

METODOLOGIAS DE ENGENHARIA DE SISTEMAS EM PROJETOS METROFERROVIÁRIOS COMPLEXOS: REDUZINDO PLEITOS E AUMENTANDO A QUALIDADE DO PRODUTO, SIMULTANEAMENTE

Alexandre Azeredo Pires | Fábio Tadeu Alves

23ª Semana de Tecnologia Metroferroviária



PALESTRANTES

Alexandre Azeredo Pires

MetrôRio



Engenheiro eletrônico pela UERJ, MBA em gerenciamento de projetos pela FGV/RJ e pós-graduado em engenharia metroferroviária pela CEPEFER/UnigranRio. No MetrôRio desde 2012, atuando em projetos de sistemas complexos de comando centralizado, controle de energia de tração e sinalização.

Fábio Tadeu Alves

Metrô São Paulo



Engenheiro eletricitista pela FEI, mestre em Railway Systems Engineering and Integration pela University of Birmingham, MBA em excelência operacional pela FIA. Integra o Metrô de São Paulo desde 1997, e atualmente na coordenadoria de projetos executivos de sinalização, comando centralizado e Material Rodante.



SISTEMAS METROFERROVIÁRIOS COMPLEXOS

Sistema pode ser definido como uma série de elementos que interagem entre si formando um conjunto complexo que executa uma função relacionada ao transporte sobre trilhos, que jamais poderia ser executada pelos elementos de forma independente (adaptado de CENELEC EN-50126:1999).

Exemplo: Sistema Via Permanente



Funções:

- Sustentar veículos ferroviários;
- Guiar veículos ferroviários;
- Distribuir e transmitir esforços ao solo;
- Absorver impactos verticais;
- Conduzir corrente elétrica de retorno de tração.



COMPLEXIDADE

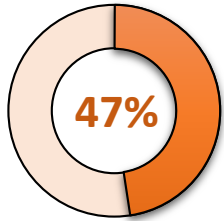
Os sistemas se tornam complexos quando formam blocos de agentes individuais do sistema (Alves, 2012).

Os sistemas metroferroviários apresentam diversas complexidades:

- Distribuição geográfica;
- Longo tempo de operação;
- Multidisciplinaridade;
- Elevada quantidade de interfaces.

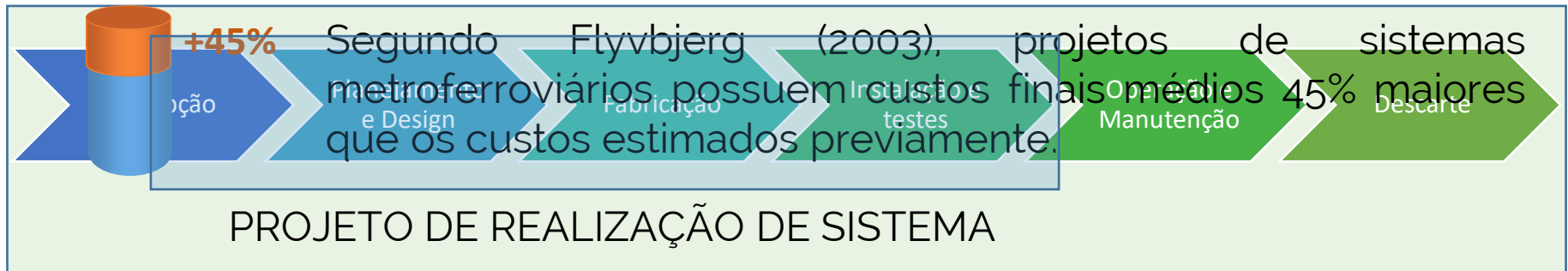


SISTEMAS E PROJETOS



De acordo com o PMI's Pulse of Profession (2014), 47% das causas de fracasso em projetos estão relacionadas ao mau gerenciamento de requisitos.

CICLO DE VIDA DE UM SISTEMA



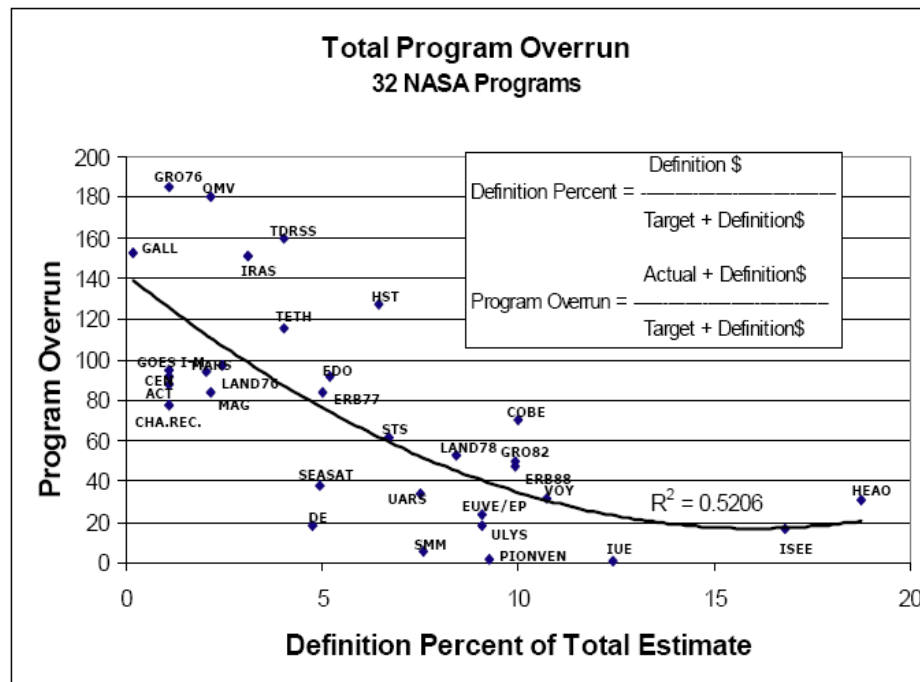
Projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo (PMI, 2013)



ENGENHARIA DE SISTEMAS

A engenharia de sistemas é uma abordagem e meios para possibilitar a realização de sistemas com sucesso (SEBOK, 2014).

De acordo com Gruhl (1992), a engenharia de sistemas é o fator determinante para elevar a qualidade e manter ou reduzir o custo e o tempo de projetos altamente complexos.



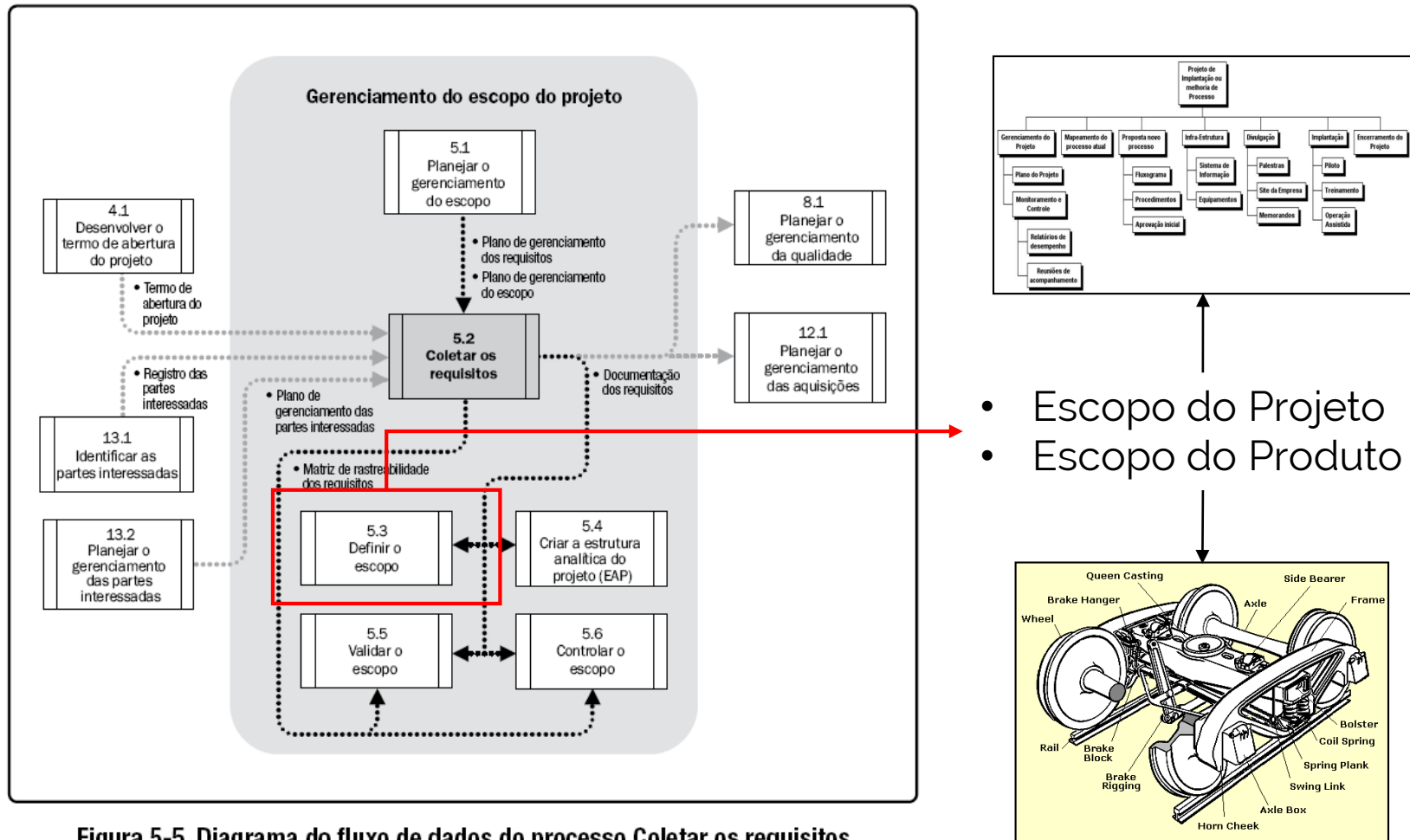
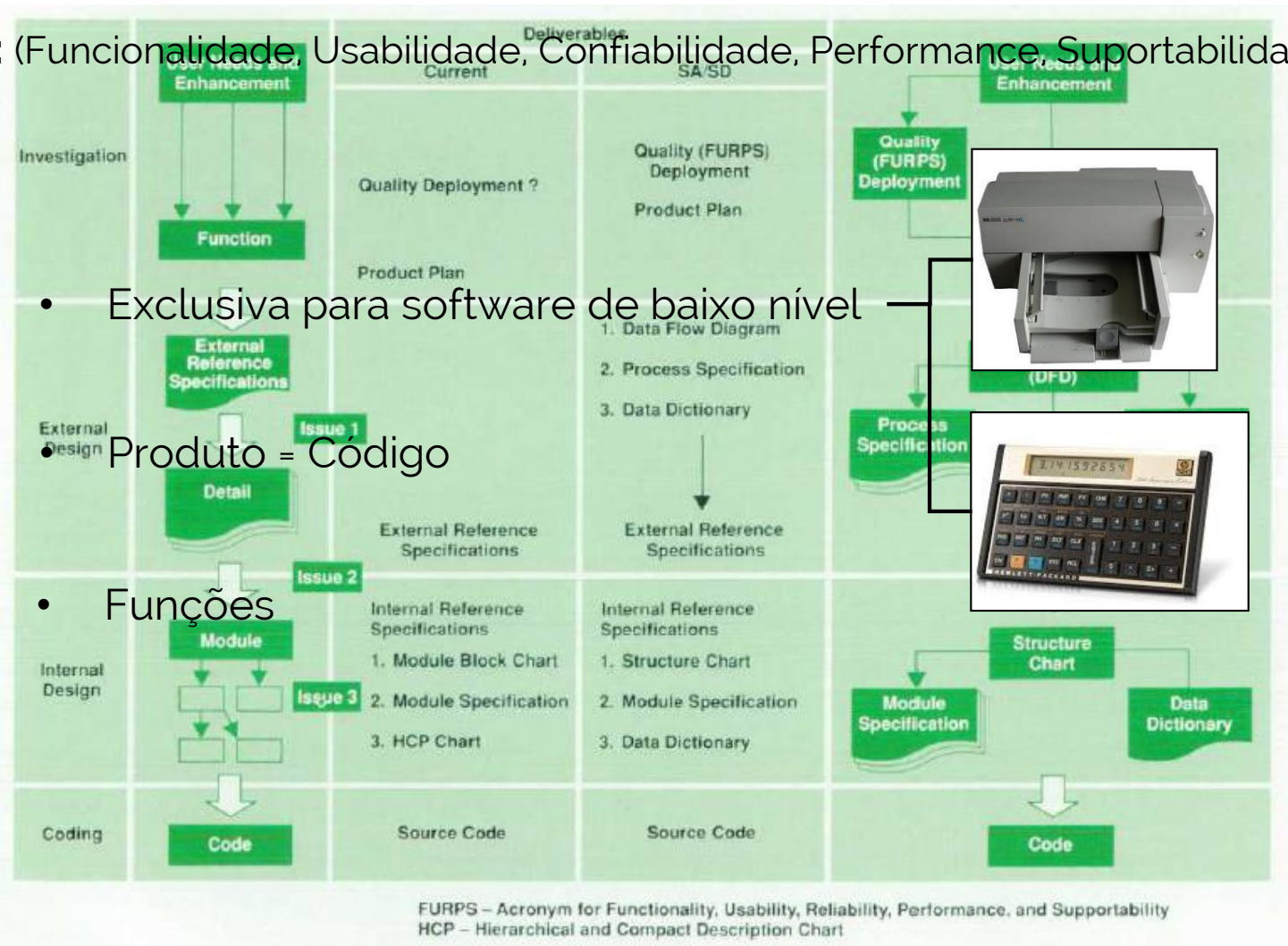


Figura 5-5. Diagrama do fluxo de dados do processo Coletar os requisitos

ABORDAGEM FURPS

FURPS: (Funcionalidade, Usabilidade, Confiabilidade, Performance, Suportabilidade)



- Exclusiva para software de baixo nível

• Produto = Código

- Funções

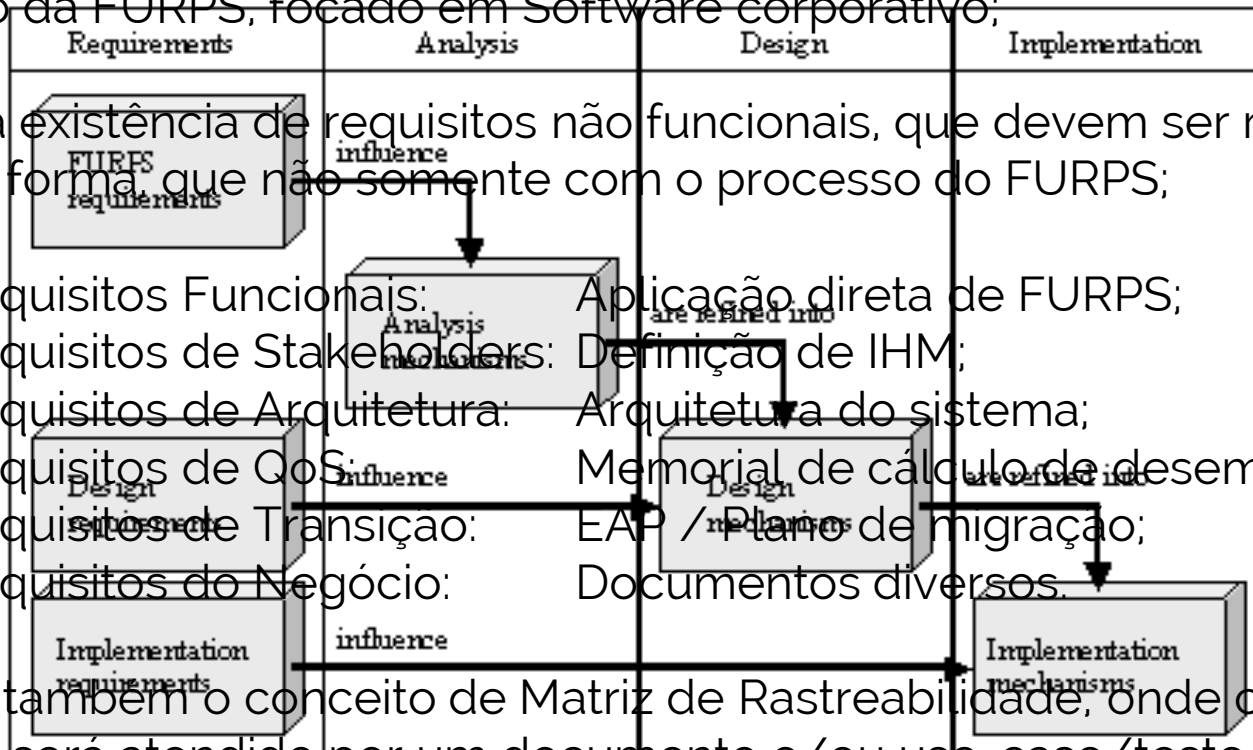
FURPS+ e IBM Rational Unified Process (IRUP)

Extensão da FURPS, focado em Software corporativo;

Admite a existência de requisitos não funcionais, que devem ser resolvidos de outra forma, que não somente com o processo do FURPS;

- Requisitos Funcionais: Aplicação direta de FURPS;
- Requisitos de Stakeholders: Definição de IHM;
- Requisitos de Arquitetura: Arquitetura do sistema;
- Requisitos de QoS: Memorial de cálculo de desempenho;
- Requisitos de Transição: EAP / Plano de migração;
- Requisitos do Negócio: Documentos diversos.

Introduz também o conceito de Matriz de Rastreabilidade, onde cada requisito será atendido por um documento e/ou use-case/teste-case, de acordo com sua classificação;



ABORDAGEM INCOSE (SEBOK)

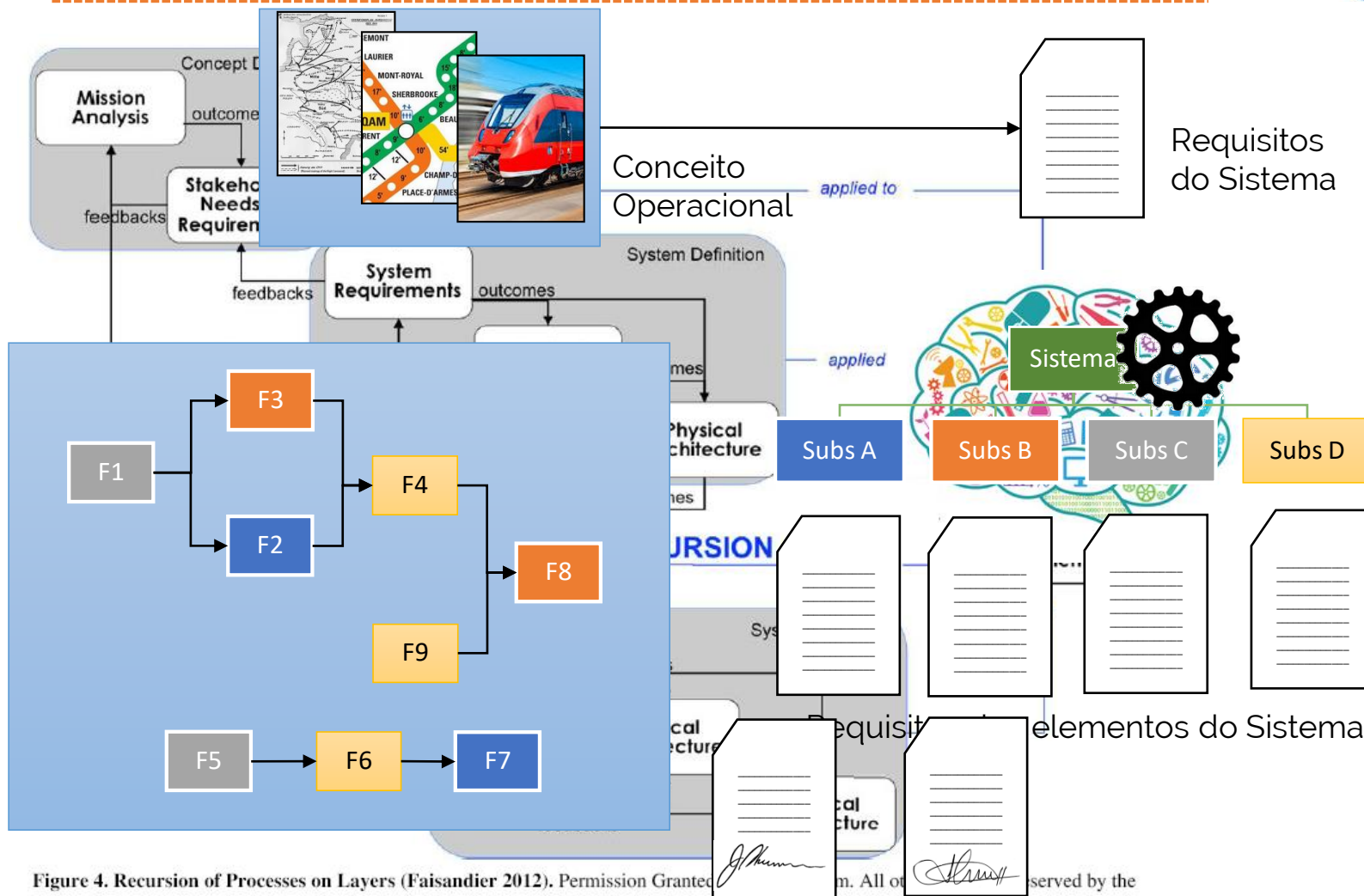
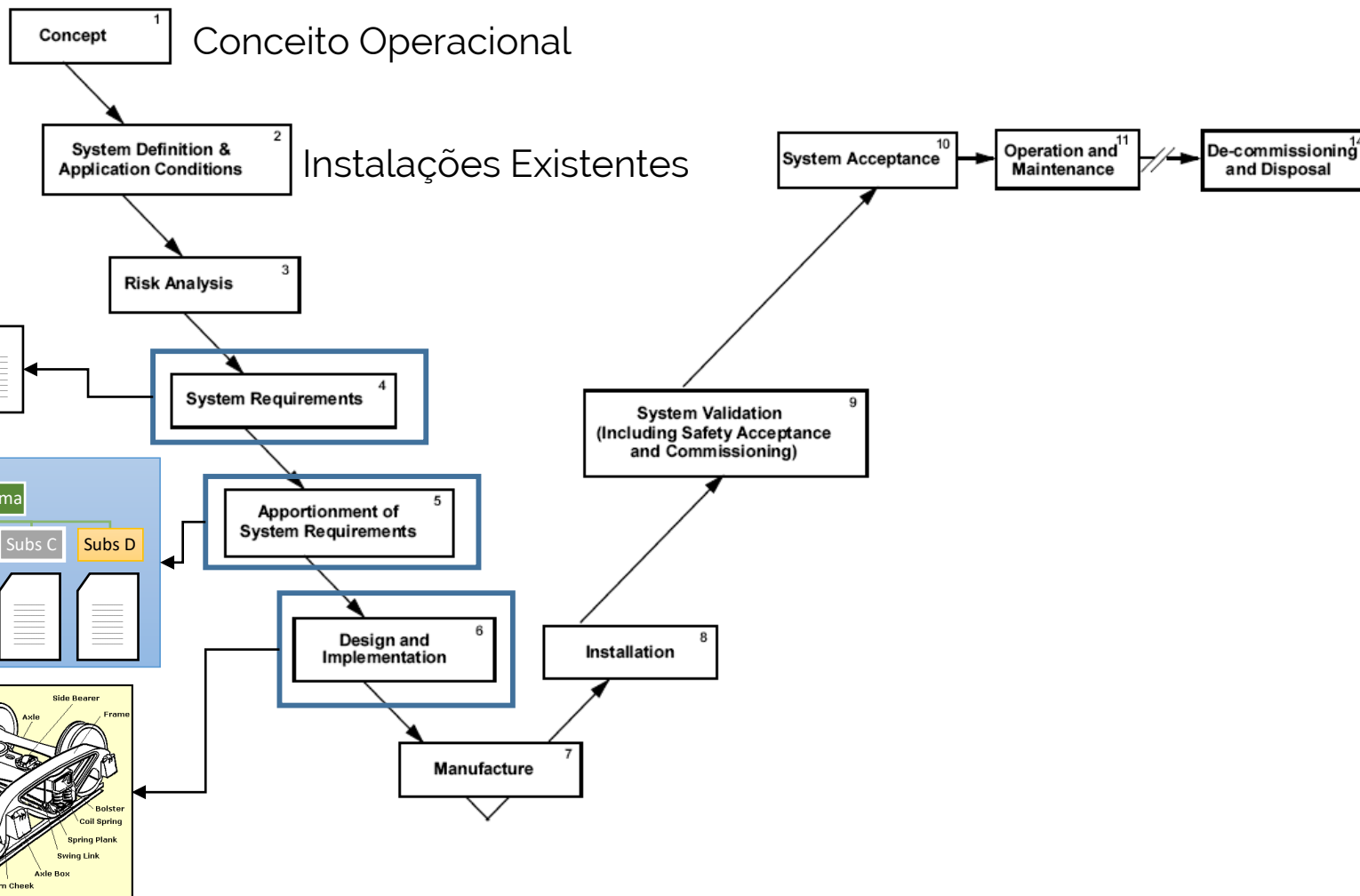
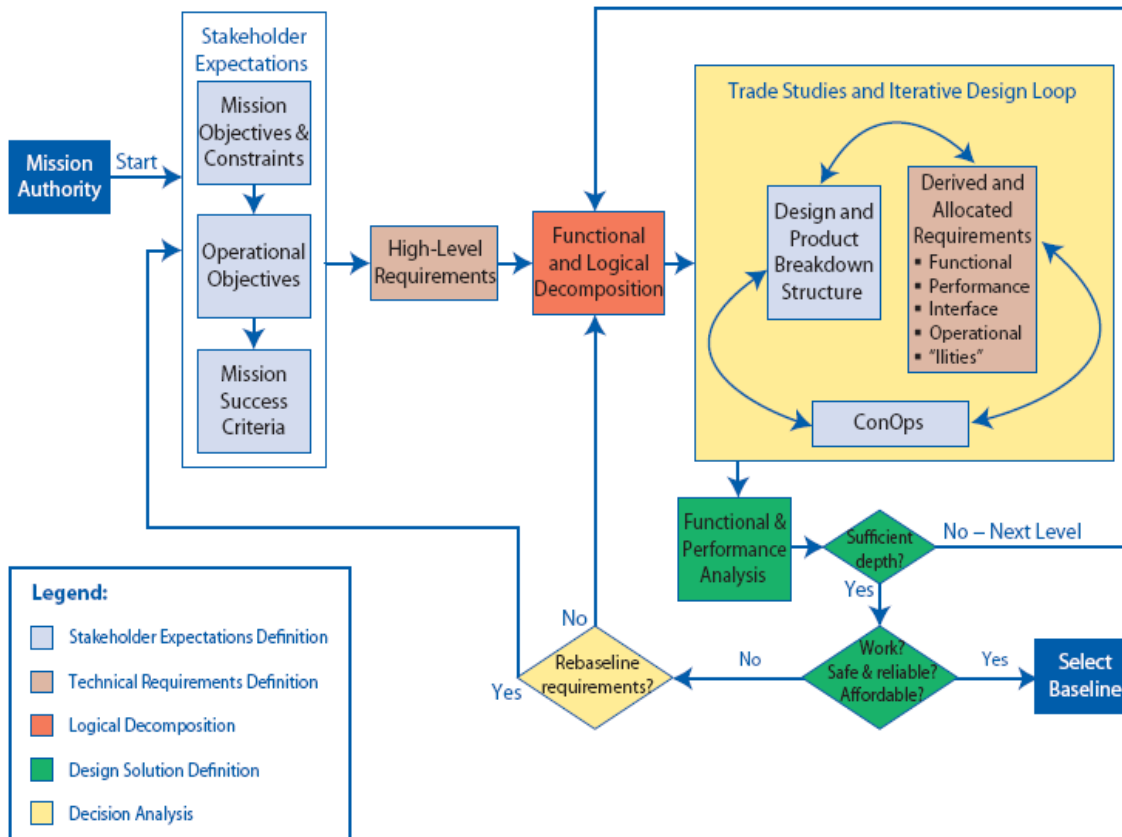


Figure 4. Recursion of Processes on Layers (Faisandier 2012). Permission Granted by INCOSE. All other rights reserved by the copyright owner.

ABORDAGEM CENELEC (EN-50126)



ABORDAGEM NASA

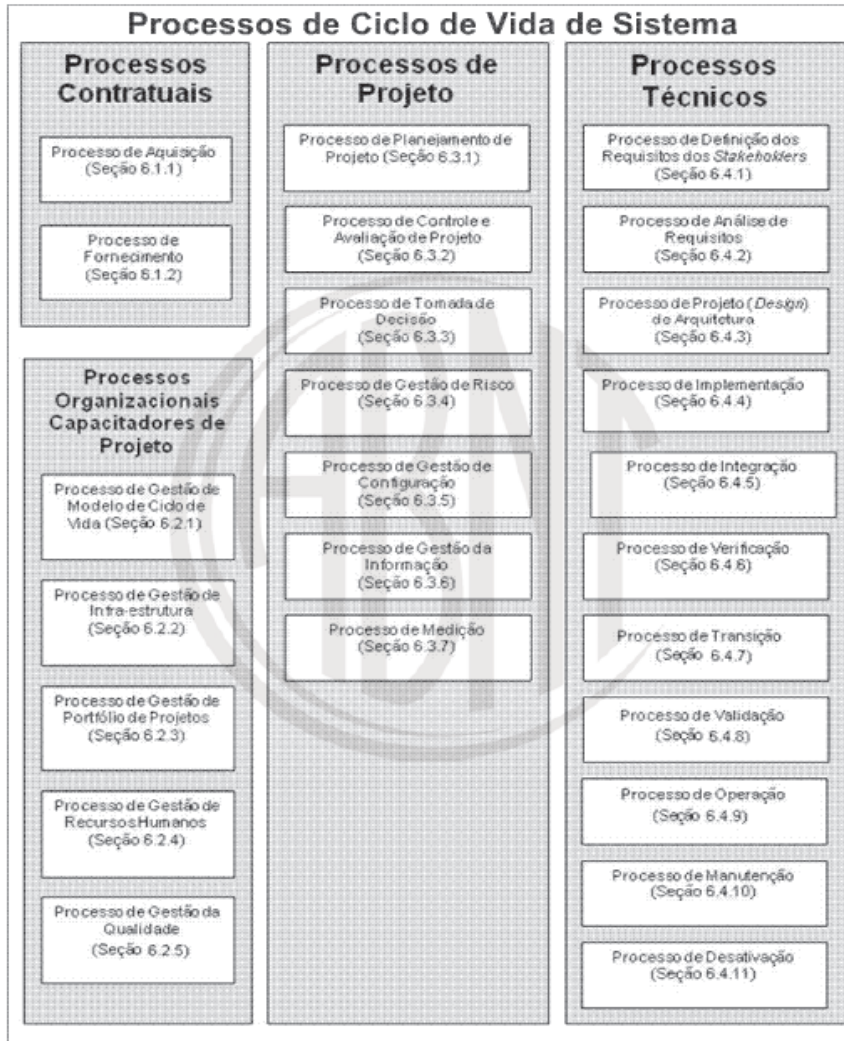


A **NASA** (National Aeronautics and Space Administration) possui seu próprio guia de engenharia de sistemas e gerenciamento de projetos.

Figure 4.0-1 Interrelationships among the system design processes



ABORDAGEM ABNT ISO/IEC



A norma brasileira ABNT NBR ISO/IEC 15288:2009 estabelece quatro grupos de processos de ciclo de vida de sistema, e faz uma proposta de organização destes processos.

As operadoras francesas SNCF e RATP utilizam um processo bem parecido para gerenciamento técnico de projetos de sistemas metroviários e sinalização (Larraufie 2013).

- Utilizam o **Conceito Operacional** para documentar necessidades da operação;
- A RATP utiliza o **Plano Funcional** de Sinalização para documentar as soluções funcionais;
- Ambas realizam V&V, mas não aplicado a requisitos;
- Coleta e endereça expectativas de stakeholders, sem utilizar requisitos, sob a forma gráfica;
- Não contratam design do sistema (somente o projeto executivo final);
- Maior escopo construtivo (linhas, estações ou re-sinalização completa).



PROPOSTA DE FRAMEWORK DE TRABALHO

BASE: NBR ISO/IEC 15288:2009

• Processos de gerenciamento de projeto

• Processos técnicos

• Processos contratuais

• Processos organizacionais

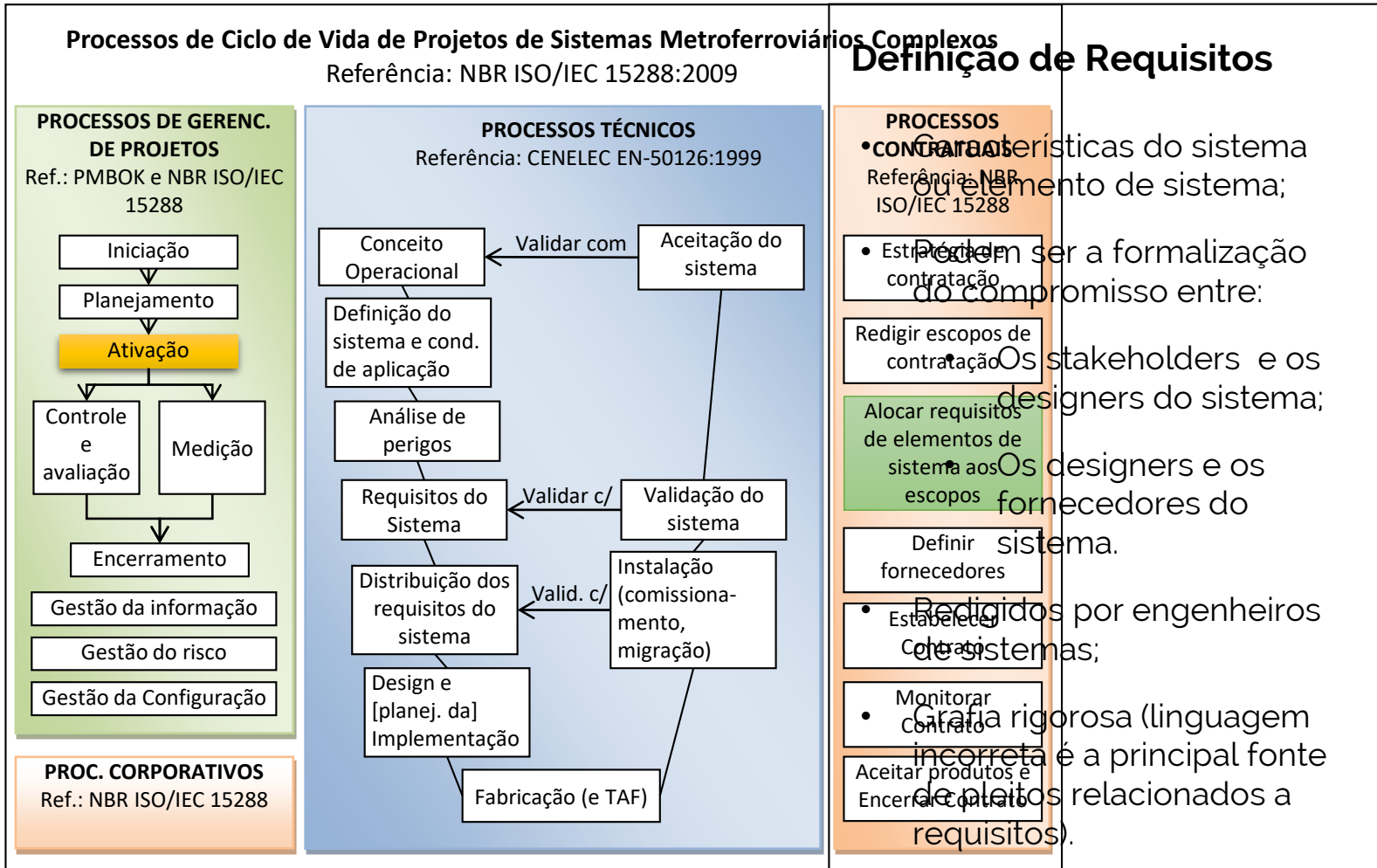
- PMBOK
- NBR ISO/IEC 15288:2009

- ~~FURPS, FURPS+, IRUP~~
- ~~NASA~~
- ~~SEBOK~~
- CENELEC EN-50126:1999
- ~~SNCF~~
- ~~RATP~~
- ~~NBR ISO/IEC 15288:2009~~

- ~~NASA~~
- ~~PMBOK~~
- NBR ISO/IEC 15288:2009



FRAMEWORK PROPOSTO



BENEFÍCIOS ESPERADOS

- Redução de custo do projeto;
- Aumento da qualidade do produto final do projeto;
- Aumento da satisfação dos stakeholders;
- Aumento do RAMS do sistema;
- AUMENTO DA EFICIÊNCIA DOS INVESTIMENTOS.



DESAFIOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO

- Pode ser implantado imediatamente;
- Projeto Piloto;
- Mudança de Cultura;
- Preparação das equipes técnicas e de design;
- Talentos individuais dos especialistas técnicos.



CONCLUSÕES

- Os processos técnicos da CENELEC EN-50126:1999, são **adequados e suficientes**;
- A NBR ISO/IEC 15288:2009 é fundamental para entender a relação da engenharia de sistemas com os outros processos;
- O PMBOK pode ajudar, **desde que observadas as incompatibilidades**;
- O framework proposto pode ser aplicado em qualquer projeto de sistemas metroferroviários complexos.



METODOLOGIAS DE ENGENHARIA DE SISTEMAS EM PROJETOS METROFERROVIÁRIOS COMPLEXOS: REDUZINDO PLEITOS E AUMENTANDO A QUALIDADE DO PRODUTO, SIMULTANEAMENTE

Alexandre Azeredo Pires

+55 (21) 98017-5604

apires@metrorio.com.br

Fábio Tadeu Alves

+55 (11) 99761-6676

fabio.tadeu.alves@gmail.com

23ª Semana de Tecnologia Metroferroviária

