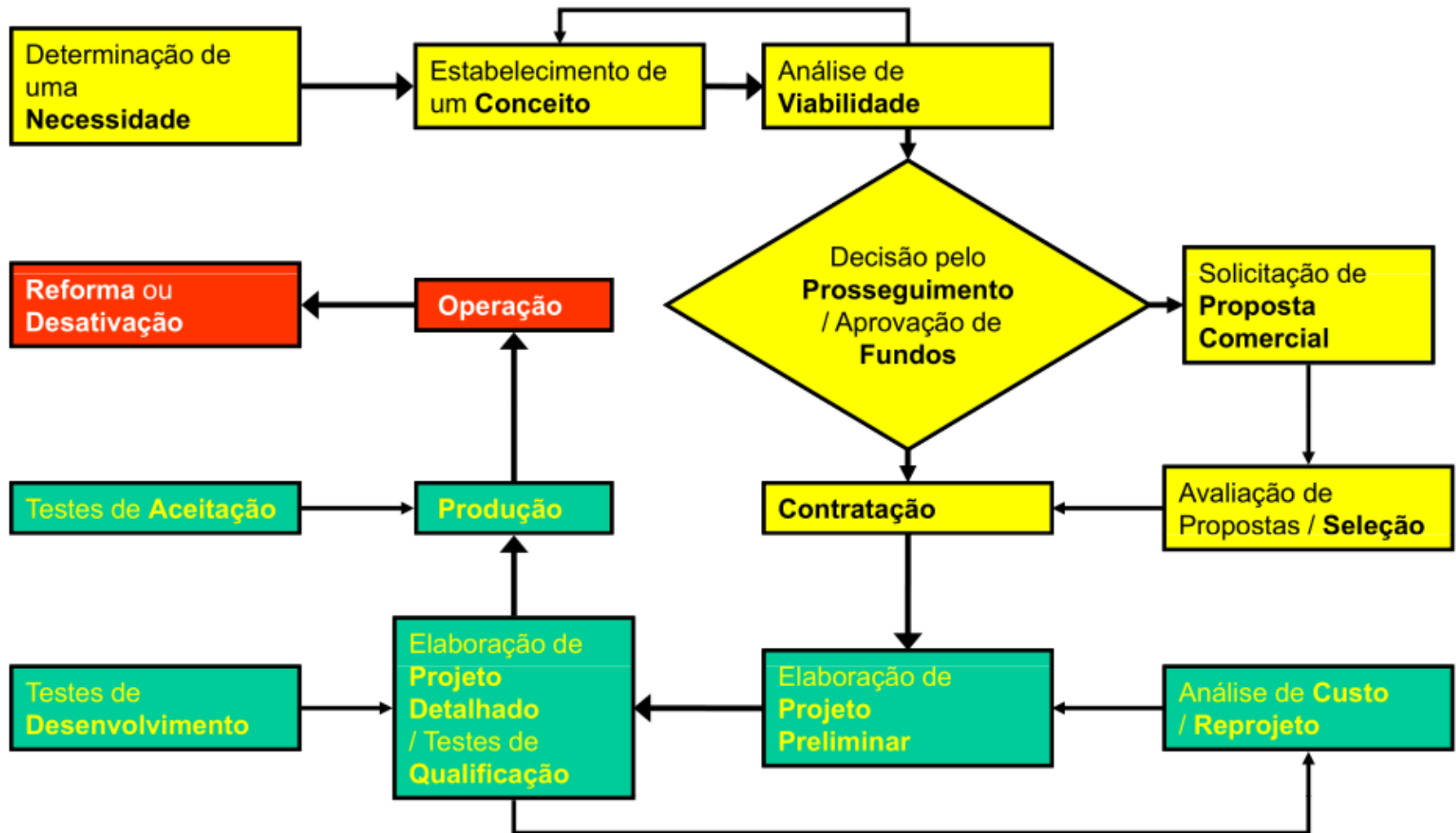
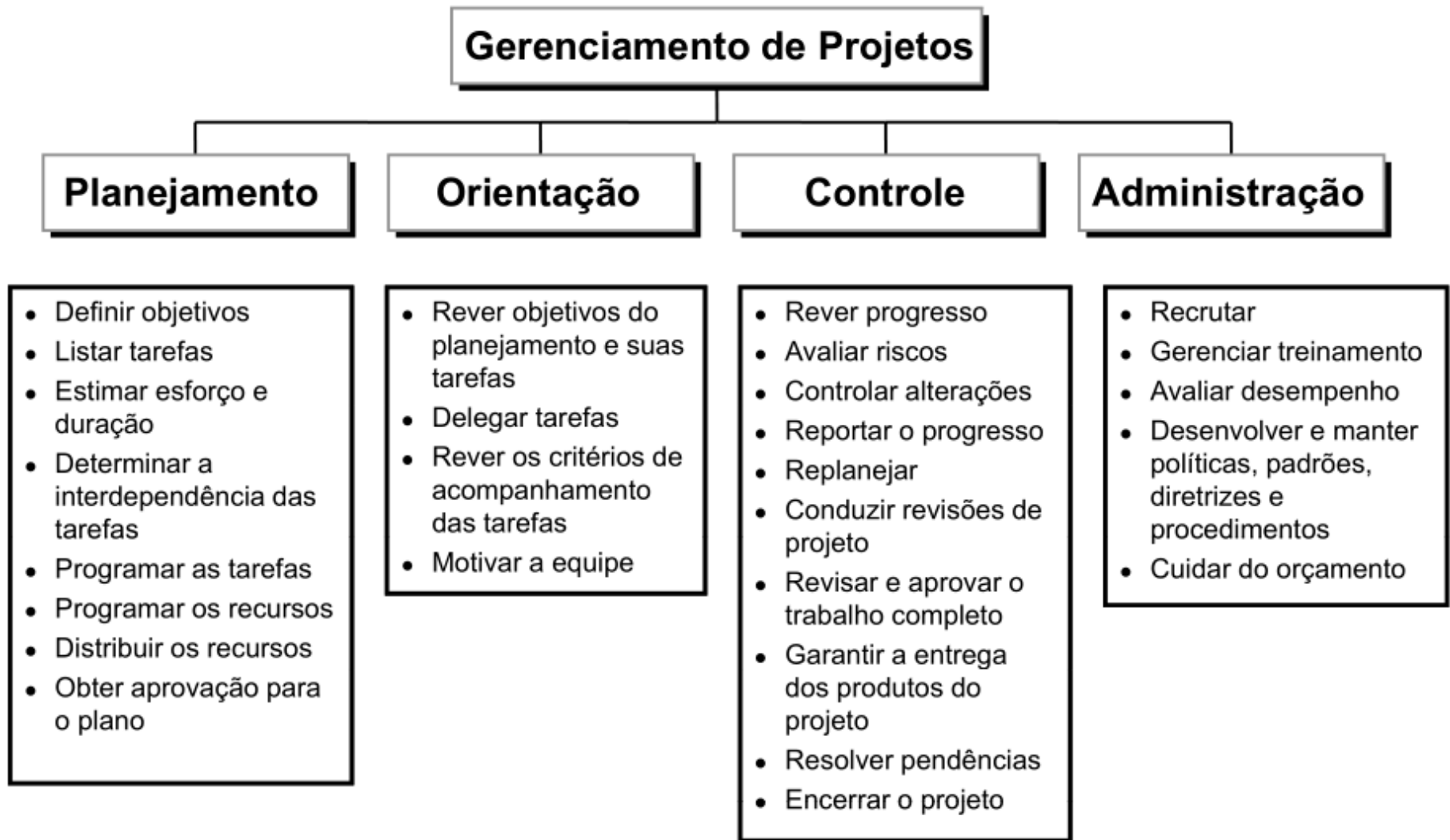


# Gerenciamento

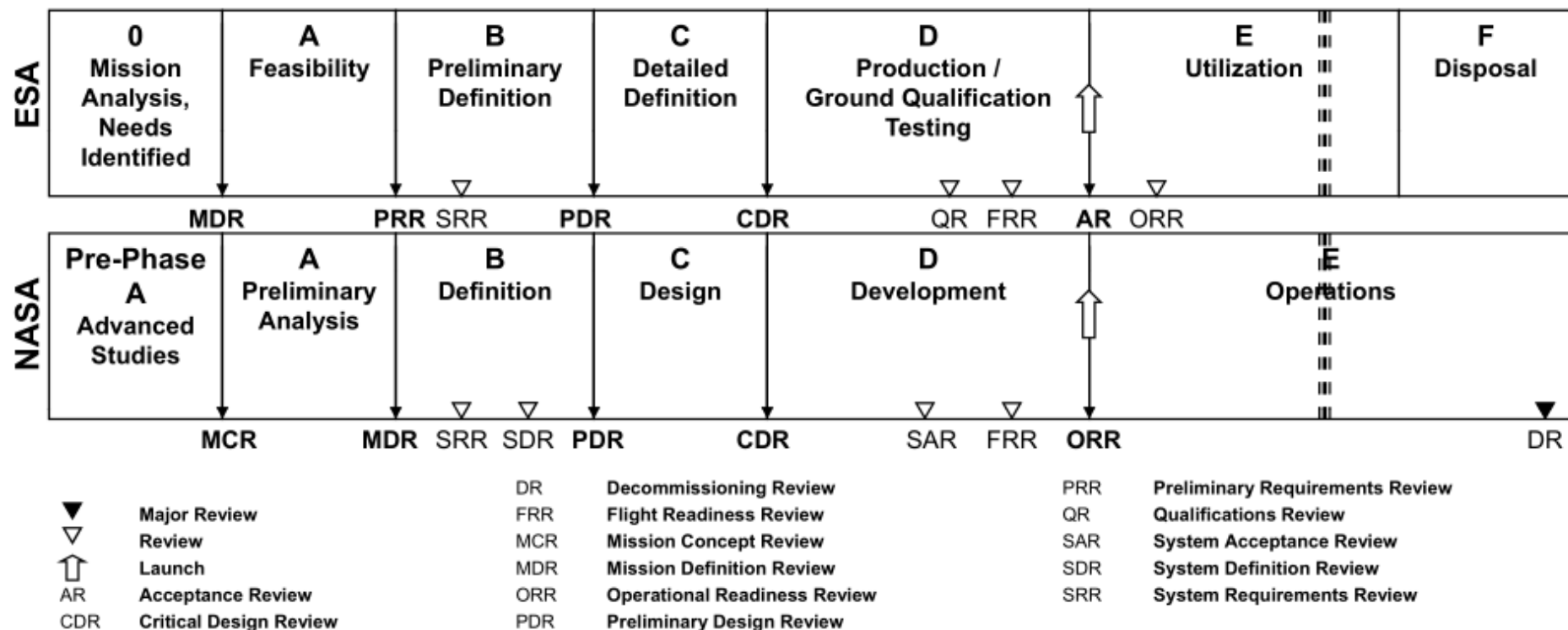
# Atividades Típicas



# Processo



# Gerenciamento por fases – Phased Project Planning – PPP



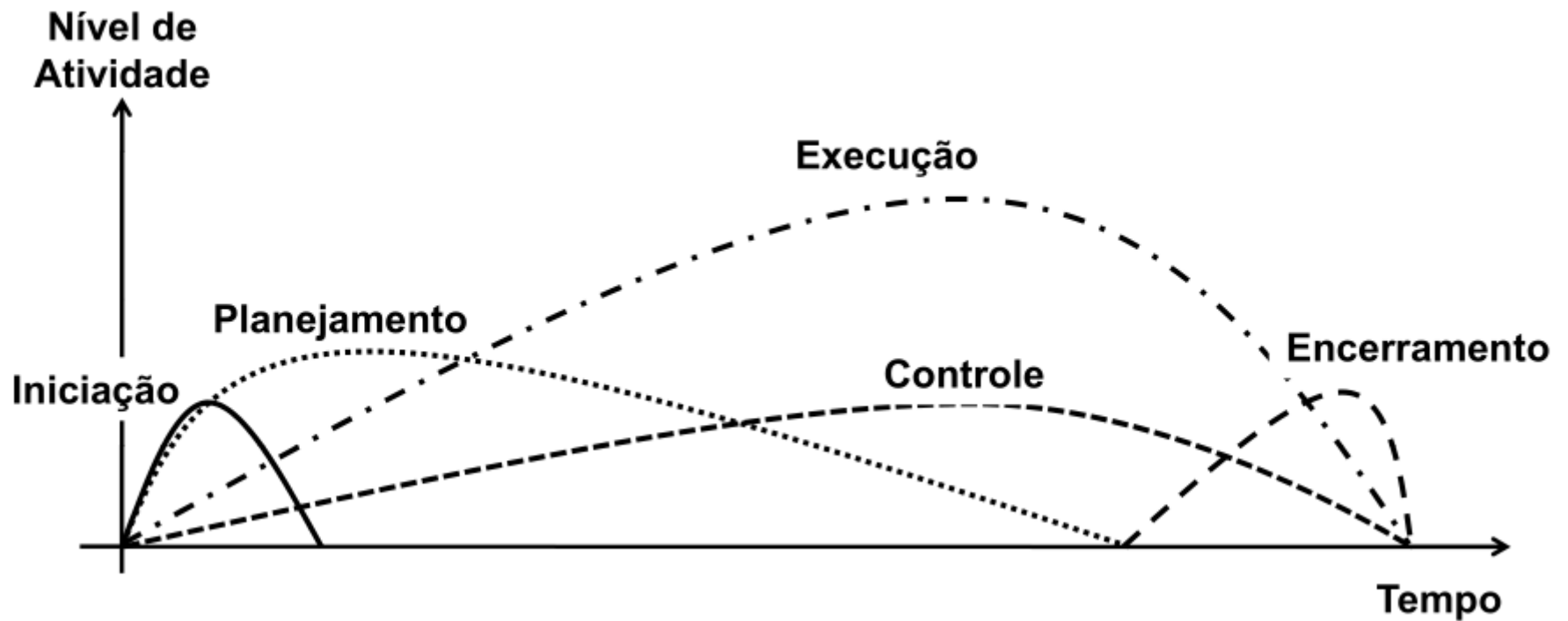
## Nomenclatura em Português (Metodologia da ESA)

Fase 0: Análise de missão  
Fase C: Definição detalhada do projeto  
Fase F: Descarte

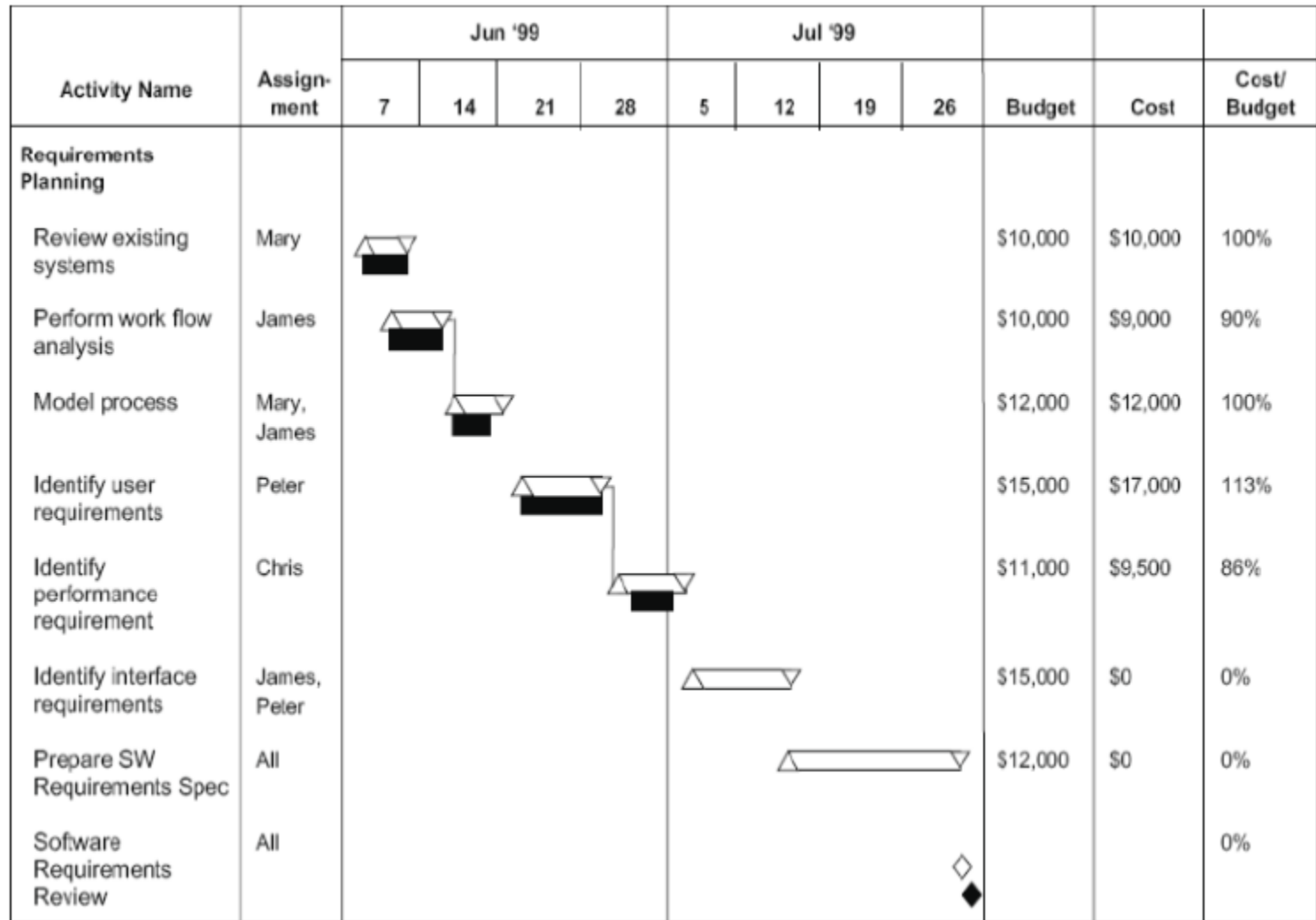
Fase A: Análise de viabilidade  
Fase D: Produção e qualificação

Fase B: Definição preliminar do projeto  
Fase E: Operação

# Atividades no Ciclo de vida



# Exemplo de Cronograma (Gantt)



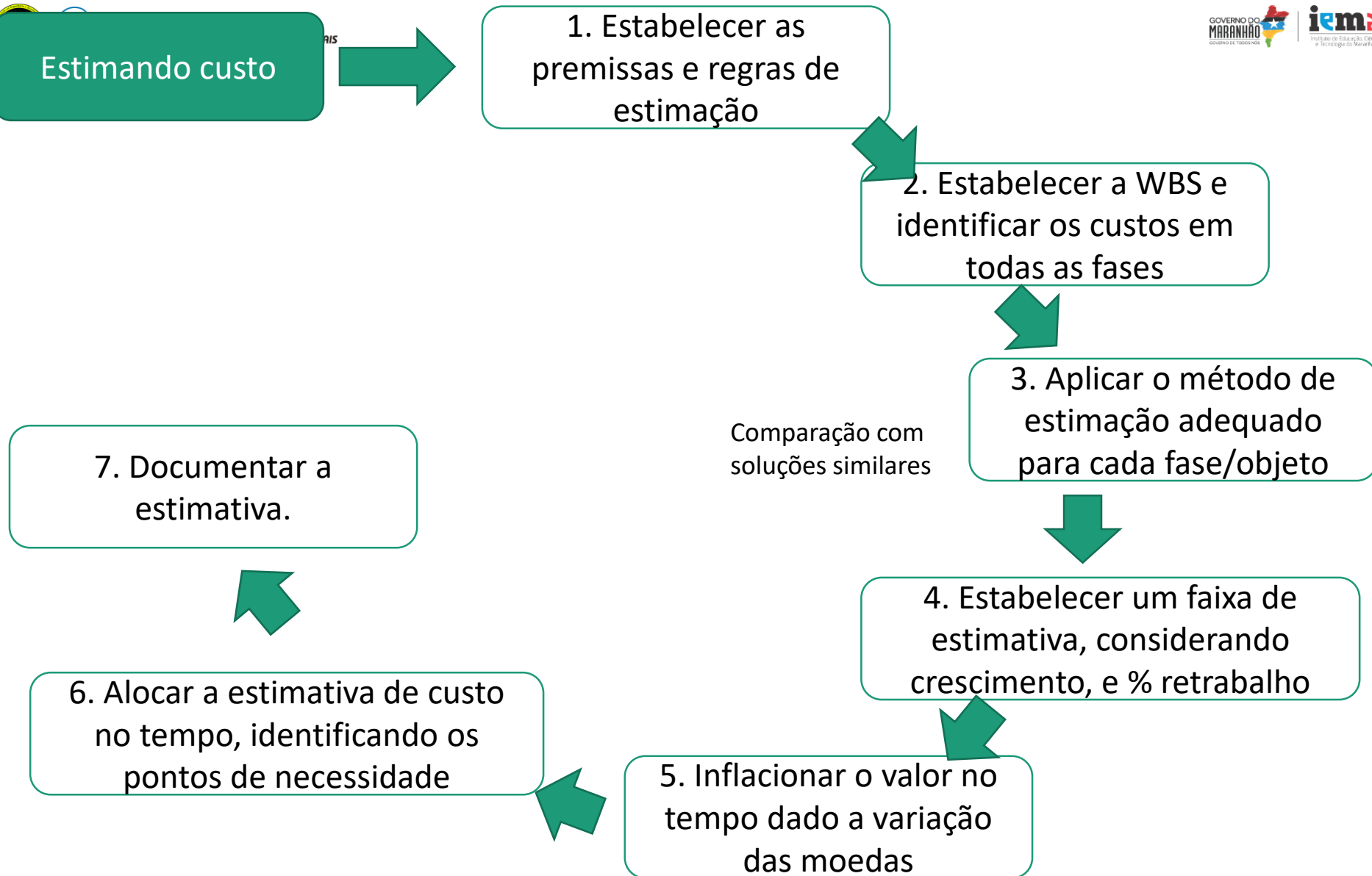
# Medidas de Efetividade

- Medida de Utilidade (Measure of utility) – o quão útil é a missão no atendimento dos objetivos.
- Medida de Sucesso (Measure of Success) – qual foi o sucesso da missão no atendimento dos objetivos
- Impactos (Impact on Outcome) – se a missão muda alguma coisa que justifica sua existência
- Nível de preparo (Level of Preparedness) – se a missão permite que estejamos preparados para eventos futuros.

# Custo



## Estimando custo



# Elementos

- Bolsas de Desenvolvimento de HW/SW do Segmento Espacial
- Bolsas de Desenvolvimento de HW/SW do Segmento Solo
- Compra de equipamentos
- Compra de HW
- Compra de SW de desenvolvimento
- Serviços Terceirizados
- Secretaria
- Ambiente de desenvolvimento
- Ambiente de Teste e Integração
- Lançamento
- Viagens

# Boas Práticas - Atitude

- Reconheça o que é possível e alcançável
- Reconheça que baixo custo não é baixa confiabilidade
- Reconheça que baixo custo é importante
- Reconheça que mudanças podem reduzir custos
- Reconheça que reduzir custo é trabalhoso e necessita da “Engenharia Real”
- Reconheça que a necessidade de mudança não é uma crítica aos programas e práticas anteriores
- Reconheça que virtualmente qualquer técnica pode tanto aumentar quando reduzir custos, dependendo do contexto.

# Boas Práticas - Pessoal

- Melhora na comunicação drasticamente reduz erros por omissão
- Times pequenos aumentam a clareza e a senso de responsabilidade pessoal.
- Times próximos aumentam a comunicação e a disputa de egos que geram retrabalho.
- Times “empoderados” fazem decisões rápidas dado o conhecimento e responsabilidade.
- Reconhecer decisões que levam a redução de custo.

# Boas Práticas - Programático

- Satélites menores levam a menores custos.
- Missões rápidas e baratas possibilitam mais testes tecnológicos.
- Use a efetividade de técnicas de start-ups, geralmente são grupos pequenos que precisam economizar pra sobreviver.
- Compre múltiplas S/C, melhorando a curva de aprendizado e a redução do custo.
- Consiga uma fonte fixa de recurso (não reduz custos, mas garante sobrevivência)
- Seja transparente com o custo para todos.
- Reduza o custo de cada falha
- Construa para um repositório de reuso.
- Minimize o tempo de documentação
- Aperte o cronograma

# Boas Práticas - Governança

- Demostre o real interesse em reduzir custos.
- Descentralize, e permita inovações que são restringidas por decisões centralizadas.
- Incentive P&D – é onde os menores custos são encontrados
- Revise constantemente os objetivos, não faça coisas que não devem ser feitas.

# Boas Práticas – Engenharia de Sistemas

- Balanceie os requisitos via custo/benefício
- Engenharia Simultânea, paralelize atividades e aumente interação dos grupos.
- Projete para o custo, ajuste os requisitos para que o budget financeiro seja atingido.
- Prepare margens largas que não tragam surpresas tardias
- Planeje redundância com elemento com maturidade.
- Coloque mais ênfase em custo/cronograma do que uma super confiabilidade.
- Faça múltiplas otimizações para reduzir custo
- Use o histórico de bases de dado para comparar custos.

# Boas Práticas - Missões

- Mude o conceito de operação para tentar reutilizar infraestrutura de solo.
- Voe baixo.
- Use inclinações que deem mais cobertura e repetições
- Calcule as orbitas pensando no custo
- Defina um tempo de missão curto, pois reduz complexidade e necessidade de redundâncias.



# Boas Práticas - Lançamento

- Revise alternativas que não necessitem de lançamento
- Projete para múltiplos lançadores
- Use acoplamentos padronizados
- Carona, Projete para veículos que compartilhem voos
- Satélites menores reduzem os custos

# Boas Práticas – S/C

- Use tecnologias plug-n-play
- Use o máximo de M&S e softwares
- Use SW e HW COTS
- Use Envelopes Mecânicos COTS/Padronizados
- Use microeletrônica
- Use baterias comerciais
- Use material composto
- Use equipamentos não qualificados
- Evite grandes motores (atitude/navegação)
- Avalie cargas conflitantes.

# Boas práticas - Operações

- Use “serviços” de Segmento Solo
- Compartilhe as operações entre os programas e projetos
- Use redes de dados via Internet (Satélites de comunicação)
- Use controle autônomo
- Automatize operações de solo
- Use AMSAT para recuperar informação de rastreo
- Use softwares comuns para testes e operações.

# Garantia

# Conceitos Básicos

- A Garantia do Produto (ou Garantia da Qualidade) cuida de assegurar que o projeto, a manufatura, a integração e os testes de um satélite foram realizados em concordância com os requisitos do projeto e normas aplicáveis. Também pode ser definida como o conjunto de atividades implementadas no sistema da qualidade para verificar a conformidade entre as características do produto e os requisitos estabelecidos pelo cliente.
- Um aspecto chave do processo é a realização de inspeções ao longo da produção como forma de evitar que uma discrepância passe desavisada e só venha a ser detectada durante os testes finais (“Mandatory Inspection Point” – MIP).
- É essencial garantir que os fornecedores também tenham sistemas da qualidade implantados e que eles sejam submetidos a auditorias periódicas.
- O acompanhamento “in-loco” dos testes também é atividade essencial, bem como atestar que os equipamentos de teste estão adequadamente preparados e calibrados. Os responsáveis devem manter registros dos testes realizados e de todas as falhas detectadas. Com isso é possível colaborar para o aperfeiçoamento dos projetos e melhorar a seleção das partes a serem adquiridas.
- As áreas de atuação da Garantia do Produto são:
  - Gerenciamento do Programa da Qualidade, das instalações e das normas adotadas.
  - Supervisão da aquisição de partes e materiais
  - Supervisão das atividades de manufatura, integração e testes.

# Definições

- **Qualidade**

- É a característica de satisfazer aos requisitos do produto.

- **Política da Qualidade**

- Intenções e diretrizes globais de uma organização relativas à qualidade e formalmente expressas pela alta administração. Exemplos:
  - Satisfazer aos clientes a custos competitivos, com a remuneração adequada dos recursos envolvidos.
  - Considerar os clientes e fornecedores como parceiros nos negócios.
  - Manter os profissionais tecnologicamente atualizados, conscientes de seu papel na empresa, motivados e adequadamente remunerados.

- **Manual da Qualidade**

- Documento que declara a política da qualidade e descreve o sistema da qualidade de uma organização.

- **Gestão da Qualidade**

- Todas as atividades da função gerencial que determinam a política da qualidade, os objetivos e as responsabilidades e respectivas implementações.

- **Sistema da Qualidade**

- Estrutura organizacional, procedimentos, processos e recursos necessários para implementar a gestão da qualidade.

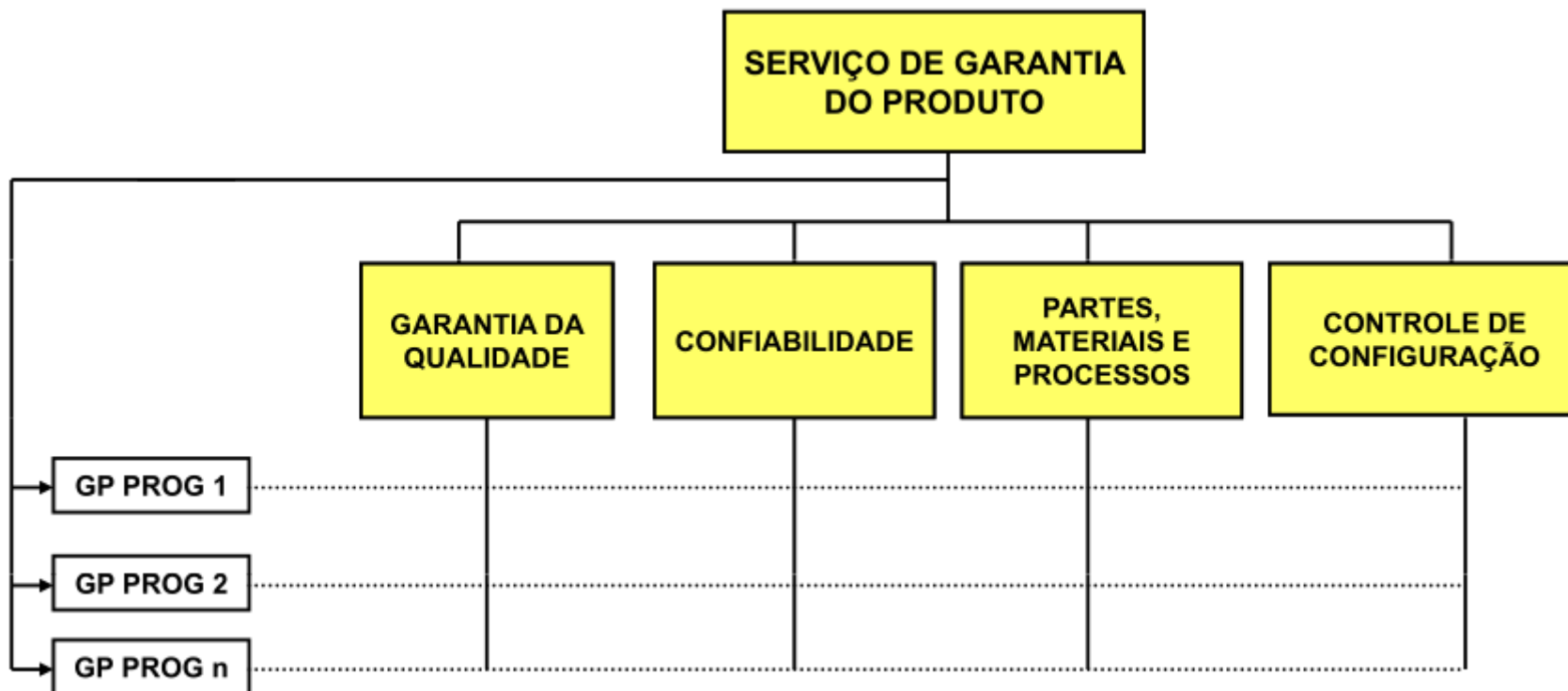
- **Aspectos da contratação de um projeto de engenharia de interesse da qualidade**

- Especificações do desempenho funcional.
- Especificações do ambiente de operação.
- Regras para o desenvolvimento do trabalho.
- Cronograma para a entrega.
- Documentação a ser gerada.

- **Como atestar que um produto tem qualidade?**

- Quando as características do produto atendem aos requisitos estabelecidos pelo cliente.

# Exemplo Organizacional



# Gestão da Configuração - Definições

- **Configuração**

- É o conjunto de características físicas e/ou funcionais de um hardware ou software descritas pelos documentos técnicos.

- **Identificação da Configuração**

- É o conjunto de documentos selecionados para compor a configuração de referência do produto.
- Todos os designadores usados para identificar documentos e o produto.
- Todas as mudanças aprovadas na configuração de referência.

- **Configuração de Referência (“Baseline”)**

- São os documentos que compõem a primeira identificação da configuração e que são formalmente designados pelo cliente em um dado instante do ciclo de vida do produto.

- **Gestão da Configuração**

- São procedimentos técnicos e administrativos para:
  - Realizar a identificação da configuração de referência do produto.
  - Fazer auditorias no produto para verificar conformidade com sua configuração ou com os requisitos contratuais.
  - Controlar a configuração.
  - Gerenciar o status da configuração.

- **Controle da Configuração**

- É a sistemática que coordena e avalia as mudanças propostas para a configuração e faz as respectivas atualizações, quando aprovadas.

- **Gerenciamento do “status” da Configuração**

- É o processo de registrar e relatar as informações necessárias para a efetiva gestão da configuração.  
Exemplos:
  - Lista do status da identificação da configuração – CIDL (“Configuration Item Data List”).
  - Lista de status dos pedidos de modificação, desvios e “waivers” propostos para a configuração.
  - Status de implementação na configuração das modificações aprovadas.



# Exemplo Organizacional

- Um Plano de Configuração para o Projeto/Programa é elaborado e imposto ao INPE e às empresas contratadas. Este plano estabelece as regras a serem seguidas por todos os participantes e é normalmente elaborado por consenso entre as partes. Nele são estabelecidas sistemáticas para:
  - Codificar documentos.
  - Elaborar árvore do produto.
  - Gerar “Part Numbers” para identificar os equipamentos e partes.
  - Identificar a configuração (na Revisão Preliminar do Projeto).
  - Atualizar a configuração.
  - Preparar a CIDL.
  - Preparar as pastas para fabricação do hardware.



# Riscos

# Confiabilidade

- Confiabilidade: É a **probabilidade** de um produto **funcionar de acordo com as especificações**, sob **condições estabelecidas** e por um determinado intervalo de **tempo**.
- “**Probabilidade**”: É a função que mede a possibilidade do evento ocorrer (assume valores entre 0 e 1).
- “**Funcionar de acordo com as especificações**”: São os critérios que definem claramente o que é considerado um produto conforme.
- “**Condições estabelecidas**”: São as condições ambientais sob as quais o cliente espera que o produto funcione.
- “**Tempo**”: É o intervalo em que o cliente espera que o produto funcione corretamente.

# Confiabilidade: Definições

- Falha: É a ocorrência de anomalia no funcionamento do produto que o impede de cumprir sua especificação.
- Taxa de Falha: É o número de falhas ocorridas no produto por unidade de tempo.
- Erro (“error”): É parte do estado do sistema que pode levar à Falha.
- Falta (“faut”): É a suposta causa do Erro.
  
- Acidente: Evento indesejável e não planejado que resulte em danos materiais, ao ambiente ou à vida.
- Perigo (“hazard”): É uma situação (estado interno + ambiente) que pode levar a um Acidente.
- Risco (“risk”): É função da frequência da ocorrência do evento indesejável e da severidade potencial das consequências resultantes deste evento.
- Segurança (“safety”): É a propriedade do sistema estar livre de condições de Perigo.

# Confiabilidade... math

- O modelo matemático mais comum para a determinação da confiabilidade de um único item é baseado na Taxa de Falha Constante (caso em que não se considera o desgaste):

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

- $R(t)$ : probabilidade do produto operar sem falha durante o período  $t$  (geralmente expresso em horas).
- $\lambda$ : é a taxa de falha do produto (normalmente expressa em falhas/hora) constante no tempo.
- $e$ : é a base do logaritmo natural (2,7182...).

- Probabilidade de Falha:  $F = 1 - R$

- Aproximação para o caso de Confiabilidade superior a 90%:

$$e^{-\lambda t} \approx 1 - \lambda t$$

# Confiabilidade ... math p2

- Se um sistema é constituído por  $n$  partes em série, cada uma delas com uma confiabilidade  $R_i$  ( $i = 1...n$ ) ou uma taxa de falha  $\lambda_i$ , a confiabilidade do sistema é dada por:

$$R_s = \prod_1^n R_i = e^{-\sum \lambda_i t}$$

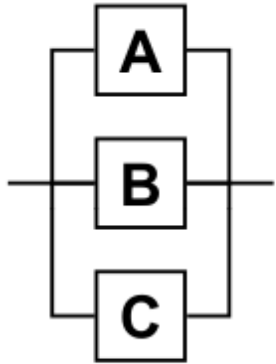
- Se um sistema é constituído por  $n$  partes em paralelo, cada uma delas com uma confiabilidade  $R_i$  ( $i = 1...n$ ), a confiabilidade do sistema é dada por:

$$R_P = 1 - \prod_1^n (1 - R_i)$$

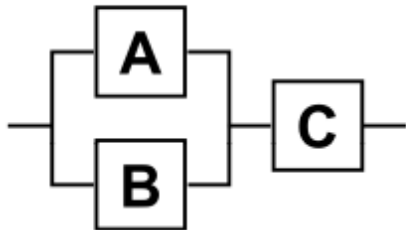
# Confiabilidade: em série e em paralelo



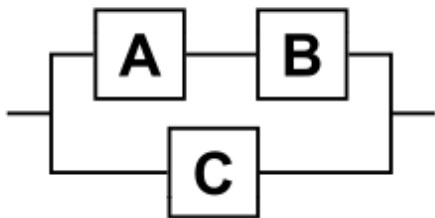
$$R_{Sist} = R_A R_B R_C \quad \text{Série}$$



$$R_{Sist} = 1 - (1 - R_A)(1 - R_B)(1 - R_C) \quad \text{Paralelo}$$



$$R_{Sist} = R_C [1 - (1 - R_A)(1 - R_B)] \quad \text{Redundância Parcial}$$

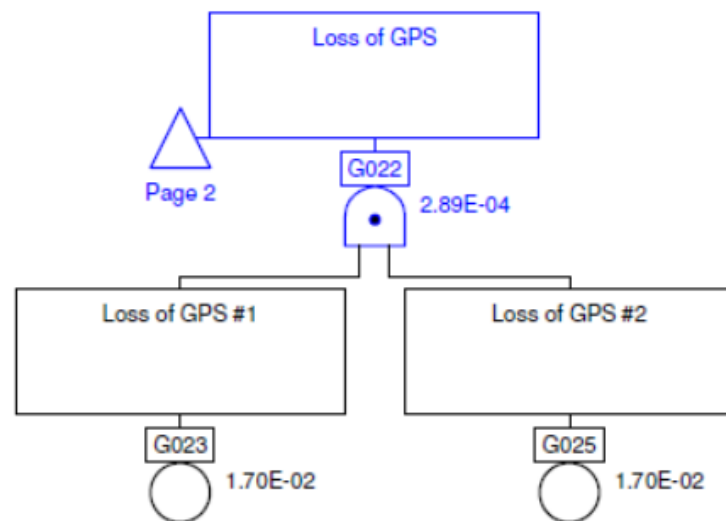
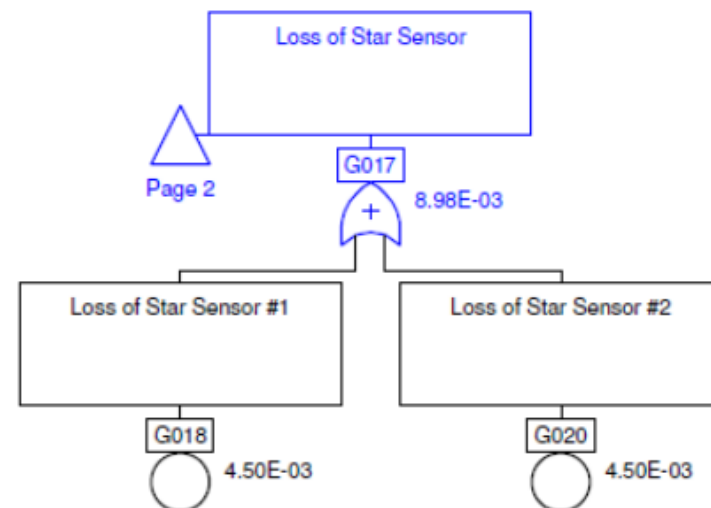


$$R_{Sist} = 1 - (1 - R_A R_B)(1 - R_C)$$



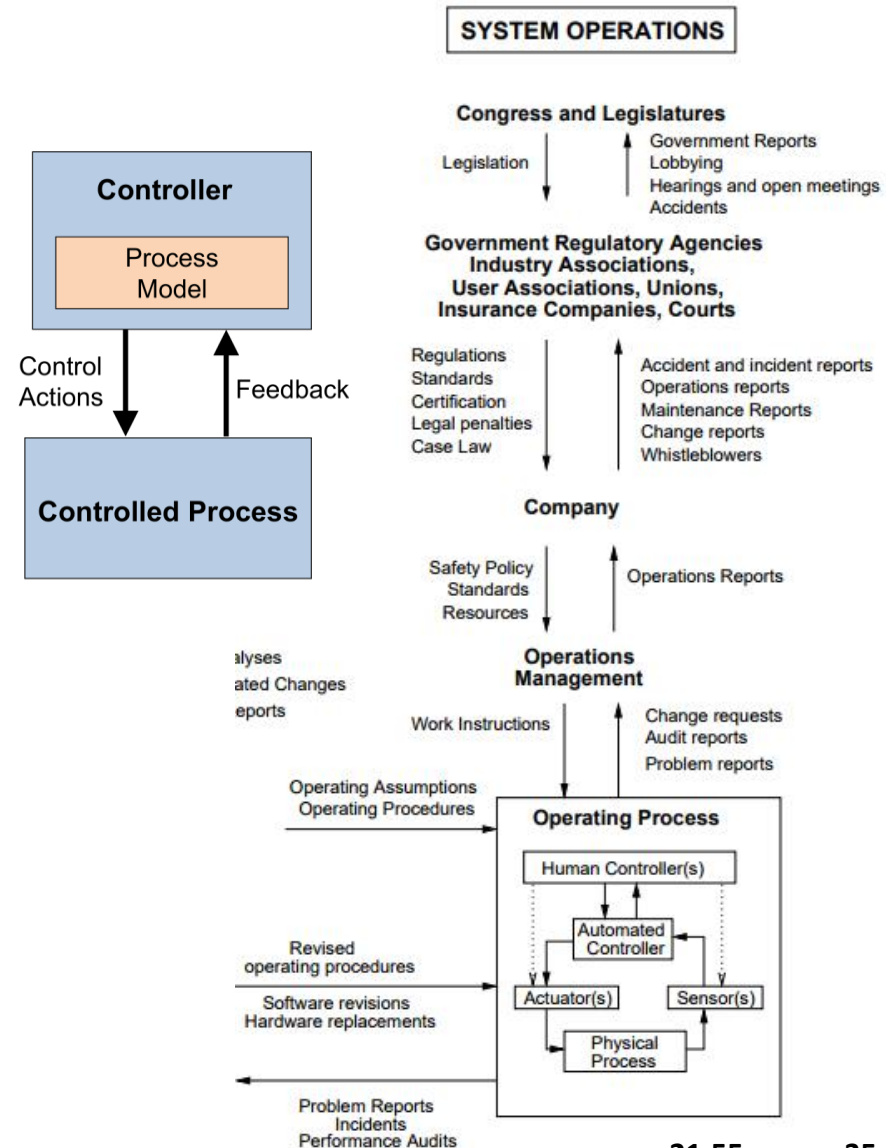
# Árvore de Falhas

- O método de análise por Árvore de Falhas usa lógica Booleana para mostrar a relação entre o efeito e os modos de falha. As duas portas lógicas mais comuns nessa análise são portas **E's** e **OU's**. Uma porta **E** representa uma condição na qual a coexistência de todas as entradas é requerida para se produzir uma saída que representa um evento. Uma porta **OU** representa a condição na qual uma ou mais entradas são necessárias para a realização de um evento. Esta análise usa probabilidade para avaliar se uma configuração particular ou arquitetura cumprirá com os requisitos impostos



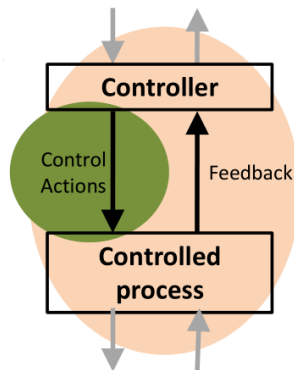
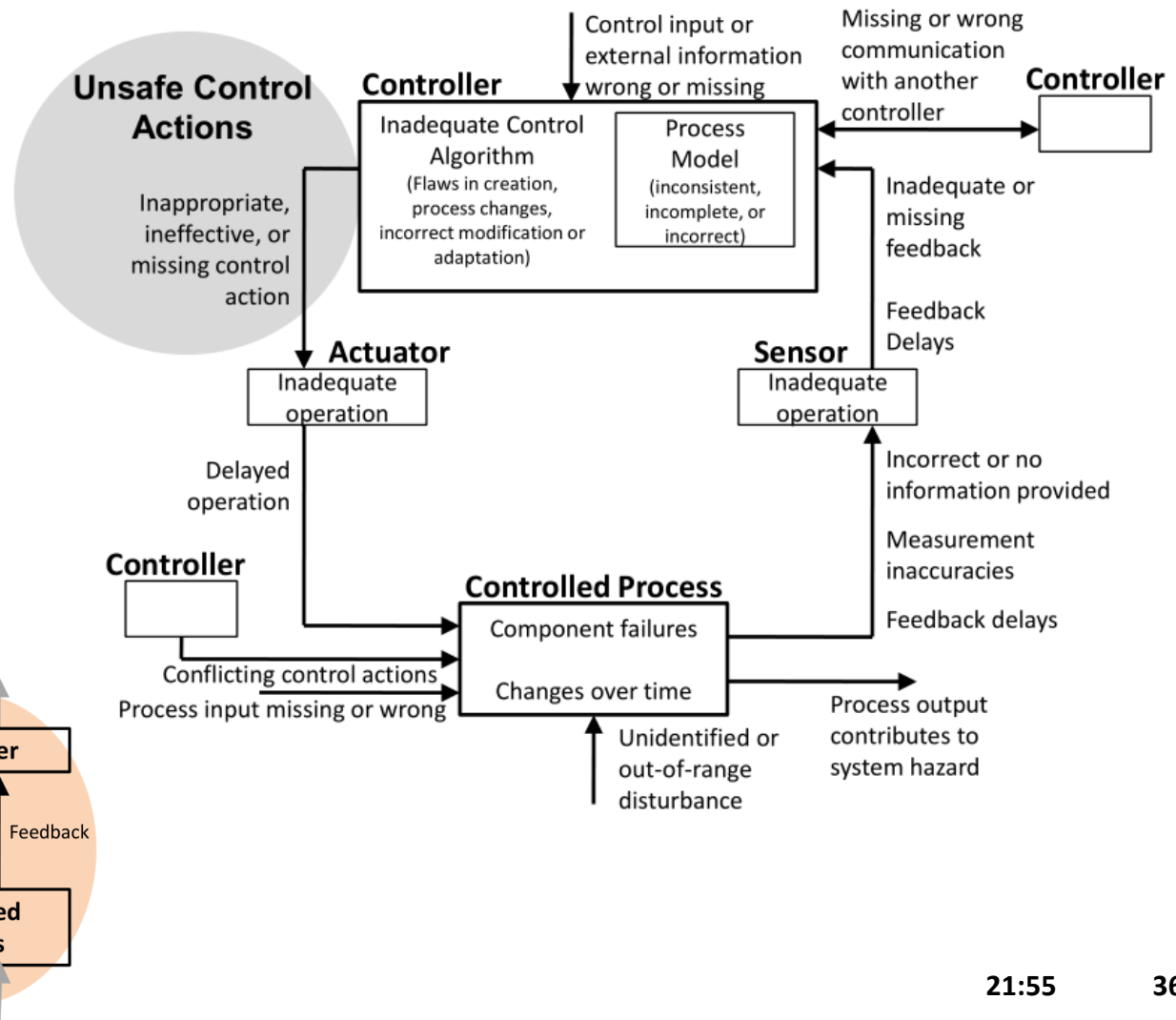
# STAMP - Systems Theoretic Accident Model Processes

- Accidents are more than a chain of events, they involve complex dynamic processes.
- Treat accidents as a control problem, not a failure problem
- Prevent accidents by enforcing constraints on component behaviour and interactions
- Captures more causes of accidents:
  - Component failure accidents
  - Unsafe interactions among components
  - Complex human, software behavior
  - Design errors
  - Flawed requirements
    - esp. software-related accidents



# STPA - Systems Theoretic Process Analysis

- Identify accidents and hazards
- Construct the control structure
- Step 1: Identify unsafe control actions
- Step 2: Identify causal factors and control flaw



# Índice de Risco



Score	Severity	Severity of consequence: impact on (for example) cost
5	Catastrophic	Leads to termination of the project
4	Critical	Project cost increase > tbd %
3	Major	Project cost increase > tbd %
2	Significant	Project cost increase < tbd %
1	Negligible	Minimal or no impact

Fig 5-3:  
Example of a severity-of-consequence scoring scheme

Score	Likelihood	Likelihood of occurrence
E	Maximum	Certain to occur, will occur one or more times per project
D	High	Will occur frequently, about 1 in 10 projects
C	Medium	Will occur sometimes, about 1 in 100 projects
B	Low	Will seldom occur, about 1 in 1000 projects
A	Minimum	Will almost never occur, 1 of 10 000 or more projects

Fig 5-4:  
Example of likelihood scoring scheme

Likelihood	Risk Index: Combination of Severity and Likelihood				
	1	2	3	4	5
E	Low	Medium	High	Very High	Very High
D	Low	Low	Medium	High	Very High
C	Very Low	Low	Low	Medium	High
B	Very Low	Very Low	Low	Low	Medium
A	Very Low	Very Low	Very Low	Very Low	Low

"Red"
  "Yellow"
  "Green"

Fig 5-5:  
Example of risk index & magnitude scheme

Risk index	Risk magnitude	Proposed actions
E4, E5, D5	Very High risk	Unacceptable risk: implement new team process or change baseline – seek project management attention at appropriate high management level as defined in the risk management plan.
E3, D4, C5	High risk	Unacceptable risk: see above.
E2, D3, C4, B5	Medium risk	Unacceptable risk: aggressively manage, consider alternative team process or baseline – seek attention at appropriate management level as defined in the risk management plan.
E1, D1, D2, C2, C3, B3, B4, A5	Low risk	Acceptable risk: control, monitor – seek responsible work package management attention.
C1, B1, A1, B2, A2, A3, A4	Very Low risk	Acceptable risk: see above.

Fig 5-6: Example of risk magnitude designation & proposed actions for individual risks

# Principais Artefatos de Documentação

# Artefatos de informação

- Especificação técnicas e justificativa de requisitos – Estabelece as exigências para cada produto nos seus diversos níveis e segmentos. Justifica o porque dos requisitos e a justifica dos limites e valores adotados.
- Plano de engenharia de sistemas (ou plano de desenvolvimento) – Define como será realizado o desenvolvimento, modelos utilizados, resultados de cada fase, riscos associados, etc.
- Arquivo de definição e justifica da solução (design) – Apresenta a(s) solução (ões) que estão sendo considerada. Apresenta as razões de escolha da solução, justificativas técnicas, cálculos, demonstrações que a solução atende os requisitos.
- Árvore de funções – Contém a hierarquia de funções que devem ser implementadas em um dado produto. Esta árvore tem como principal aplicação antes dos componentes físicos serem estabelecidos para o produto.

# Artefatos de informação

- **Árvore de produtos** – Esta árvore apresenta todos os produtos que compõem o sistema (sistema, segmento, satélite/solo/aplicação, subsistema e equipamento). Esta árvore é produzida após serem atribuídas as funções aos diversos componentes físicos.
- **Balanço técnico (budget)** – Apresenta a atribuição dos principais recursos (massa, potência, deltaV, etc.) aos diversos componentes e as margens disponíveis.
- **Interface Control Document (ICD)** – Para cada equipamento do satélite são apresentadas as principais interfaces. Considera-se como interface não somente os conectores como também as características mecânicas (massa, localização dos pontos de fixação, meio de fixação, etc.) e térmicas. Este documento é atualizado de acordo com a necessidade de cada equipamento.
- **Plano de verificação** – Contém o planejamento de como vão ser feitas as verificações.



# Artefatos de informação

- **Especificação e procedimento de teste** – Especifica como será realizado um particular teste, os níveis a serem aplicados, os tempos, a configuração do equipamento e como avaliar seus resultados. Contém o passo a passo do teste, com todas as condicionantes aplicáveis.
- **Relatório de teste ou de verificação** – Após a execução do teste, o relatório documenta os resultados e uma avaliação preliminar sobre o resultado.
- **Manual de usuário do produto** – Contém uma descrição de como se deve usar um dado produto (diversos níveis).
- **Plano de gerenciamento do projeto** – Contém o plano de como será feita a gestão do projeto.
- **Estrutura de divisão do trabalho (WBS)** – Contém as tarefas que devem ser executadas para produzir um dado produto. São mais detalhadas a medida que se desce na árvore do produto.



# Artefatos de informação

- **Pacotes de trabalho (WP)** – Caracteriza o trabalho que deve ser executado por uma unidade da organização, os produtos e documentos a serem entregues e se inclui a verificação (ou será feita por outra unidade). Quando a unidade é externa (contratada) possui o nome de Definição Detalhada de Trabalho (DDT) ou Statement of Work (SOW).
- **Cronograma** – Contém para cada produto (nos diversos níveis) o conjunto de tarefas que devem ser executadas. Em um dado momento o cronograma é configurado (ou seja, congelado) caracterizado-se como uma referencia para o programa (baseline).
- **Relatório de progresso** – Periodicamente emitido (de acordo com o plano de gerenciamento) e apresenta o estado atual do desenvolvimento, os problemas encontrados e as expectativas de atraso ou cumprimento dos prazos.