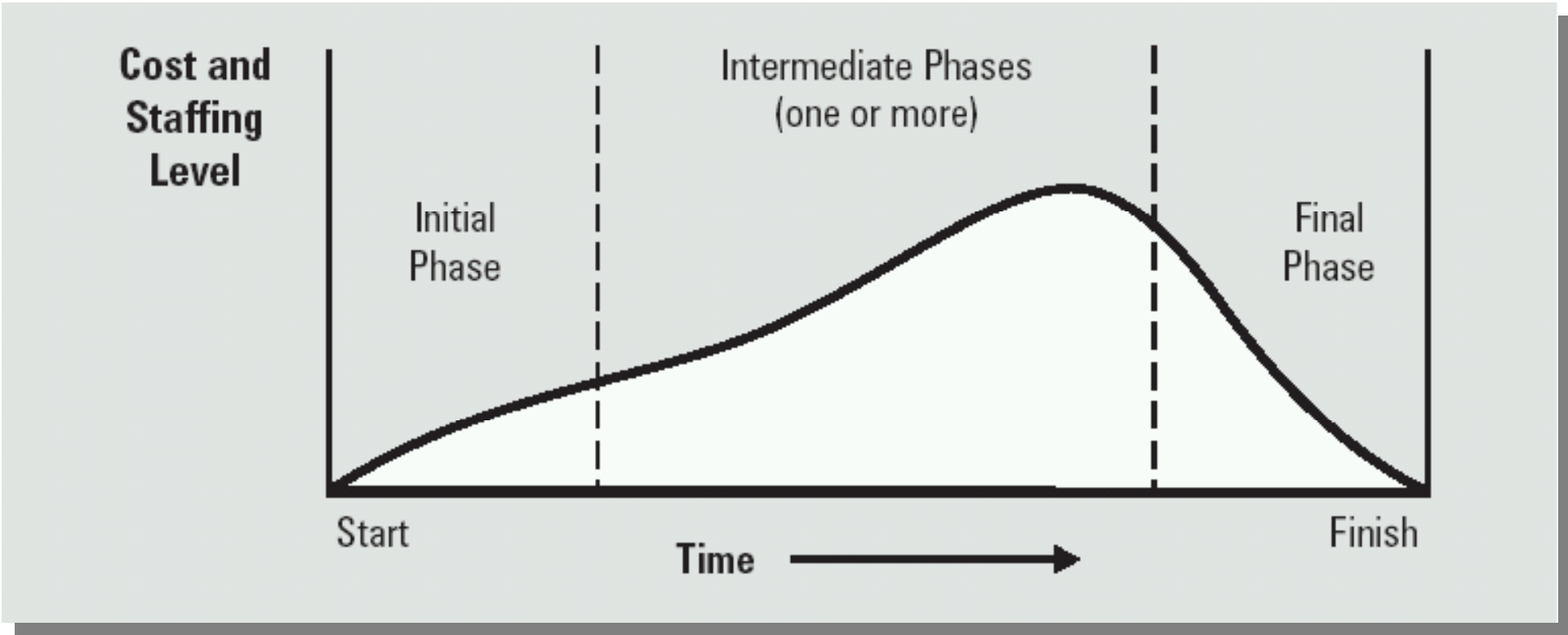
3.1 – Gerenciamento: Exemplo de fases de um projeto na área de defesa, [20]



3.1 – Gerenciamento: Exemplo de ciclo de vida em termos de % de execução, [20]



3.1 – Gerenciamento: Exemplo de ciclo de vida em termos de custo e pessoal, [20]



3.1 – Gerenciamento: Aspectos que influenciam o custo de um projeto espacial, [4]

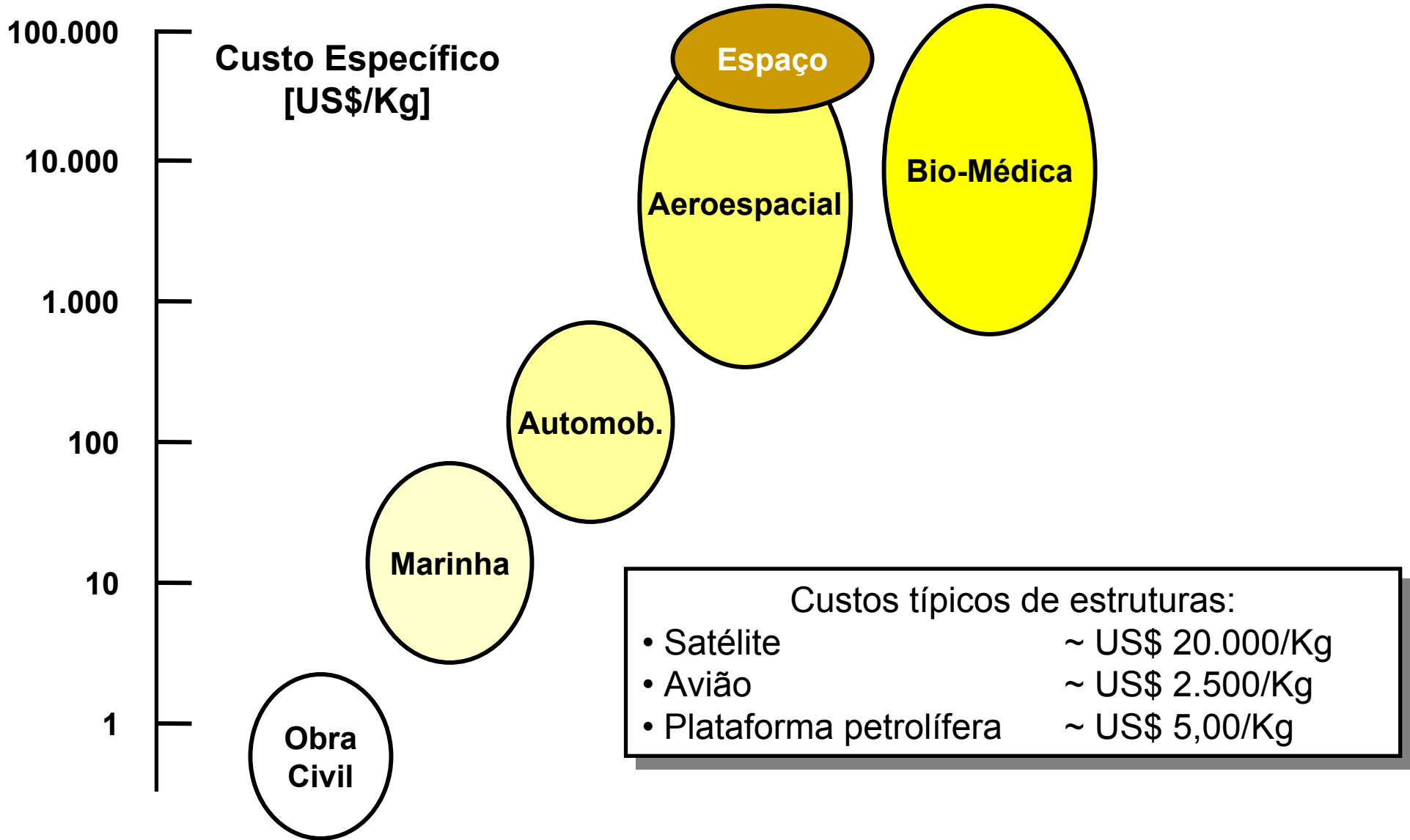
Elementos Rígidos do Custo

- Parâmetros físicos
- Dimensões do sistema
- Critérios de desempenho
- Confiabilidade
- Cronogramas de prazos
- Impacto dos riscos tecnológicos
- Complexidade do sistema
- Qualificação espacial do sistema e de componentes
- Investimento inicial em pesquisa e desenvolvimento
- Quantidade a ser produzida
- Curva de aprendizado da produção
- Sistema de lançamento
- Sistema de solo
- Suporte logístico
- Política para sobressalentes
- Sistema da qualidade adotado

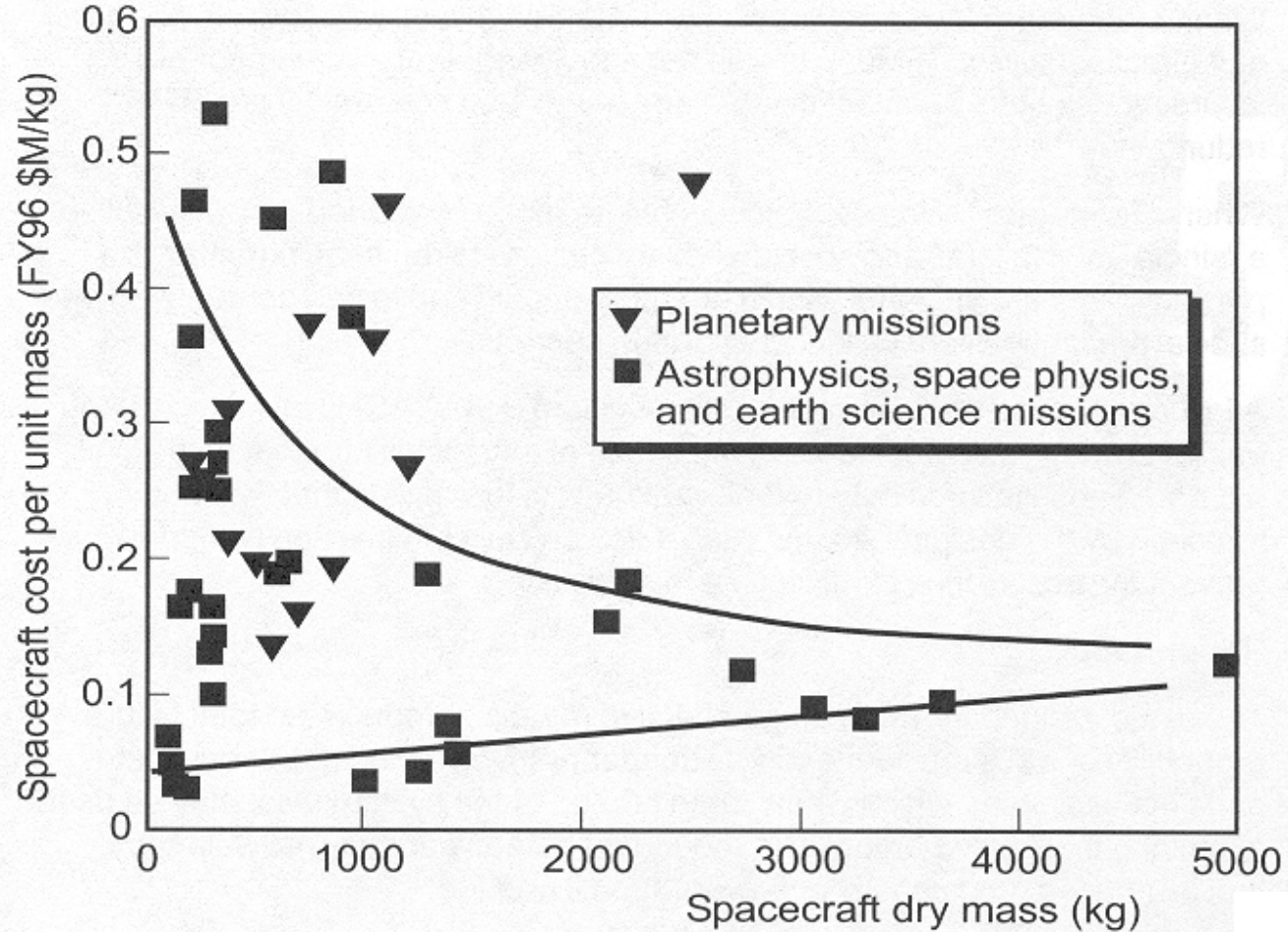
Elementos Flexíveis do Custo

- Dimensão da organização
- Níveis de gerenciamento envolvidos
- Número de organizações envolvidas
- Aversão ao risco
- Método de Gerenciamento
- Familiaridade do grupo de projeto com as tecnologias utilizadas
- Complexidade do grupo de projeto
- Familiaridade interna do grupo de projeto
- Investimentos em pesquisa e desenvolvimento
- Abordagem da qualidade
- Curva de aprendizado da organização
- Dependência de recursos financeiros externos à organização

3.1 – Gerenciamento: Custos relativos em projetos espaciais, [4]



3.1 – Gerenciamento: Custos relativos em projetos espaciais, [3]



Spacecraft Cost Per Unit Mass Versus Spacecraft Dry Mass

3.1 – Gerenciamento: Aspectos que influenciam o custo de um projeto espacial, [3]

Table Cost Drivers in Space Systems Design

	Space Segment	Ground Segment	Launch Segment	Operations Segment
Mission peculiar	<ul style="list-style-type: none"> No. platforms No. ORUs* Production schedule 	<ul style="list-style-type: none"> No. platforms No. orbit planes 	<ul style="list-style-type: none"> No. platforms No. orbit/planes/altitude Launch schedule ESMC/WSMC 	<ul style="list-style-type: none"> No. platforms No. orbit planes and altitude Mission duration Mission availability requirement
Design peculiar	<ul style="list-style-type: none"> MTBF – ORUs satellite Weight Amount of software Quantity of fuel Payload type Aperture BOL** power 	<ul style="list-style-type: none"> Amount of software and type No. of fixed and mobile sites Software language Comm. operating frequency 	<ul style="list-style-type: none"> Spacecraft weight Payload weight margin 	<ul style="list-style-type: none"> Weight/MTBF <ul style="list-style-type: none"> - ORUs - S/C
User-specified ground rules	<ul style="list-style-type: none"> Production rate Learning curve Procurement hardware complexity Test complexity 	<ul style="list-style-type: none"> Unit capacity of processing and storage machines Software design and complexity 	<ul style="list-style-type: none"> Lift capability ELV/partially refurbished/STS Launch vehicle reliability 	<ul style="list-style-type: none"> Method of operation such as: <ul style="list-style-type: none"> - In orbit repair/replace - Satellite replace only (storage orbits, launch on demand, etc.)

* ORUs = orbital replacement units

** BOL = beginning of life

99S01291 NT T4001

Legenda:

MTBF: “Mean Time Between Failures”

ELV: “Expendable Launch Vehicle”

STS: “Space Transportation System”

S/C: “Space Craft”

3.1 – Gerenciamento: Dificuldades gerenciais típicas para o caso de um projeto espacial

- O **custo** é uma função dos requisitos portanto, requisitos adicionais sempre levam a custos adicionais.
- Os **requisitos** sempre incluem itens de interesse que não são essenciais (“nice to have”), que acabam aumentando o custo final do sistema.
- O **orçamento** inicial é quase sempre ultrapassado.
- O **cronograma** inicial quase nunca é obedecido.
- Os **salários**, a **infra-estrutura**, a **operação** e os custos de **lançamento** são freqüentemente sub-dimensionados nas estimativas iniciais do custo total.
- Os processos de **compra** de partes e materiais são usualmente morosos, burocráticos e dispendiosos.
- **Requisitos** não são adequadamente obedecidos quando a Engenharia de Sistemas e o Sistema da Qualidade não são eficazes.
- **Barreiras** políticas, legais e comerciais inesperadas surgem e devem ser obrigatoriamente transpostas.
- **Dificuldades** técnicas, insucessos na implementação de novas tecnologias, dificuldades para a contratação de pessoal adequado e competição com outros projetos inflam custos e impõe atrasos.
- **Imprevisibilidade** orçamentária afeta contratos e planejamento, aumentando os custos e provocando atrasos.

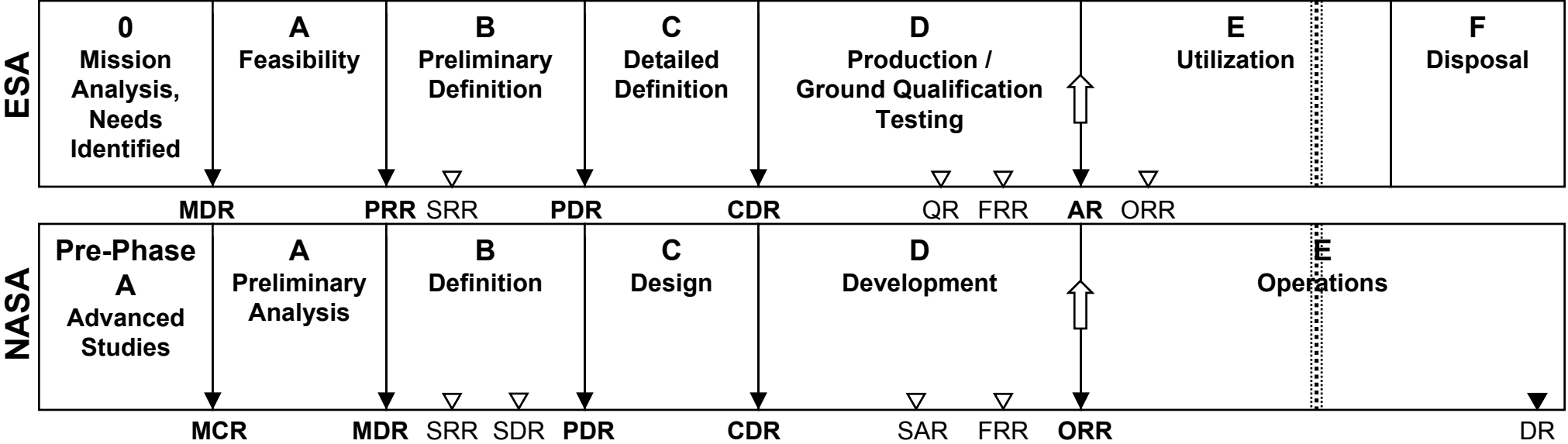
3.2 – Princípios da Engenharia de Sistemas: Definições e metodologias utilizadas

3.2 – Engenharia de Sistemas: Definições

- A **Engenharia de Sistemas** é uma disciplina da área de gerenciamento de programas e projetos de engenharia cujo objetivo é obter um sistema robusto que satisfaça aos objetivos técnicos do cliente dentro das limitações de prazo e custo:
 - Ela é caracterizada por uma seqüência ordenada de tarefas concebidas de forma a obter um resultado ótimo para o sistema.
 - Um resultado ótimo não implica necessariamente no máximo desempenho ao mínimo custo e no menor prazo. De fato, o ótimo é definido pelos objetivos e requisitos estabelecidos para o projeto ou programa e será uma mistura dos fatores acima.
- **Programa:** Atividade com propósitos, objetivos, e fundos bem definidos consistindo de um ou mais Projetos.
- **Projeto:** Atividade estabelecida por um Programa e caracterizada por propósitos, objetivos, requisitos, “Life Cycle Cost”, começo e fim bem definidos.
- **Produto:** Itens de entrega submetidos a sistemas de Garantia da Qualidade.

3.2 – Engenharia de Sistemas: Metodologia

Phased Project Planning – PPP: É a mais difundida e tradicionalmente adotada pela NASA, ESA e pelo Departamento de Defesa Americano (DoD). Gerencia programas e projetos por meio de fases.

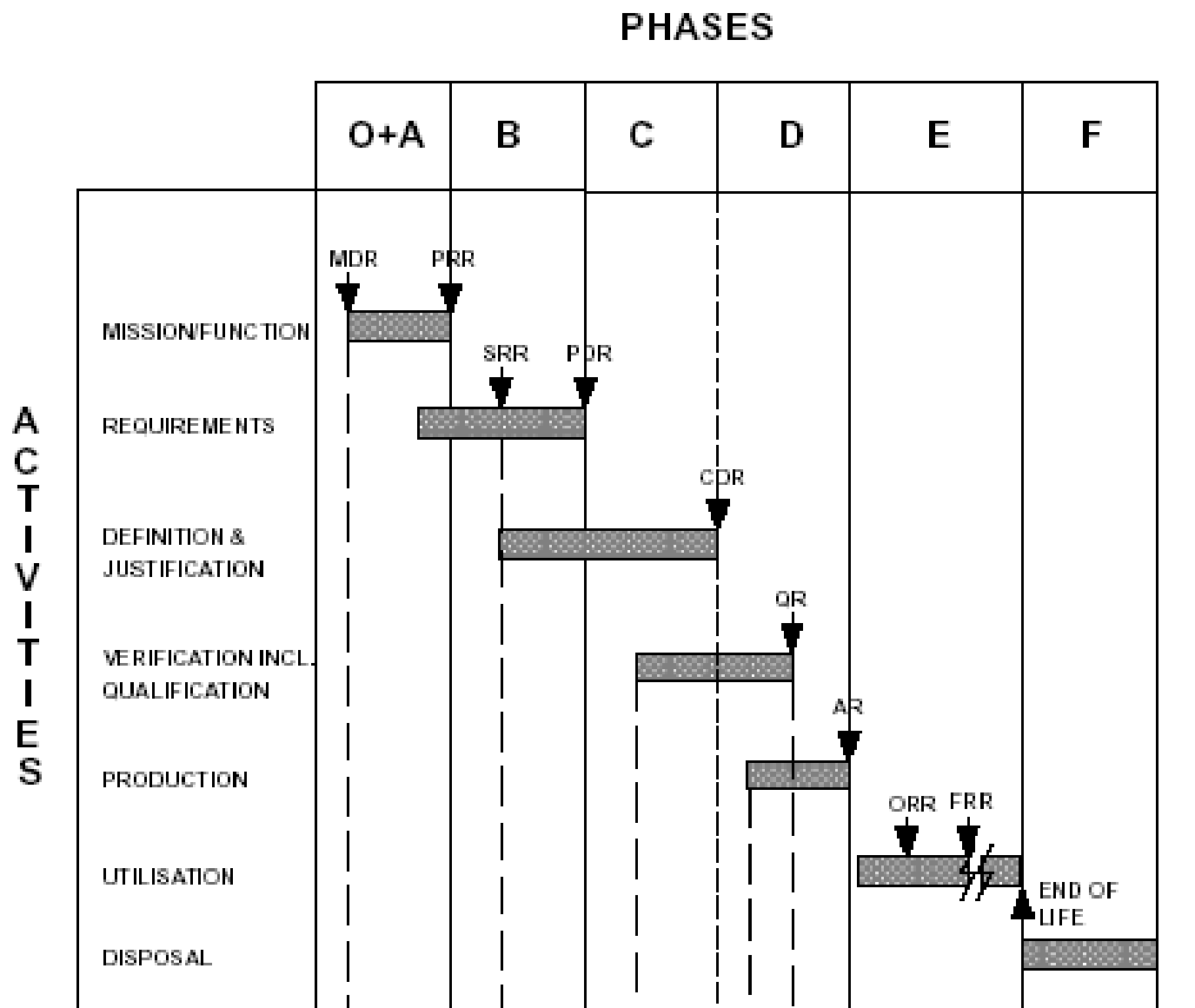


- ▼ Major Review
- ▽ Review
- ⬆ Launch
- AR Acceptance Review
- CDR Critical Design Review
- DR Decommissioning Review
- FRR Flight Readiness Review
- MCR Mission Concept Review
- MDR Mission Definition Review
- ORR Operational Readiness Review
- PDR Preliminary Design Review
- PRR Preliminary Requirements Review
- QR Qualifications Review
- SAR System Acceptance Review
- SDR System Definition Review
- SRR System Requirements Review

Nomenclatura em Português (Metodologia da ESA)

- Fase 0: Análise de missão
- Fase A: Análise de viabilidade
- Fase B: Definição preliminar do projeto
- Fase C: Definição detalhada do projeto
- Fase D: Produção e qualificação
- Fase E: Operação
- Fase F: Descarte

3.2 – Engenharia de Sistemas: Metodologia PPP para o ciclo de vida de um projeto, [13]



Revisões de Engenharia

- **MDR:** Mission Definition Review
- **PRR:** Preliminary Requirements Review
- **SRR:** System Requirements Review
- **PDR:** Preliminary Design Review
- **CDR:** Critical Design Review
- **QR:** Qualification Review
- **AR:** Acceptance Review
- **ORR:** Operational Readiness Review
- **FRR:** Flight Readiness Review

3.2 – Modelo de Estrutura de Divisão de Trabalho e custo, [3]

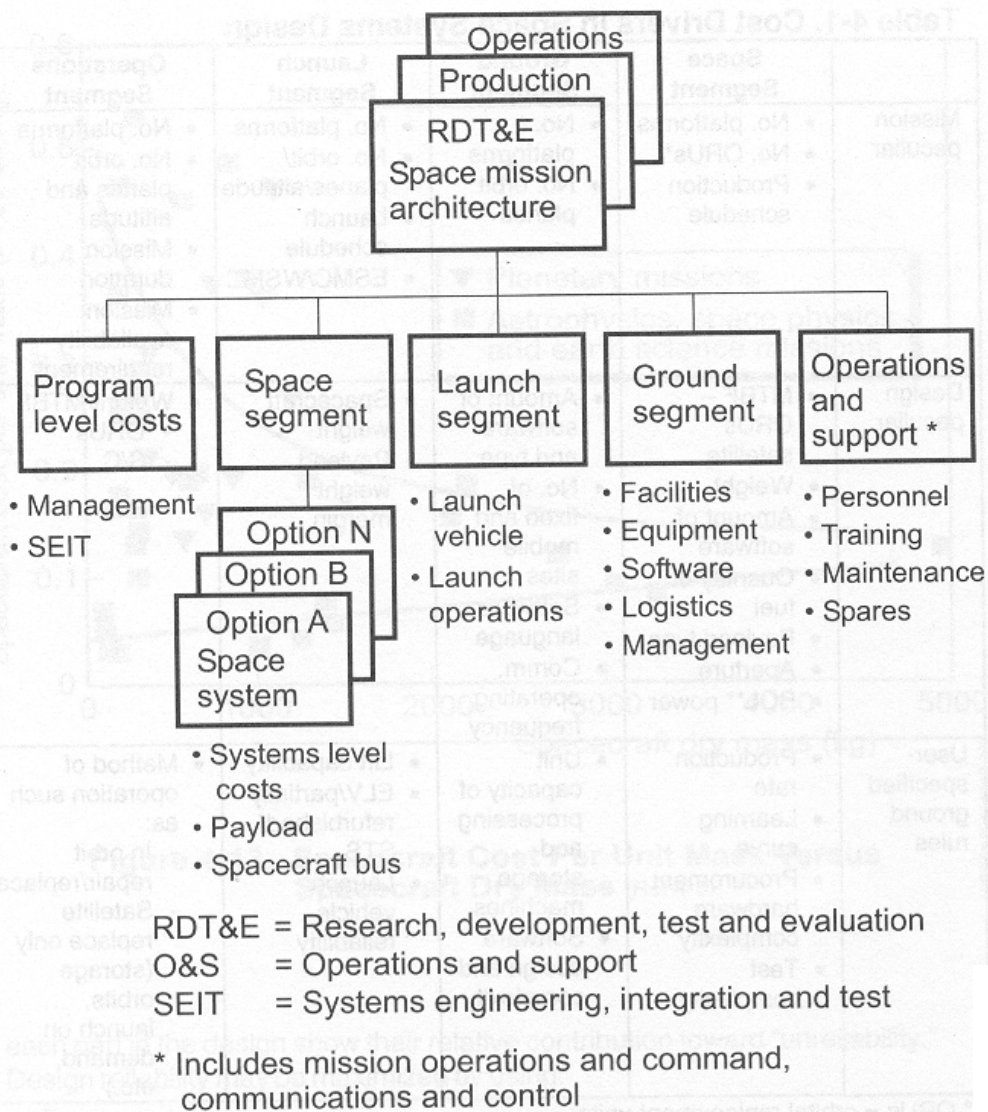


Figure . CBS for Space Systems

- As Estruturas de Divisão de Trabalho (Work Breakdown Structures – WBS) são ferramentas de gerenciamento e administração de projetos e contratos largamente utilizadas.
- Seu objetivo é fragmentar todas as atividades de um projeto (contrato) e blocos estanques que são interligados de forma sistemática.
- A cada um dos blocos da WBS é atribuída uma identificação e associada uma estrutura de custos, pessoal e infra-estrutura.