



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

# Noções Básicas sobre Garantia do Produto em Programas Espaciais, sua Missão e Atuação *“Product Assurance”*

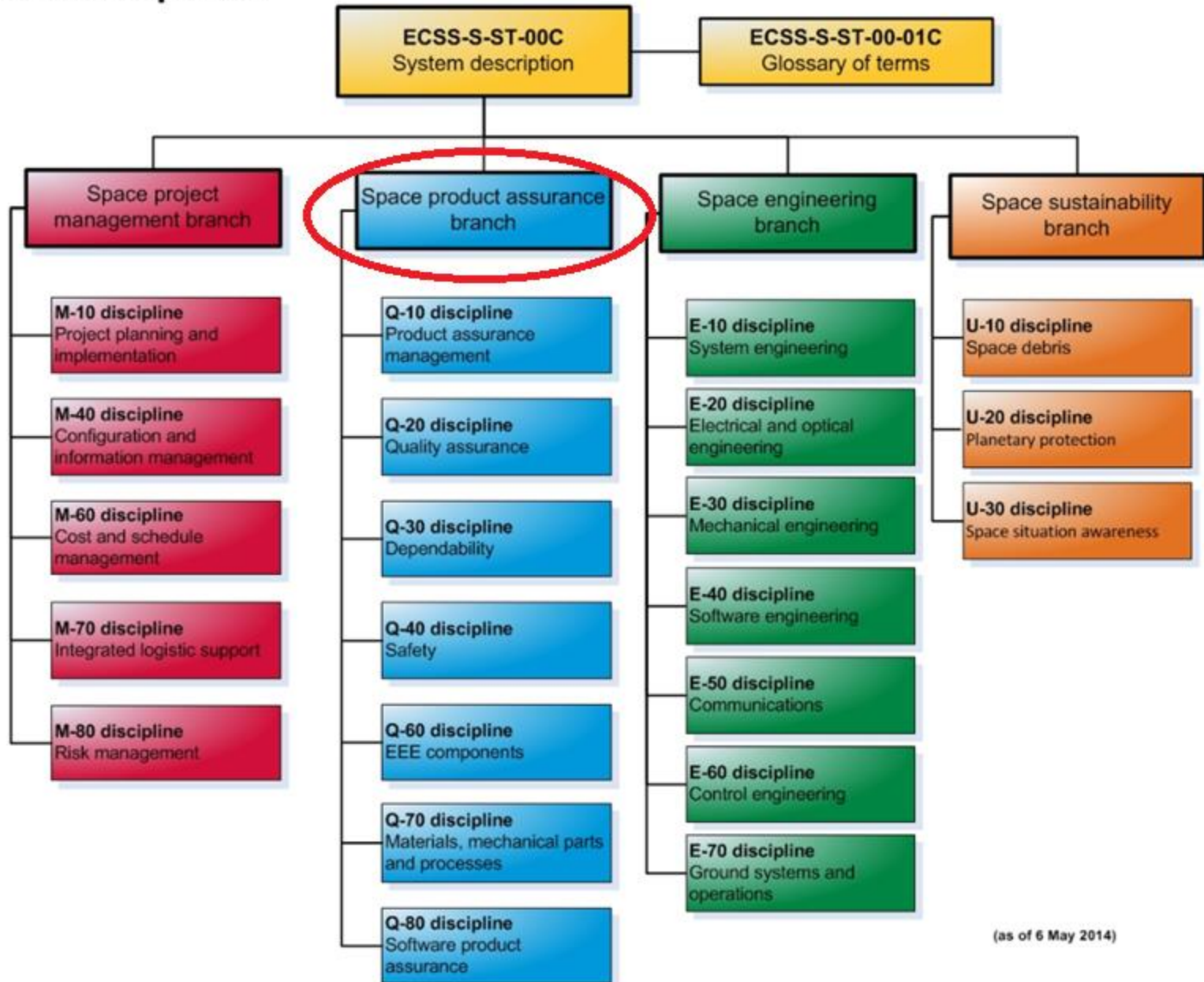
## Curso de Inverno 2018

Nome **Hadler Egydio da Silva**  
Email **hadler.silva@inpe.br**  
12-julho-2018

# Proposta da Palestra

- Foco na contextualização, papel, missão e atuação da Garantia do Produto (GP)
- Garantia do Produto tal como distribuídas segundo a European Cooperation for Space Standardization (ECSS) e seu desdobramento no INPE.
- Sistemática e espectro de atuação de grupo de Garantia do Produto e sua fundamental importância na construção de projetos de produtos espaciais robustos.
- Também serão abordados conceitos básicos sobre:
  - A. Formação do profissional de GP;
  - B. Garantia do produto x Ciclo de Projeto;
  - C. Responsabilidades, importância e alcance da GP;
  - D. Noções de qualidade e custos da qualidade;
  - E. Requisitos de qualidade/garantia de produto;
  - F. Não conformidades , *waivers* e desvios;
  - G. Auditorias;
  - H. Referência normativa da Garantia do Produto;

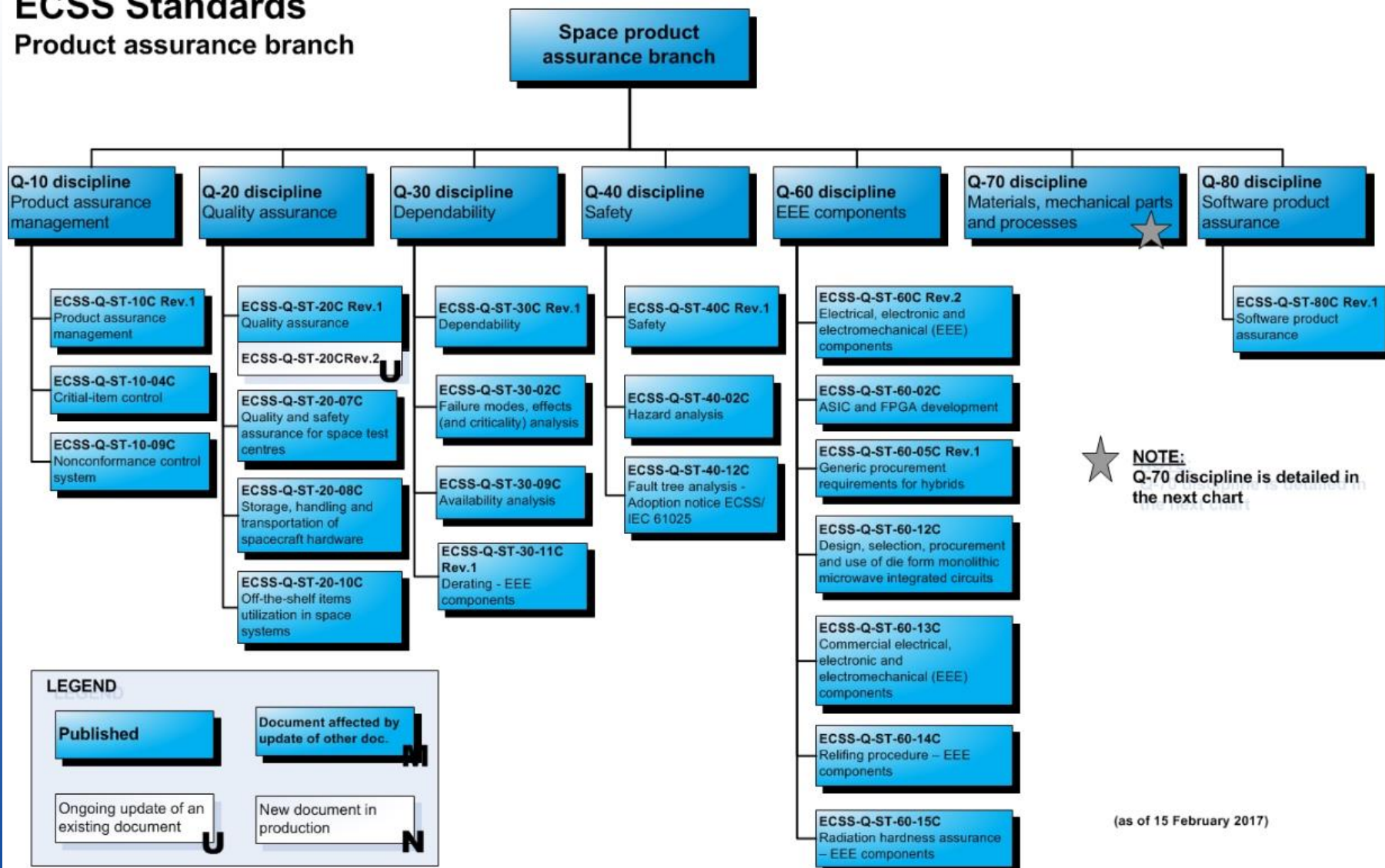
# ECSS Disciplines



(as of 6 May 2014)

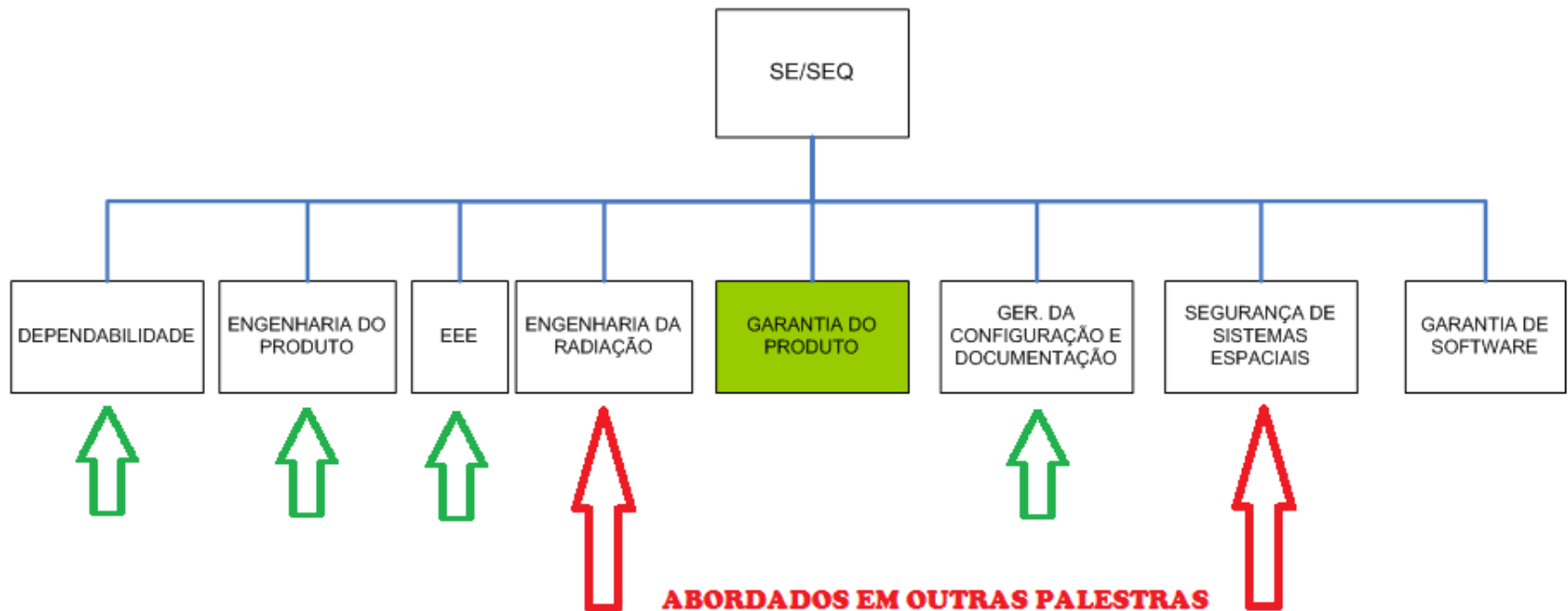
# ECSS Standards

## Product assurance branch



(as of 15 February 2017)

# ORGANOGRAMA DO SERVIÇO DE ENGENHARIA DA QUALIDADE DO INPE



# Garantia do Produto – Definição (Q10)

“Disciplina dedicada ao estudo, planejamento e implementação de atividades dirigidas a assegurar que o design, controles, métodos e técnicas de um projeto resultem num nível satisfatório de qualidade no produto”

Fonte: (**ECSS-S-ST-00-01C**)

# Garantia da Qualidade – Definição (Q20)

“Parte da gestão de qualidade focada em fornecer confiança de que os requisitos de qualidade serão atendidos [ISO 9000: 2005]”

## ■ Qualidade :

“grau em que um conjunto de características de um produto ou processo preenche os requisitos”  
**(ECSS-S-ST-00-01C)**



# Garantia da Qualidade (Q20)

“Parte da gestão de qualidade focada em proporcionar confiança de que os requisitos de qualidade serão atendidos [ISO 9000: 2005]”

## ■ Qualidade :

“grau em que o conjunto de características de um produto ou processo preenche os requisitos”  
(ECSS-E-00-01C)

GARANTIA DO PRODUTO ≠

GARANTIA DA QUALIDADE, PORÉM COMPLEMENTARES



# Uma Organização Sem Qualidade

Esta é a história de quatro pessoas: *TODOMUNDO*, *ALGUÉM*, *QUALQUERUM* E *NINGUÉM*.

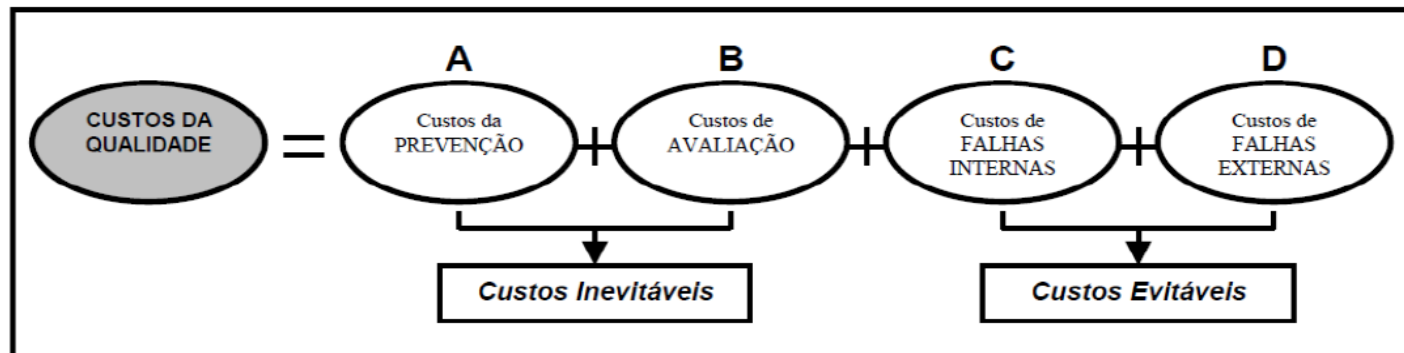
Havia um importante trabalho a ser feito e foi pedido a *TODOMUNDO* para fazê-lo. *TODOMUNDO* assumiu que *ALGUÉM* o faria.

*QUALQUERUM* poderia ter feito, mas *NINGUÉM* fez. *ALGUÉM* ficou bravo com isso porque era o trabalho de *TODOMUNDO*.

*TODOMUNDO* achou que *QUALQUERUM* tinha o dever de fazer, mas *NINGUÉM* percebeu que *TODOMUNDO* não faria.

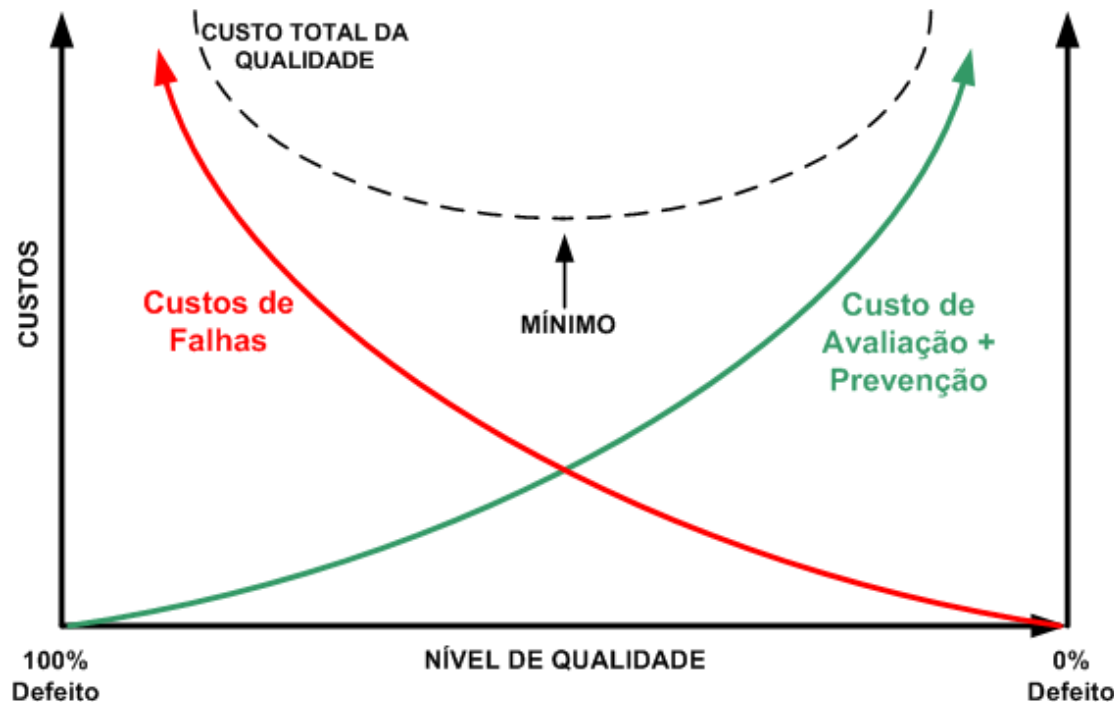
Finalmente, *QUALQUERUM* culpou *TODOMUNDO* por não ajudar *NINGUÉM* e *ALGUÉM* sabiamente concluiu que *NINGUÉM* é a pessoa mais útil na empresa.

# Qualidade/Custos



Custo de Prevenção	Custo de Avaliação	Custo de Falha Interna	Custo de Falha Externa
Controle de Processo	Inspeção de matéria prima	Refugo	Encargos com as garantias
Projeto e re-projeto de produto e serviço	Inspeção em processo	Retrabalho Reparo de equipamento	Reclamações e retornos
Projeto de processo	Inspeção Final	Falha em processo	Retrabalho nos retornos
Relações c/ fornecedores auditorias e screenings	Inspeção de material e serviço	Re-inspeção de produto	Perda de venda
Manutenção preventiva	Auditoria da qualidade	-	Penalidades legais
Círculos de qualidade e treinamento	-	-	-

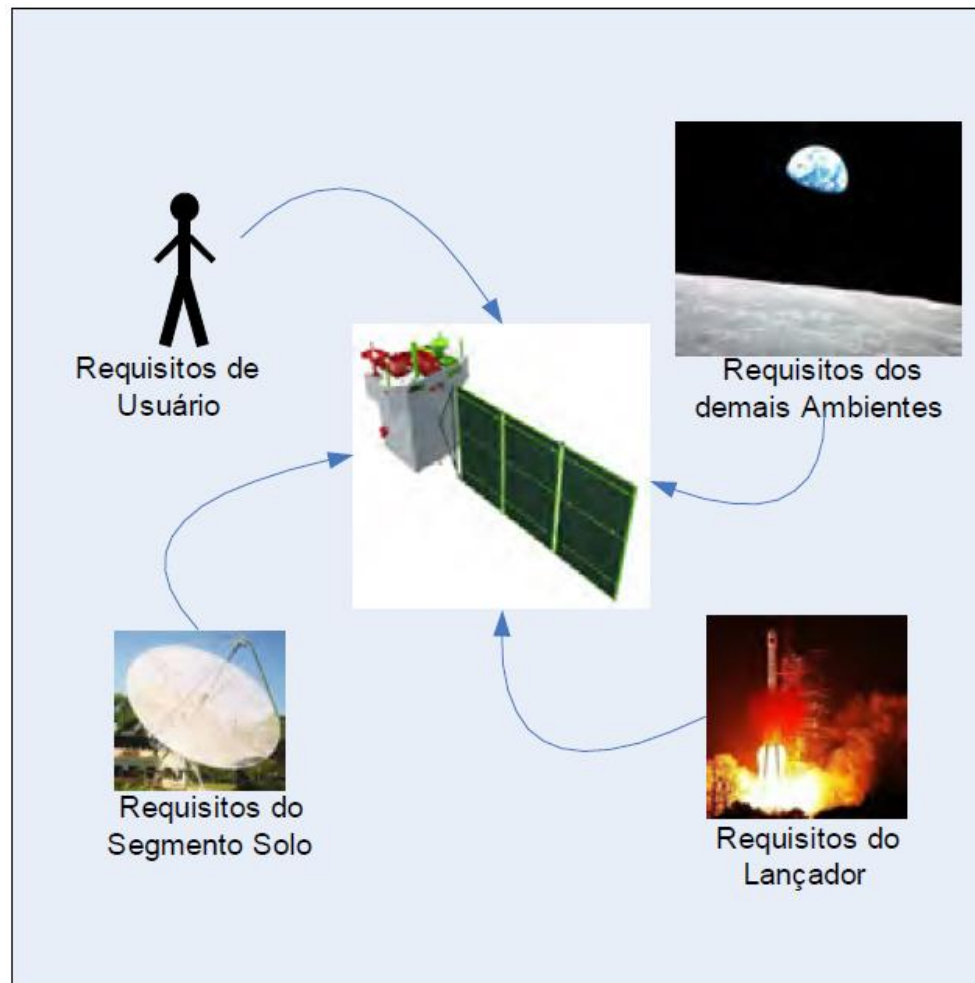
# Qualidade/Custos



## Trilogia da Qualidade:

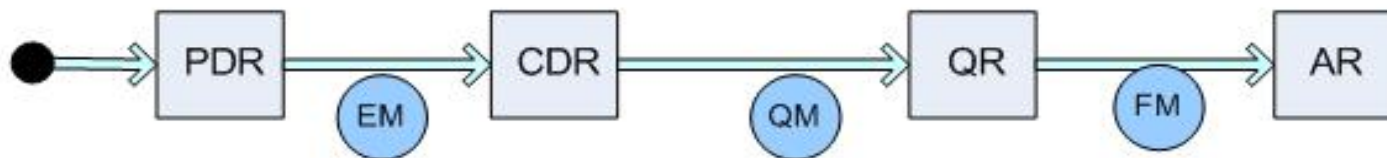
- 1- Planejamento da qualidade;
- 2- Controle da qualidade;
- 3- Aperfeiçoamento da qualidade

# Fontes de Requisitos e Restrições de um Satélite

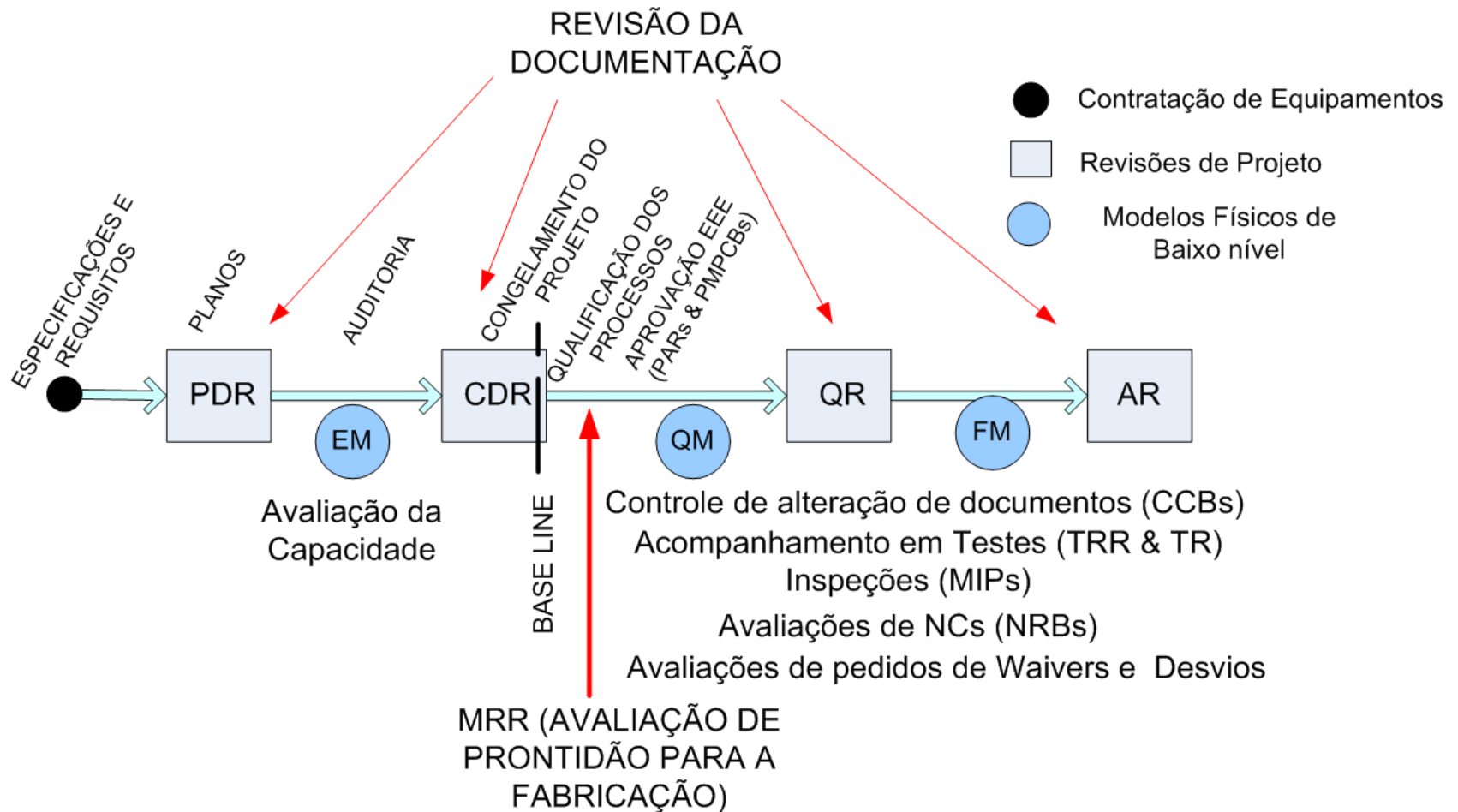


# Ciclo de Desenvolvimento de um Equipamento Espacial e Atuação da GP

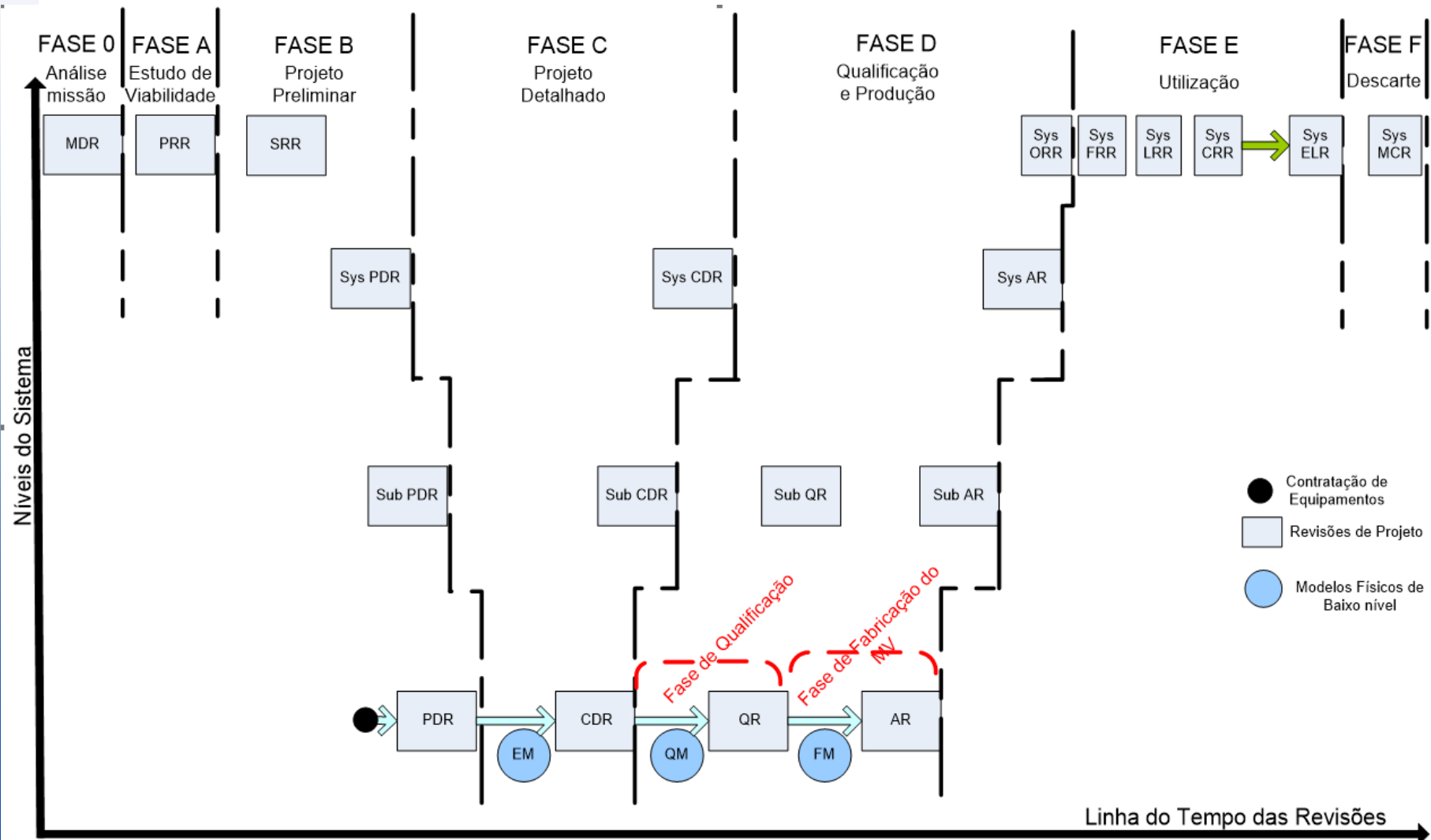
- Contratação de Equipamentos
- Revisões de Projeto
- Modelos Físicos de Baixo nível



# Ciclo de Desenvolvimento de um Equipamento Espacial e Atuação da GP (Q10)

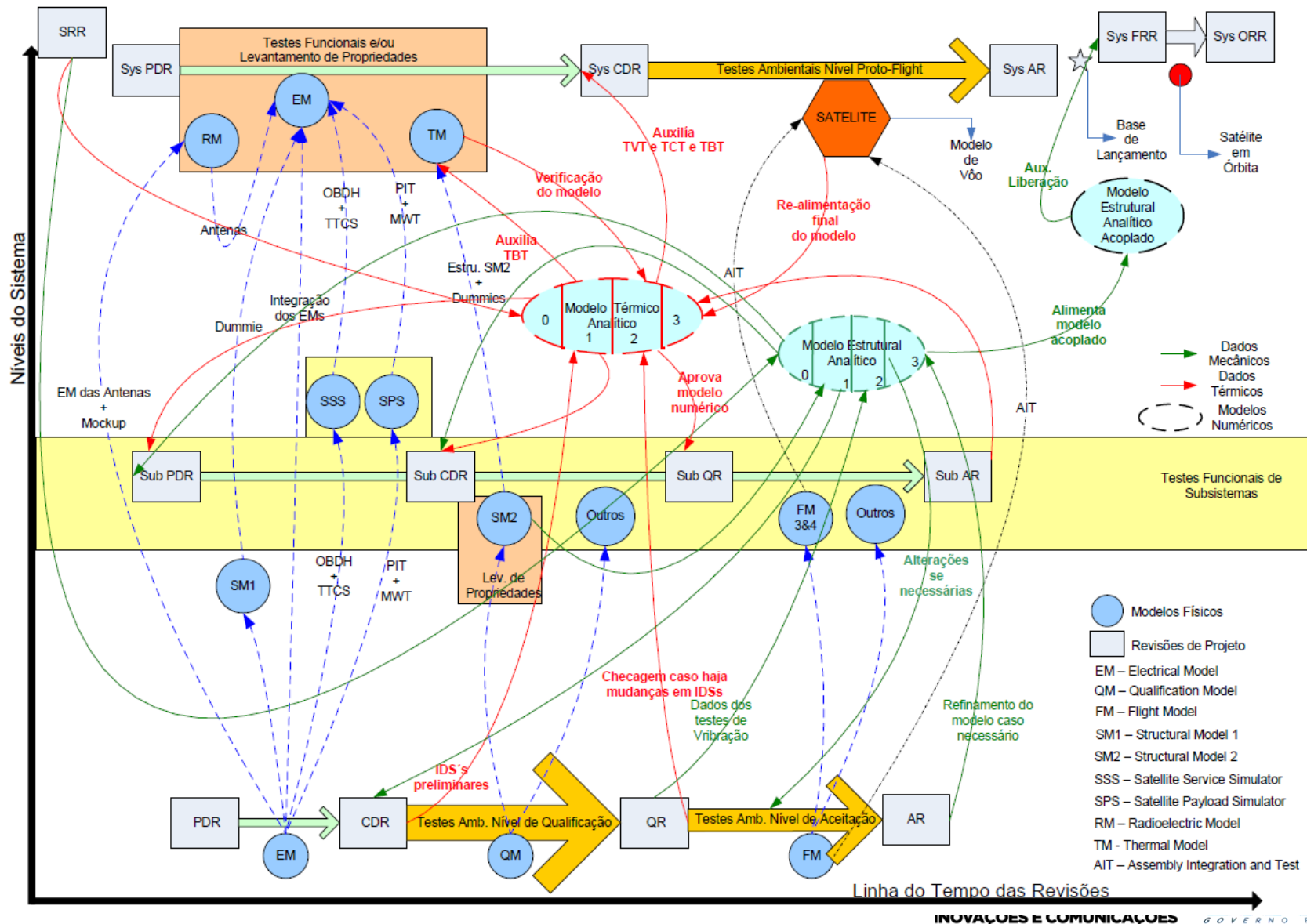


# Fases de Desenvolvimento de um Sistema Satélite

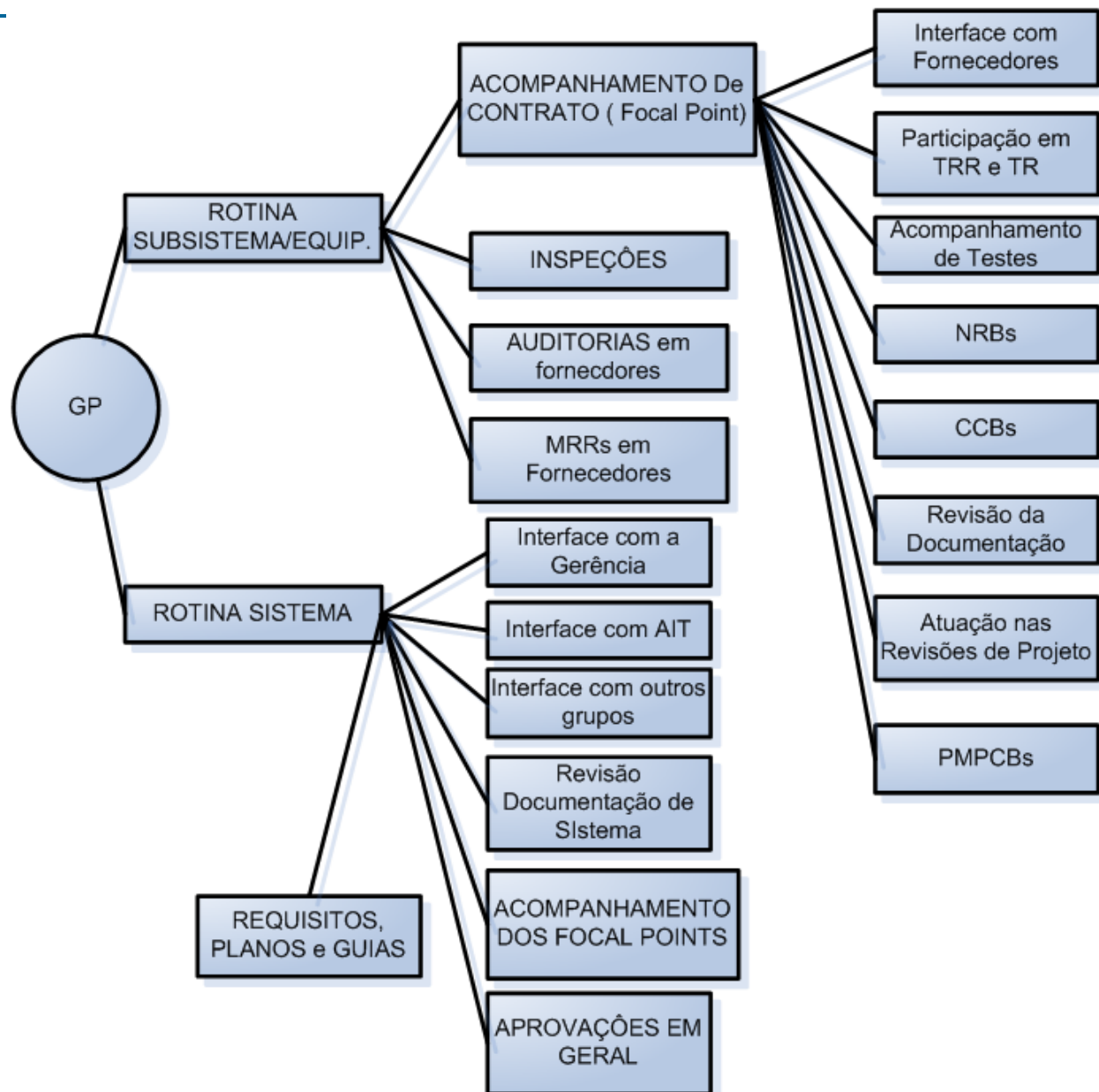




# Ciclo de Desenvolvimento de um Sistema Satélite (exemplo CBERS3)



# Atuação da GP em um PROJETO ESPACIAL



# Atuação em Testes (TRR & TR)

## ■ TRR - Revisão Prontidão de Teste:

1. Atestar a disponibilidade e adequação da documentação, incluindo:
  - especificação de ensaio aprovada,
  - previsão de teste (quando relevante),
  - procedimentos de ensaio aprovados (incluindo procedimentos de emergência e de contingência),
  - prontidão de instalação de teste,
  - programa de ensaios aprovado e
2. Avaliar a configuração de teste;
3. Verificar estado de NCs que possam impactar nos resultados;
4. Status de waivers e desvios;
5. Avaliar as condições ambientais, instrumentação de teste, calibração, estado de manutenção e prontidão dos EGSEs;
6. Qualificação e disponibilidade de pessoal;
7. Prover o registro do status inicial.

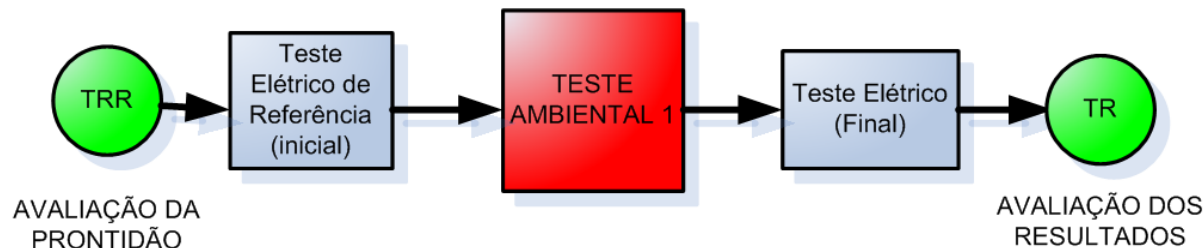
# Atuação em Testes (TRR & TR)

## TR - *Test Review*

Reunião que tem como objetivo revisar todos os resultados obtidos durante o teste, verificar sua completa realização, verificar se os objetivos propostos foram alcançados, verificar as ocorrências de teste.

Verificar a inexistência de Anomalias ou Não Conformidades que invalidaram os testes.

Permitir a liberação do item em teste para preparação da atividade seguinte.



## ***Nonconformance Review Board (NRB) (Q20)***

- O NRB é presidido pela Garantia Produto com membros da Engenharia e outras equipes de especialistas (p. ex. Materiais, Software).
- Membros do NRB têm responsabilidades coletivas e específicas. A responsabilidade específica está relacionada a área de especialização.
- A responsabilidade específica da Garantia do Produto no NRB é:
  - Investigar as causas-raiz para identificar ações preventivas/corretivas;
  - Assegurar que ações corretivas serão implementadas apropriadamente;
  - Assegurar que o processo é seguido corretamente e os registros são mantidos.
- Também é conhecido como MRB.

# NÃO CONFORMIDADES (ECSS-Q-ST-10-09C) (Q20)

Segundo a **ABNT NBR ISO 23461**, a classificação de uma não conformidade é baseada em relação a severidade das suas consequências, e esta decisão não envolve impacto sobre o custo nem cronograma.

Não-Conformidade Maior: o não atendimento a um requisito que afete a funcionalidade do produto, ou que ponha em risco a segurança de pessoas, ou do próprio produto/projeto, intercambialidade (funcional ou dimensional), confiabilidade etc..

Não-Conformidade Menor: tudo o que não for classificado como não-conformidade maior.

Obs: A soma de várias não-conformidades menores pode gerar uma não conformidade maior.

# NÃO CONFORMIDADES (ECSS-Q-ST-10-09C)

Segundo a ECSS uma não-conformidade é o não atendimento a um requisito

Classificação	Board - Comitê	Disposições	Implicações
<div> <p><b>Não Conformidade</b></p> <div> <p><b>Maior</b></p> <p><b>Menor</b></p> </div> </div>	NRB do Cliente	Retornar ao fornecedor ➡	Itens não-conformes adquiridos
		Usar como Está ➡	Indica aptidão ao atendimento de requisitos de utilização, porém não aqueles originalmente especificados Nenhuma ação física é necessária
		Retrabalhar ➡	O item pode alcançar a totalidade dos requisitos pela reaplicação do processo Espera-se <u>eliminar</u> a não-conformidade
	NRB Interna	Sucatear ➡	Elimina a possibilidade de utilização do item para o uso pretendido
		Reparar ➡	Indica aptidão ao atendimento de requisitos de utilização, porém não aqueles originalmente especificados

**WAIVER  
ou  
ECR**



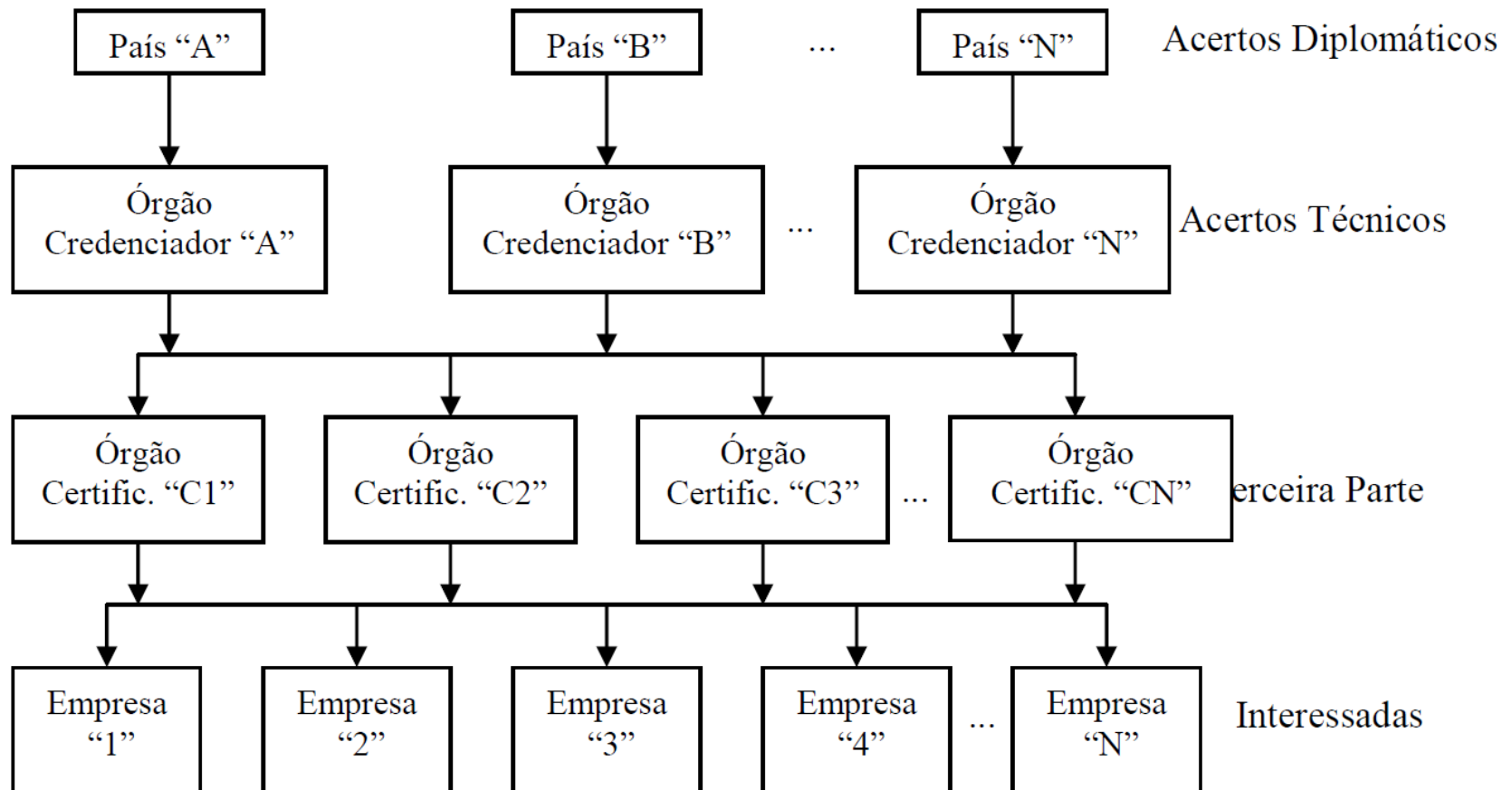
# Auditorias

## Esquema de Certificação Internacional

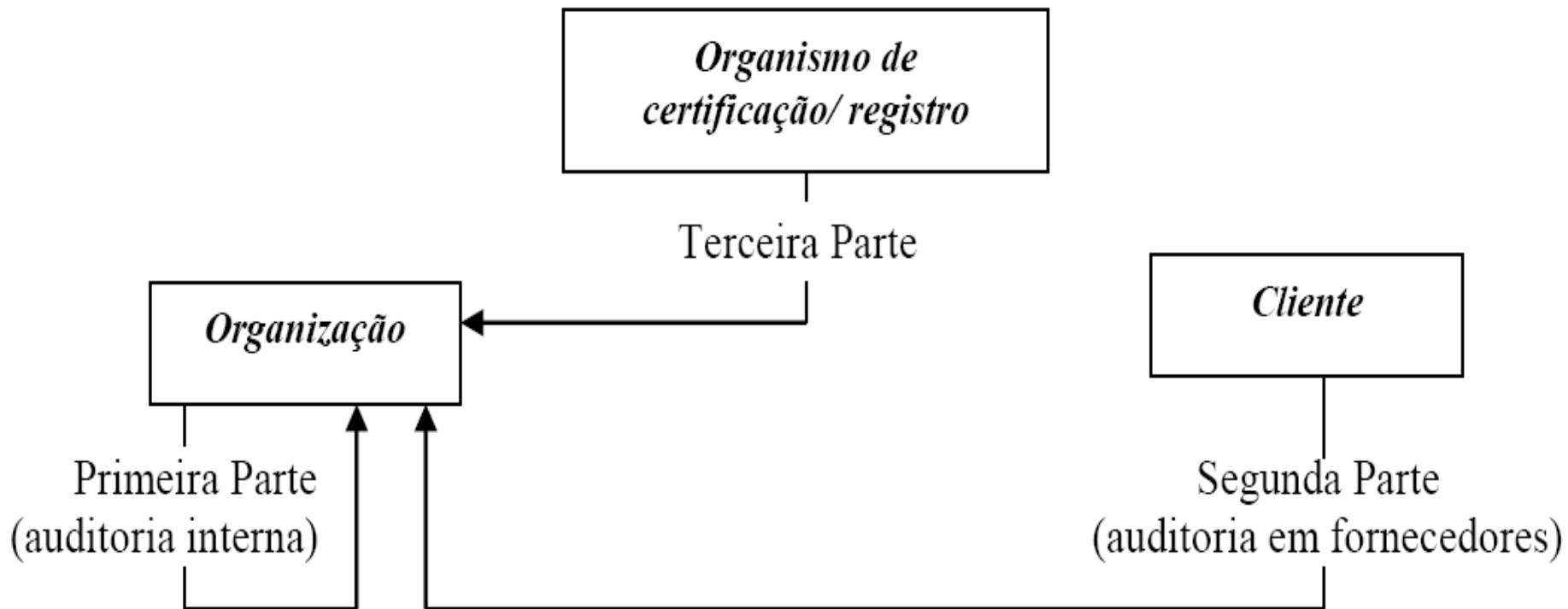
No mundo existe um esquema de certificação e de auditorias da qualidade. Ainda que os órgãos acreditadores variem de país para país – o exemplo do INMETRO no Brasil e o RAB (Register Accreditation Board) nos Estados Unidos – existe um acordo de reconhecimento mútuo entre países e blocos econômicos, pois há imensos interesses econômicos e políticos em jogo.

Sendo assim, através de acertos diplomáticos e técnicos, os órgãos credenciadores (acreditadores) registram órgãos certificadores de “terceira parte”, independentes, para que estes avaliem e cedam os Certificados ISO às empresas interessadas nessa certificação.

# Esquema de Certificação Internacional



# Relação entre Auditorias



# Inspeções / Inspeções Mandatórias

- **MIPs** (*Mandatory Inspection Points*) devem ser selecionados de acordo com os critérios definidos abaixo, quando uma ou mais das seguintes condições ocorrerem:
  1. Quando processos críticos são executados;
  2. Quando o passo seguinte da sequência de fabricação:
    - (a) for irreversível; ou
    - (b) for tornar a desmontagem do item difícil e/ou custosa para que seja feita a inspeção; ou
    - (c) for tornar o local inacessível à inspeção.
  3. Quando há histórico de falha anterior do item indicando a necessidade de inspeção;
  4. Quando um item está indo para a inspeção final.

# Inspeções / Insr

- **MIPs** (*Mandato* acordo com os c seguintes condições

Processo novo , não verificado para dada aplicação ou com histórico de problemas

1. Quando processos críticos são executados;
2. Quando o passo seguinte da sequência de fabricação:
  - (a) for irreversível; ou
  - (b) for tornar a desmontagem do item dificultosa e/ou custosa para que seja feita a inspeção; ou
  - (c) for tornar o local inacessível à inspeção.
3. Quando há histórico de falha anterior do item indicando a necessidade de inspeção;
4. Quando um item está indo para a inspeção final.

# MRR – Manufacturing Readiness Review

Quando: Antes da fabricação do QM

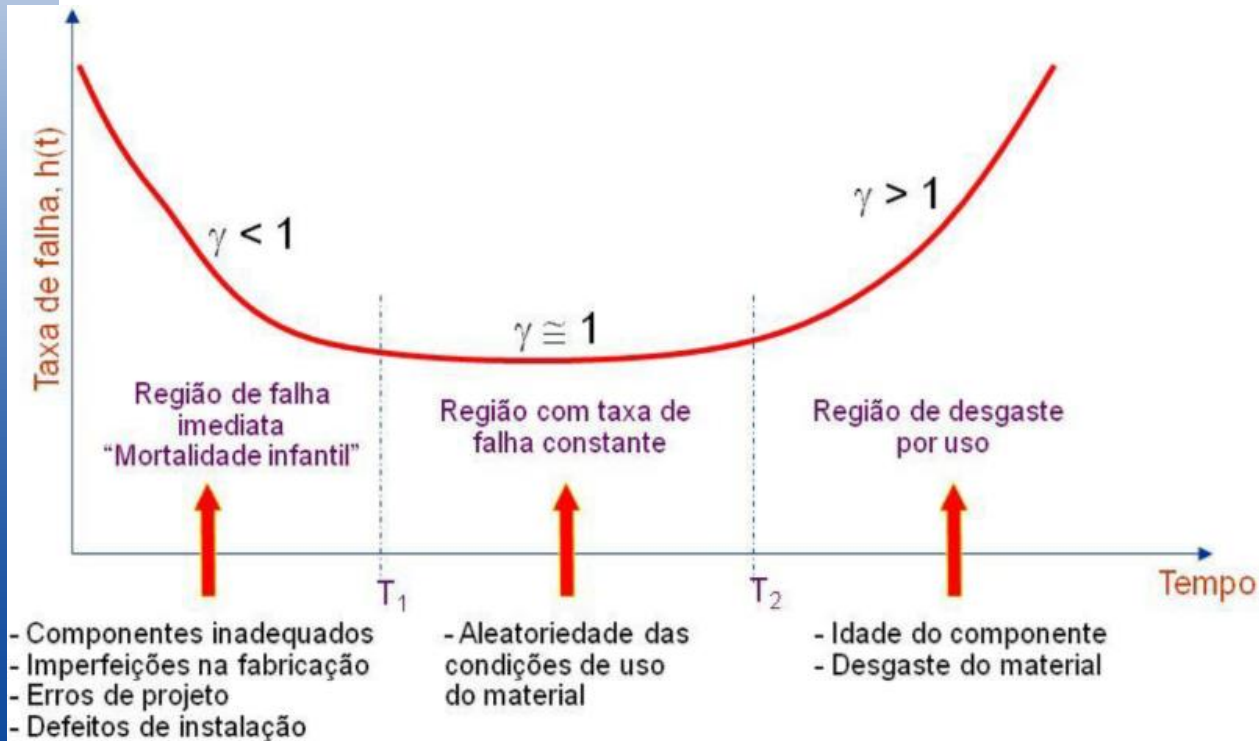
Onde: Nas dependências do fornecedor

Como: Check List

A <b>lista de processos</b> está fechada e <b>aprovada</b> ?	Existe um <b>programa de controle ESD</b> na empresa?
Os <b>processos especiais</b> de fabricação estão <b>qualificados</b> pelo INPE?	Os equipamentos e ferramental estão <b>calibrados</b> ?
Os <b>MIPs</b> do INPE estão claramente <b>definidos</b> ?	Os <b>equipamentos</b> energizados da área de trabalho, as <b>bancadas</b> , <b>armários</b> de estocagem estão <b>aterrados</b> ?
<b>Itens de Ação</b> gerados na(s) auditoria(s) do INPE estão <b>fechados</b> ?	Os <b>ferros de solda</b> , <b>pontas</b> , <b>fluxo</b> e <b>solda</b> são <b>apropriados</b> para o trabalho requerido?
As <b>não-conformidades</b> abertas durante a fabricação do EM estão <b>fechadas</b> ?	Há <b>critérios de aceitação e rejeição</b> de montagem e soldagem claramente definidos?
A <b>área limpa</b> é certificada como classe 100.000 ou melhor?	O <b>tempo de estocagem</b> dos materiais é <b>controlado</b> e registrado?
A <b>umidade relativa</b> e a <b>temperatura</b> da sala limpa e atendem aos requisitos do projeto?	Os <b>operadores</b> de montagem e soldagem são <b>treinados e certificados</b> (por autoridade reconhecida) para as operações de montagem, soldagem e inspeção?
As áreas de <b>estocagem</b> de equipamentos, componentes, partes e materiais são <b>apropriadas</b> e com <b>acesso controlado</b> ?	A <b>documentação</b> de fabricação está <b>disponível e configurada</b> (procedimentos, desenhos, instruções)?

# DEPENDABILIDADE (Q30)

Termo coletivo usado para descrever o desempenho quanto à disponibilidade e seus fatores de influência: confiabilidade, manutenabilidade e logística de manutenção.



## ■ Termos associados:

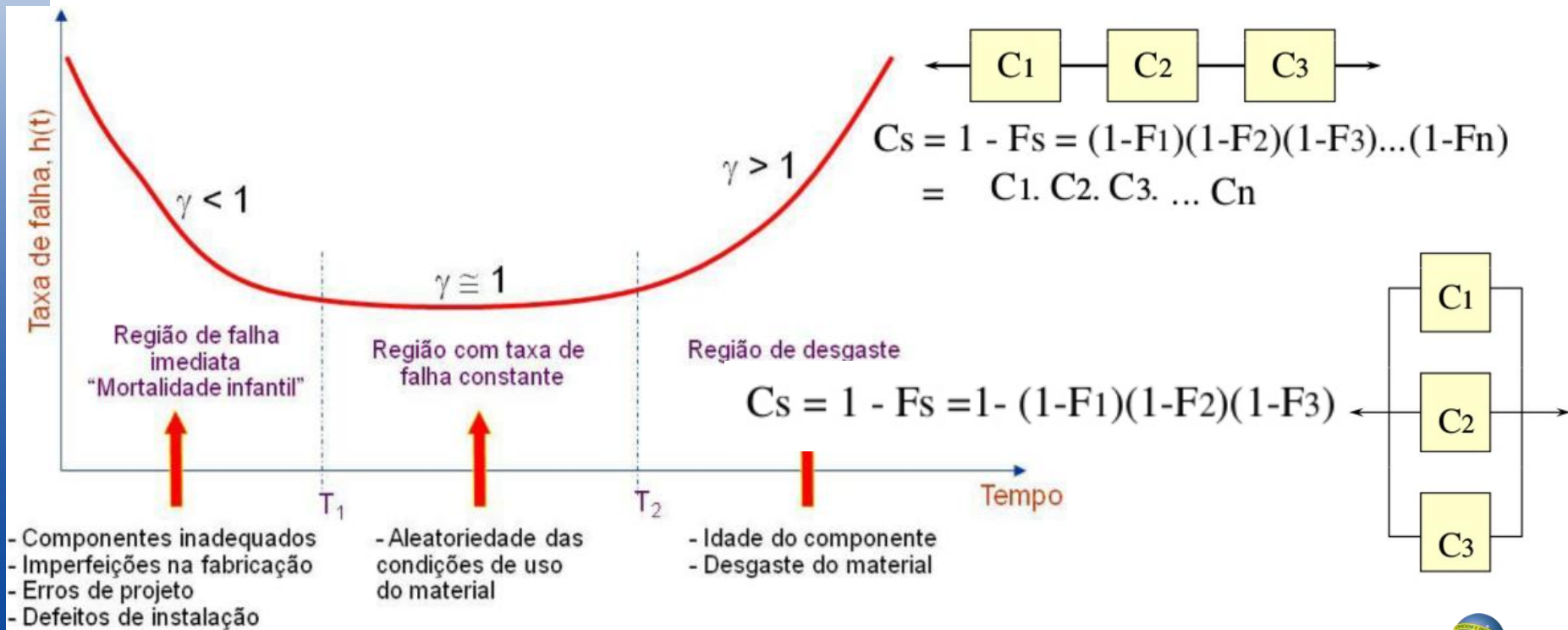
- Taxa de falha;
- Confiabilidade;
- FTA – Análise de Árvore de Falha
- FMEA - Análise de Modos de Falhas e Efeitos;
- Derating
- Redundância



# DEPENDABILIDADE (Q30)

Termo coletivo usado para descrever o desempenho quanto à disponibilidade e seus fatores de influência: confiabilidade, manutenabilidade e logística de manutenção.

$$C_{(t)} = e^{-\lambda t} \quad F = 1 - C$$



# GERENCIAMENTO E CONTROLE DA CONFIGURAÇÃO (M40)

**Gestão da Configuração** – Identifica a configuração do produto, realiza auditorias de configuração, controla e gerencia o status da documentação.

**Configuração** – características funcionais e / ou físicas inter-relacionadas de um produto definido em documentos de configuração sujeitos ao gerenciamento de configuração.

**Item de configuração** - qualquer nível de produto cujas características funcionais ou físicas sejam registradas de maneira recuperável e consistente.

- Plano de controle de configuração;
- Codificação da documentação e dos produtos;
- Listas de Configuração (ABCL & CIDL);
- Listas em geral (componentes, materiais, processos, itens críticos)
- Árvore do produto

# GERENCIAMENTO E CONTROLE DA CONFIGURAÇÃO (M40)

**Gestão da Configuração** – Identifica a configuração do produto, realiza auditorias de configuração, controla e registra as alterações da documentação.

**Configuração** – características funcionais e físicas relacionadas de um produto definido e sujeitos ao gerenciamento de configuração.

**Item de configuração** - qualquer item funcional ou físicas sejam registradas de forma consistente.

- Plano de controle de configuração;
- Codificação da documentação e dos produtos;
- Listas de Configuração (ABCL & CIDL);
- Listas em geral (componentes, materiais, processos, itens críticos)
- Árvore do produto

Ameaça potencial ao cronograma, custo, desempenho e qualidade que é controlado por um plano de ação específico, a fim de mitigar os riscos e evitar consequências indesejáveis

# EEE - Electronic, Electrical and Electromechanical (ECSS-Q-ST-60C) (Q60)

1- Seleção de componentes, Avaliação e Aprovação;

2- Screening tests;

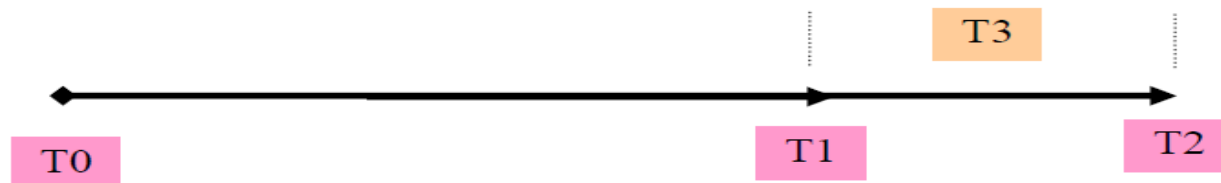
3- Uso de listas preferenciais;

4- Aprovações de uso (PARs & PMPCBs);

Alertas e rastreabilidade;

5- (Controle de Relifing) Uso de Componentes Eletrônicos:

- T0: Date code original;
- T1: Período de arm. máx. permitido de T0 sem relifing (7 anos);
- T2: Duração máxima entre date code original da peça e sua montagem (10 anos);
- T3: Período de arm. máx. permitido após um controle de relifing (3 anos);



# PARTES, MATERIAIS E PROCESSOS (ECSS-Q-ST-70) (Q70)

**Gerencia, avalia e aprova o uso de materiais e partes , assim como atua na avaliação da qualificação dos processos utilizados no produto espacial.**

- **Avaliação quanto a contaminação, degradação, efeitos químicos, elétricos e eletromecânicos;**

**Processo crítico:** processo novo para uma dada empresa ou não verificado para a aplicação em questão ou ainda que tenha causado problemas durante o uso anterior que permanecem não resolvidos.

**Processos especiais:** processo em que a qualidade não pode ser completamente assegurada apenas pela inspeção do artigo final

**Principais documentos no projeto:**

DML – lista declarada de materiais;

DPL – lista declarada de processos;

Data sheets;

**Materiais proibidos ou restritos:** cádmio, zinco, estanho puro, prata pura ou chapeamento de ouro em PCBs, mercúrio, PVC, bário

# PARTES, MATERIAIS E PROCESSOS (FCC-Q-ST-70)

Gerencia, avaliação  
atua na avaliação  
produto e

■ Avaliação  
elétrica

Processos  
verificação  
problemas

Processos  
completo

Princípios

DML – lista

DPL – lista de

Data sheets;

**Materiais proibidos ou restritos:** cádmio, estanho puro, prata pura  
ou chapeamento de ouro em PCBs, mercúrio, PVC, bário

## Critério Técnico para Seleção de Materiais:

- ✓ Temperatura;
- ✓ Ciclagem térmica;
- ✓ Vácuo;
- ✓ Degasagem e Toxicidade;
- ✓ Inflamabilidade;
- ✓ Radiação;
- ✓ ESD;
- ✓ Corrosão
- ✓ Compatibilidade galvânica;
- ✓ Absorção etc...

# Visão da ESA sobre engenheiros de PA

"Os engenheiros de PA são uma parte crucial das operações da missão. Eles são responsáveis por garantir que os materiais, peças mecânicas, processos e componentes elétricos usados em espaçonaves e lançadores sejam adequados à sua finalidade durante toda a vida útil da missão.

Dada a natureza e importância deste papel, os engenheiros de PA da ESA são obrigados a ter uma mentalidade diferente dos outros membros da equipe. Embora “pensar fora da caixa” seja um clichê para algumas pessoas, é absolutamente essencial para os engenheiros de PA.

Esses engenheiros precisam de níveis excepcionalmente altos de percepção, previsão e imaginação para antecipar problemas e salvar preventivamente as missões do fracasso.”

Fonte :

[http://www.esa.int/Education/ESA\\_Academy/Participate\\_in\\_the\\_ESA\\_Academy\\_s\\_Product\\_Assurance\\_Awareness\\_Training\\_Course](http://www.esa.int/Education/ESA_Academy/Participate_in_the_ESA_Academy_s_Product_Assurance_Awareness_Training_Course)



# OBRIGADO!!

# PERGUNTAS?