

Curso: Engenharia de Produção

Desafios de Engenharia

Prof. Clayton J A Silva, MSc

clayton.silva@professores.ibmec.edu.br



Sistemas de Engenharia

Sistemas

Um sistema pode ser definido como um complexo conjunto de **elementos que interagem entre si**.

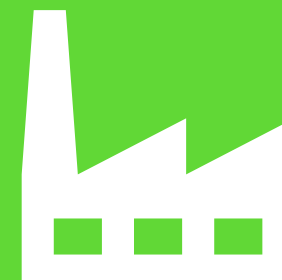
Entende-se por interações como as **relações** que os elementos do sistema estabelecem entre si - **cada elemento se comporta de uma forma diferente em cada relação**.

Se os comportamentos do elemento em duas relações são semelhantes significa que não há interação, ou seja, o elemento comporta-se de **modo independente nas suas relações**.

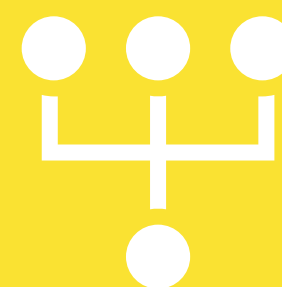
Sistemas de Engenharia (SE)



Não naturais. Artificiais.



Produzidos com o **aporte de tecnologia e/ou ciência.**



Obtidos pela **aplicação de métodos, técnicas e processos** de uma ou mais disciplinas de engenharia.

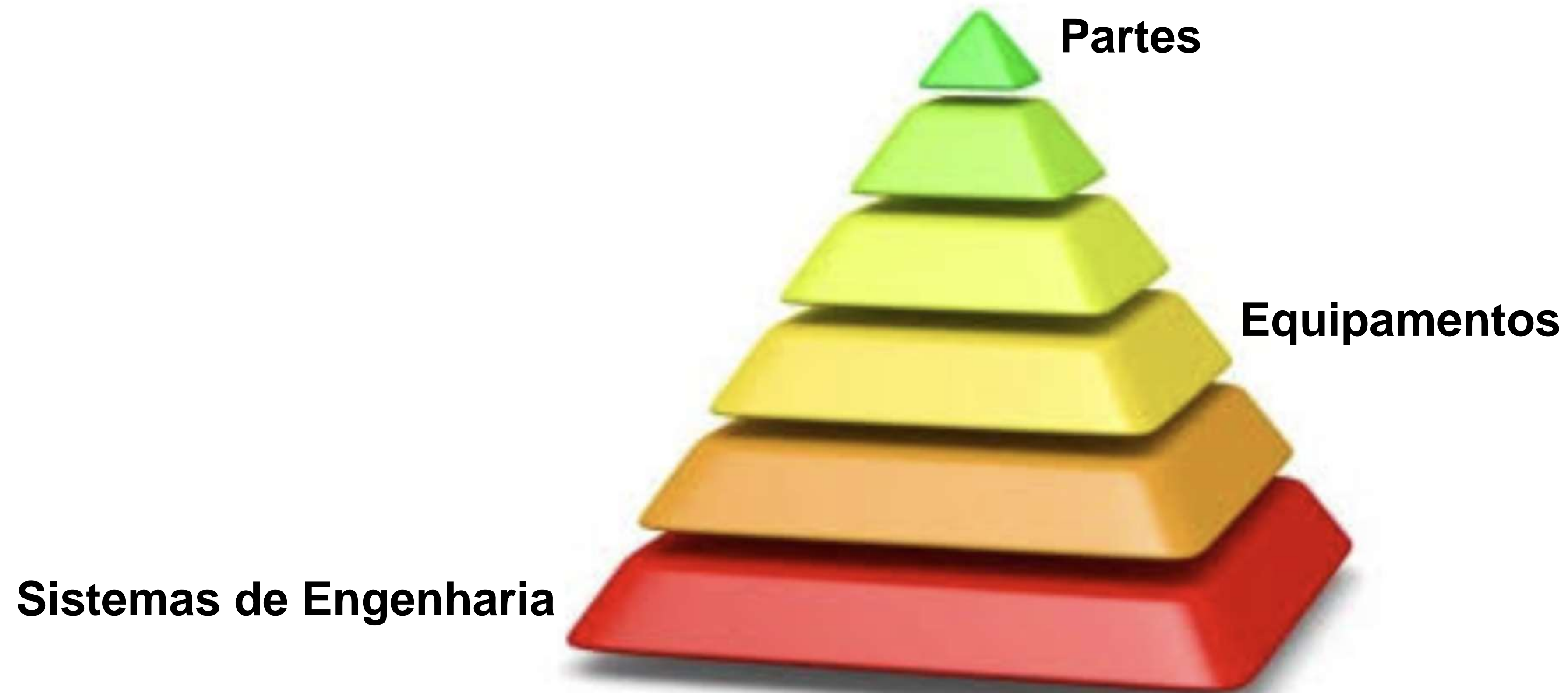
Características dos Sistemas de Engenharia Complexos

Intensidade da interação entre as “partes”. Essa característica permite tratar conjuntamente as “partes” dos sistemas.

Relações não lineares que descrevem o comportamento da combinação das “partes”. **O resultado global é mais do que o resultado da soma dos seus elementos constituintes.**

A perturbação do funcionamento de um elemento pode levar o sistema a um novo estado de equilíbrio.

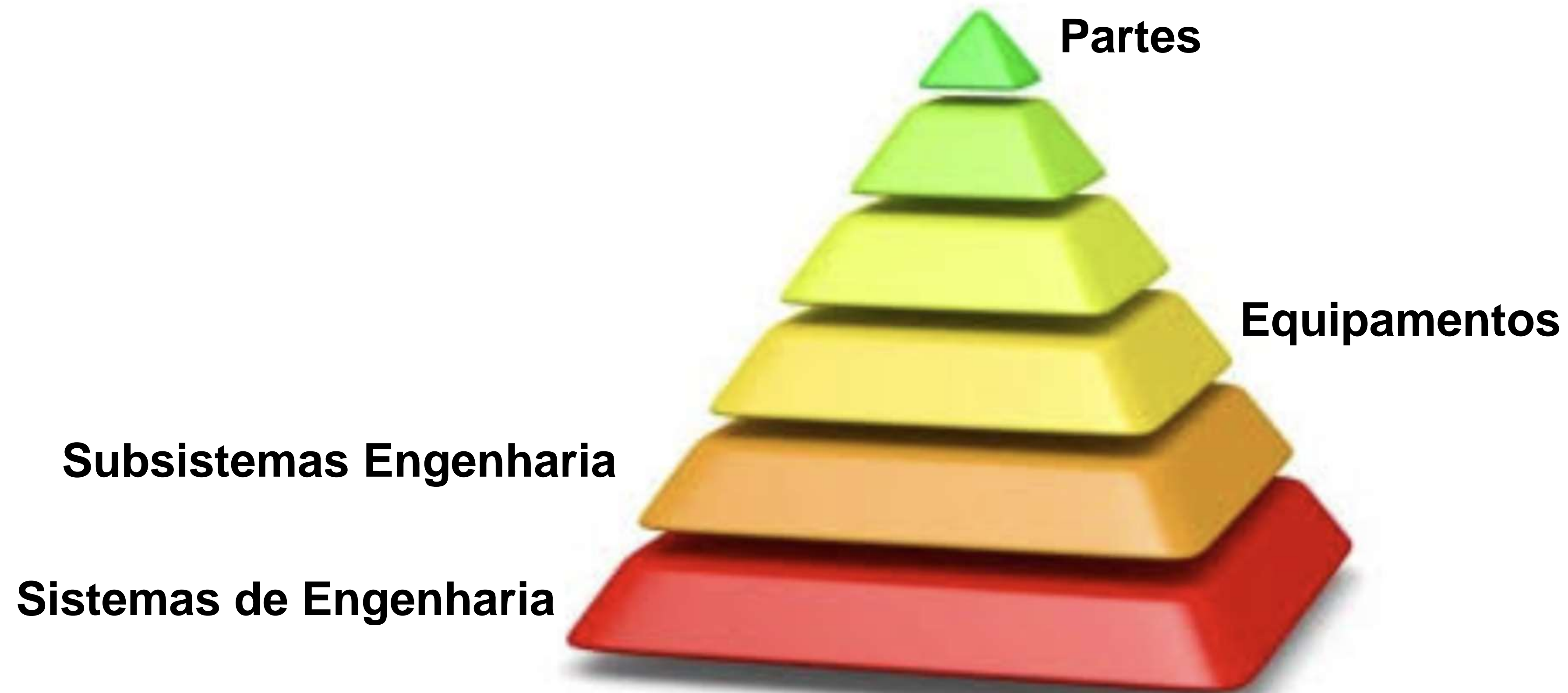
Uma visão estrutural...



SE podem ser **estruturados hierarquicamente** de forma que os seus elementos individuais também são sistemas em um nível inferior.

Normalmente os sistemas de maior **complexidade** caracterizam-se como Sistemas de Sistemas (SoS, do inglês *System of Systems*).

Uma visão estrutural...



Sistema de Comunicações

Subsistema de Interfaces



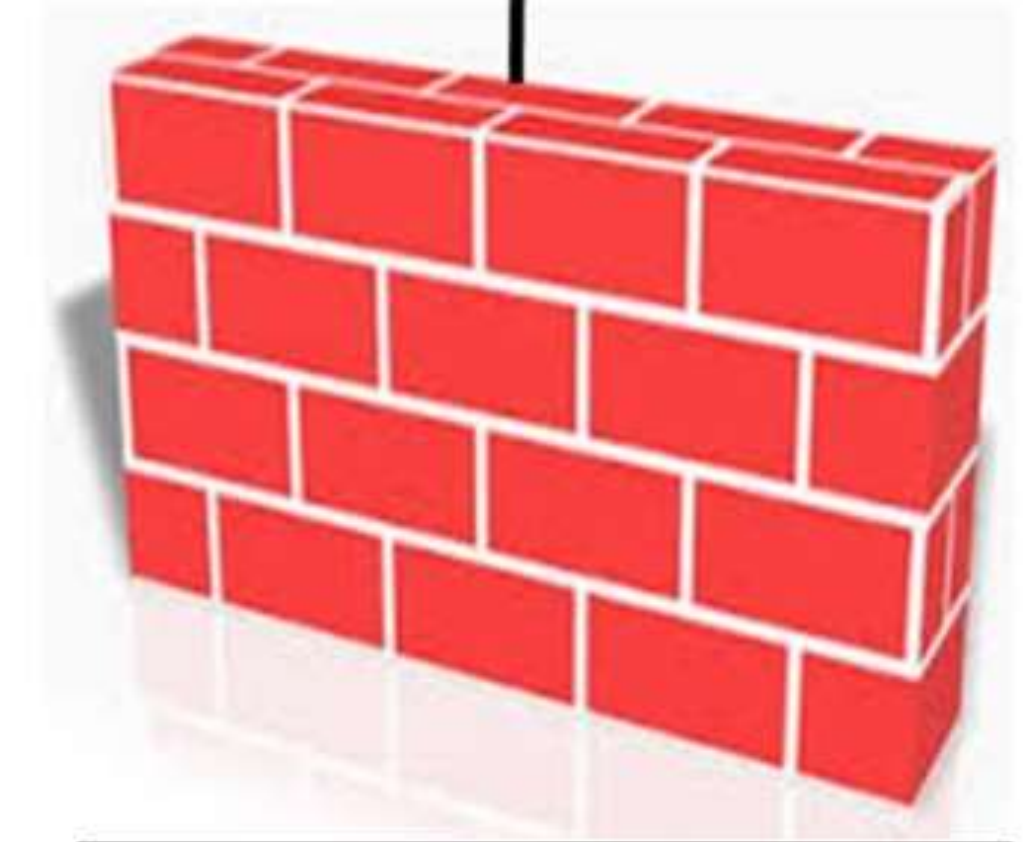
**Subsistema de
Informações**



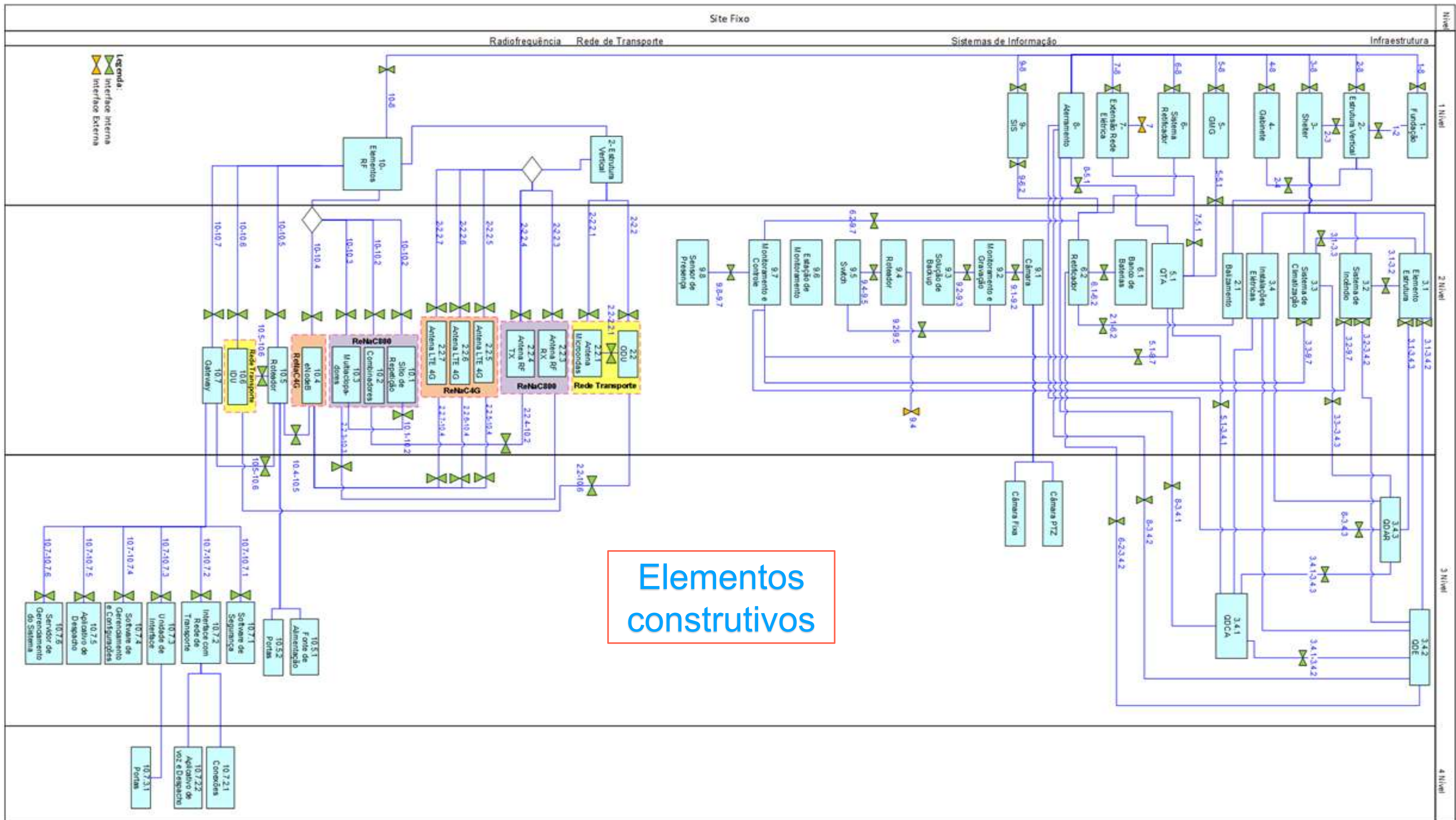
**Subsistema de
RF**

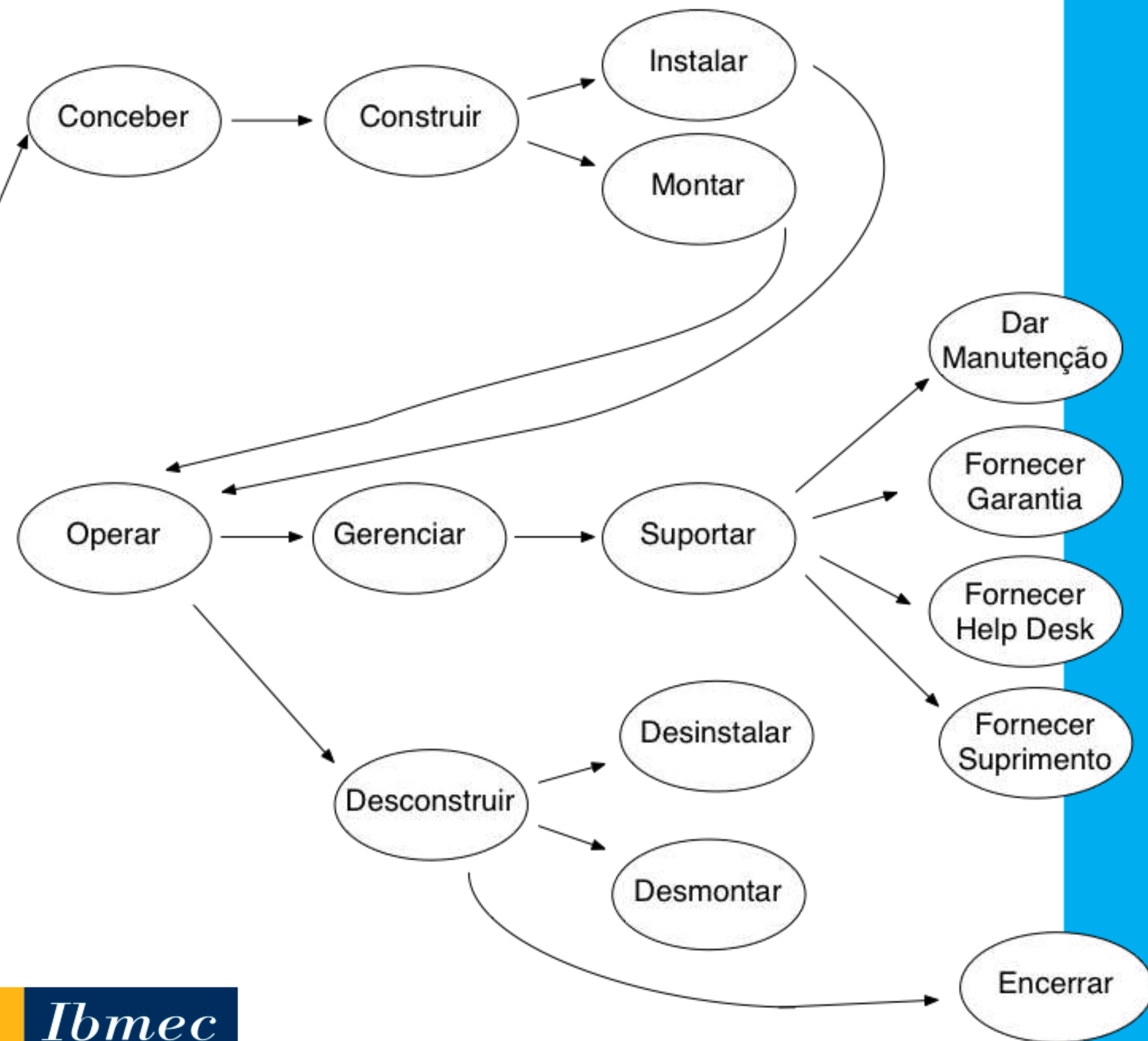


**Subsistema de
Transporte**



**Subsistema de
Infraestrutura**





Ciclo de vida de SE

Uma plataforma de extração de petróleo pode pesar 20.000 toneladas. É mais ou menos o peso de 200 mil baleias-azuis, o maior animal existente. Com esse porte, aposentar plataformas é tão complicado quanto tentar ser discreto usando uma melancia na cabeça. Mais de 40 anos após o início da exploração de petróleo na Bacia de Campos, no estado do Rio de Janeiro, a indústria de óleo e gás começa a pensar no que fazer com as embarcações próximas da aposentadoria. Em poucos anos, 67 dessas estruturas, ou 42% das 159 em operação no país, vão chegar ao “fim do prazo de validade”.

O desmonte de plataformas é um negócio bilionário, que movimentou globalmente quase US\$ 6 bilhões no ano passado. Enquanto as embarcações envelhecem, essa atividade ganha fôlego. As estimativas do setor indicam que, em 2025, a cifra chegará a US\$ 9 bilhões.

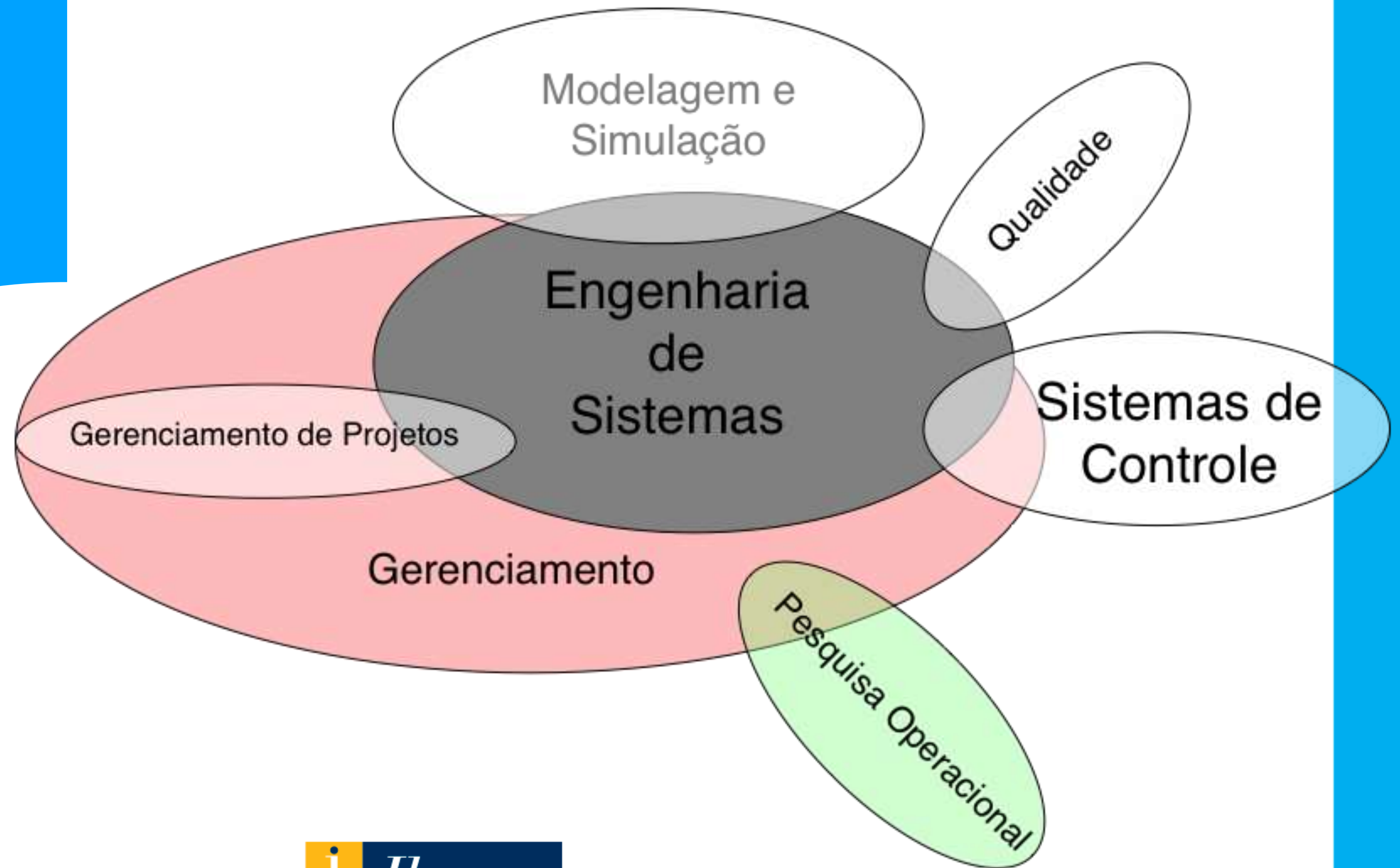
O custo de desmontar uma plataforma é da ordem de US\$ 600 milhões para uma embarcação de 10.000 toneladas e varia de acordo com as características do projeto, do tratamento e descontaminação dos equipamentos, de acordo com cálculos de Eugenio Singer, diretor-geral da Ramboll Brasil, empresa de consultoria. A Ramboll estima que, até 2035, o Brasil poderia desmontar mais de 100 plataformas fixas. Existem 3.700 unidades de produção e mais de 17 mil poços que poderão ser desativados nos próximos anos, segundo a Ramboll.

Engenharia de Sistemas

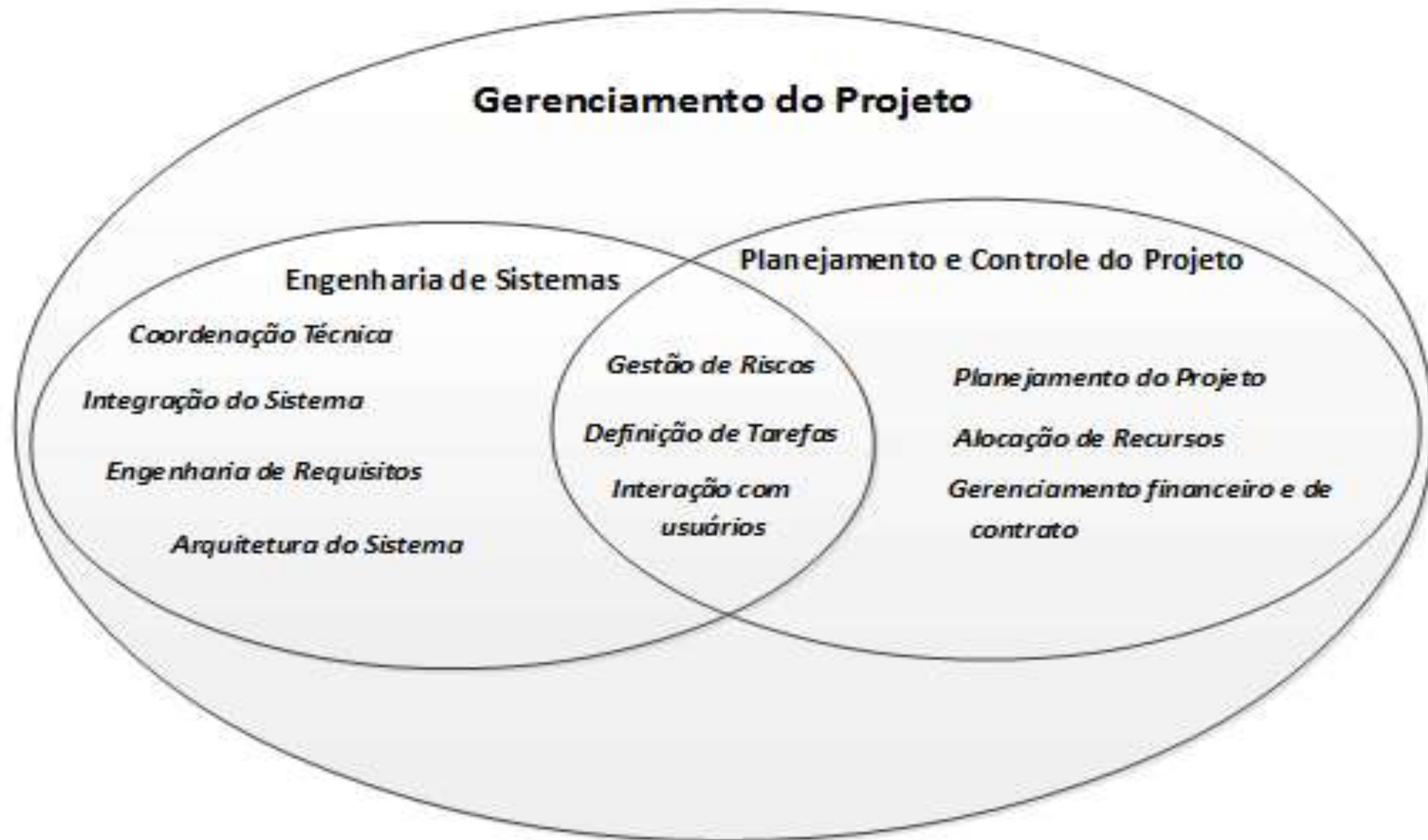
Engenharia de Sistemas

- Disciplina cuja função é **guiar a engenharia de sistemas complexos**.
- Guiar = conduzir, gerenciar ou “mostrar o caminho”.
- Engenharia = conceber, planejar, montar, construir, desconstruir ...
- Auxiliar a decisão entre possíveis alternativas.
- **Foco no sistema com um todo, enfatizando a operação global** – incluindo as interações com outros sistemas e com o ambiente.

Domínios da Engenharia



Gestão da Engenharia de Sistemas



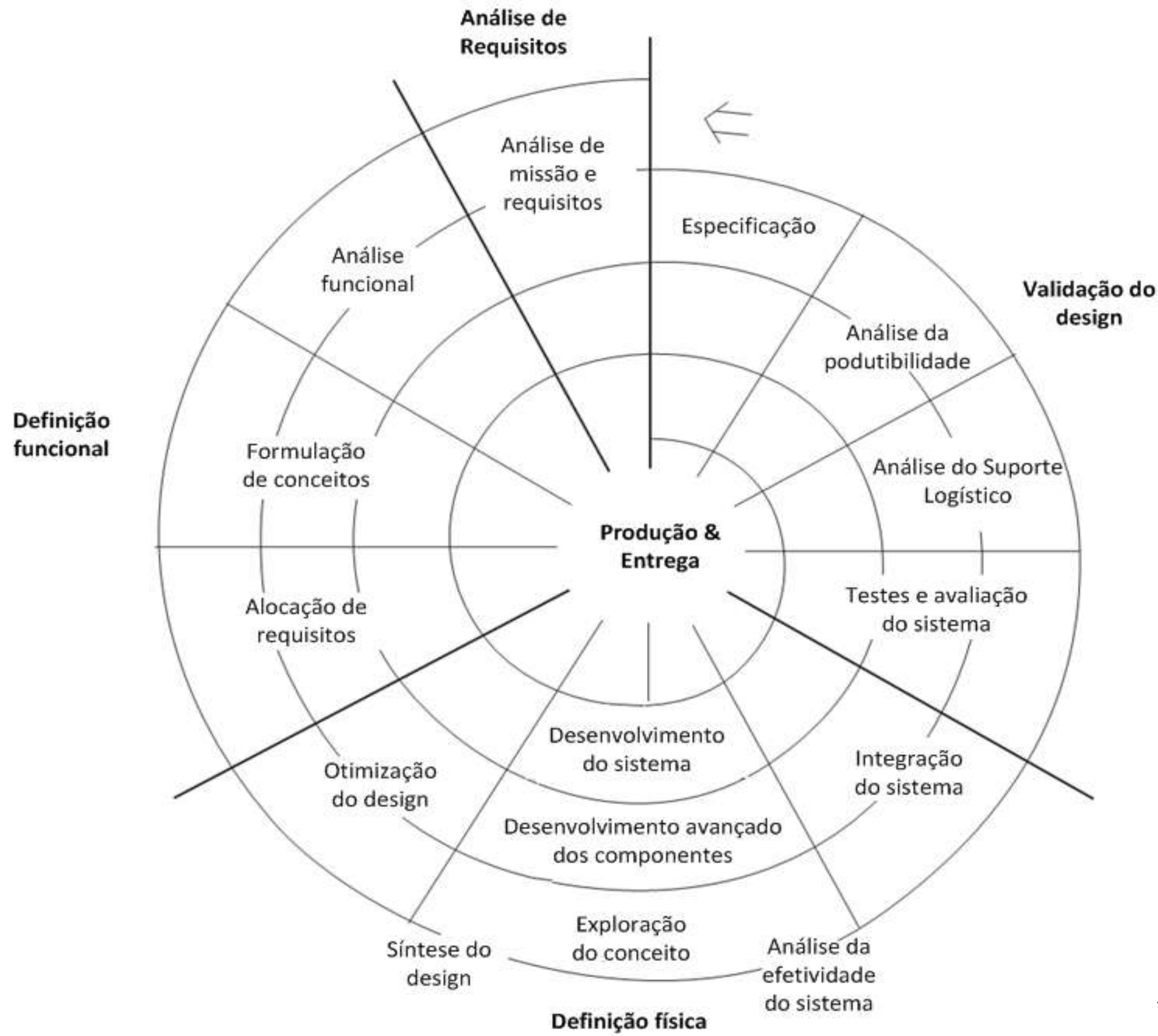
Método da
Engenharia
de Sistemas

Refinamento
passo a passo



Método da Engenharia de Sistemas

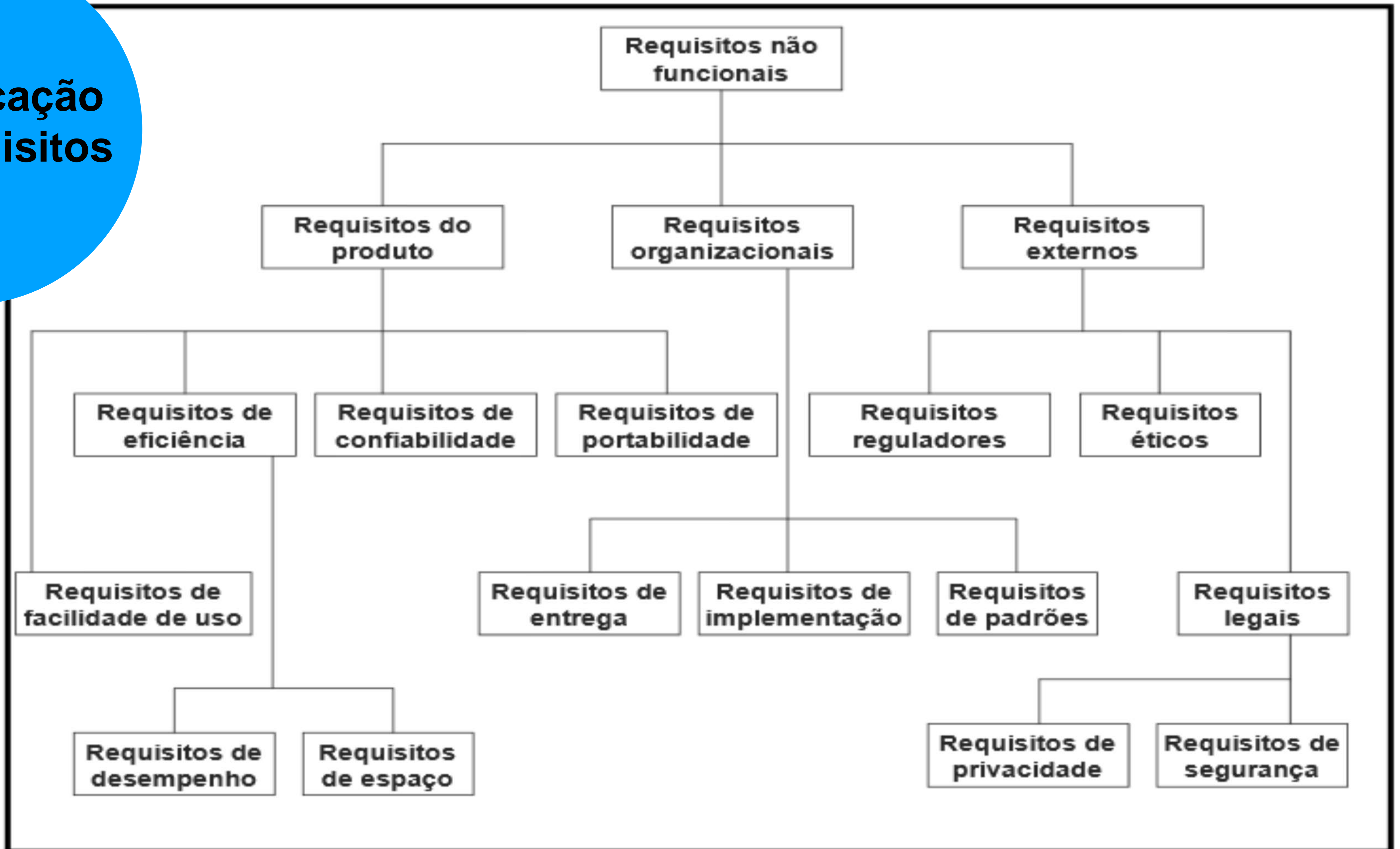
Refinamento
passo a passo,
incremental

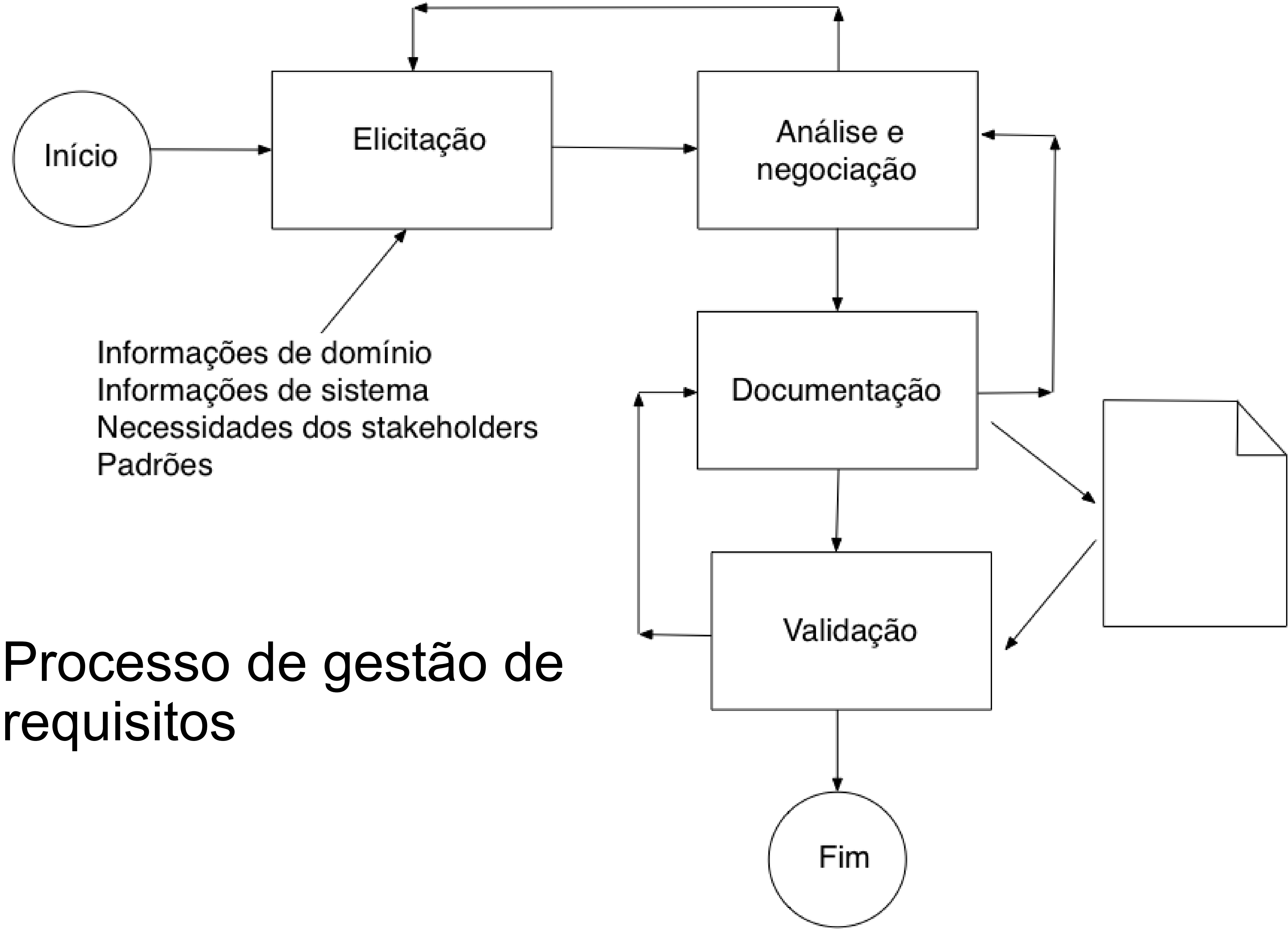


Conceitos de requisitos

- “*condição ou capacidade que um usuário necessita para resolver um problema ou atingir um objetivo (...) deve ser atendida por um sistema, ou componente deste, a fim de satisfazer um contrato, padrão ou outro documento formal*”
- Definição documentada de **uma propriedade ou comportamento** que um produto ou serviço particular deve atender.
- Informações fundamentais para a fase de projeto de um produto ou serviço, especificando **as propriedades e funções necessárias (ou desejáveis)** a serem consideradas no desenvolvimento do projeto.

Classificação dos requisitos





1. Análise de requisitos

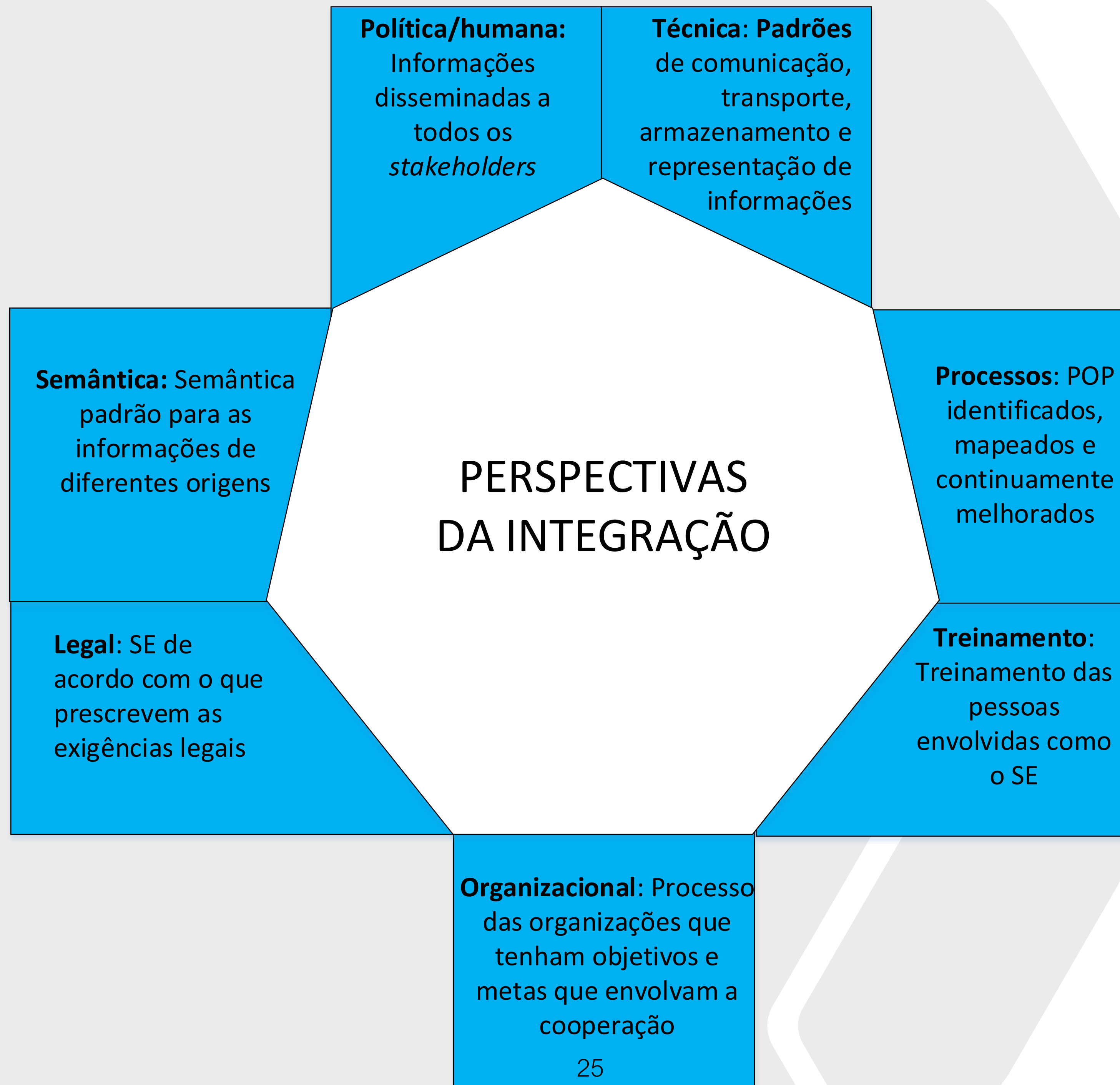
- Define o **modelo do sistema**, que identifica e descreve todas as escolhas feitas e validadas na **interação precedente**
- **Análise das propriedades, comportamentos e funções do sistema** idealizado, incluindo questões de *design*, **desempenho e aspectos de compatibilidade** produzidos nas fases precedentes
- **Agregação dos requisitos no progresso da próxima interação**, incluindo a identificação de todos os dados de design técnico, produtos de hardware/software e resultados de testes.

2. Definição funcional

- **Função ou requisito funcional** – resultado entregue por um sistema ou componente como resposta a estímulo de entrada.
- **Seleção das funções** apropriadas - levará em conta a análise de compromisso (*trade-off*) entre alternativas levantadas.
- **Decomposição** e alocação das funções em um nível inferior.
- Análise de alternativas de funções.
- Definição das **interconexões** e as **interfaces funcionais**.

3. Definição física

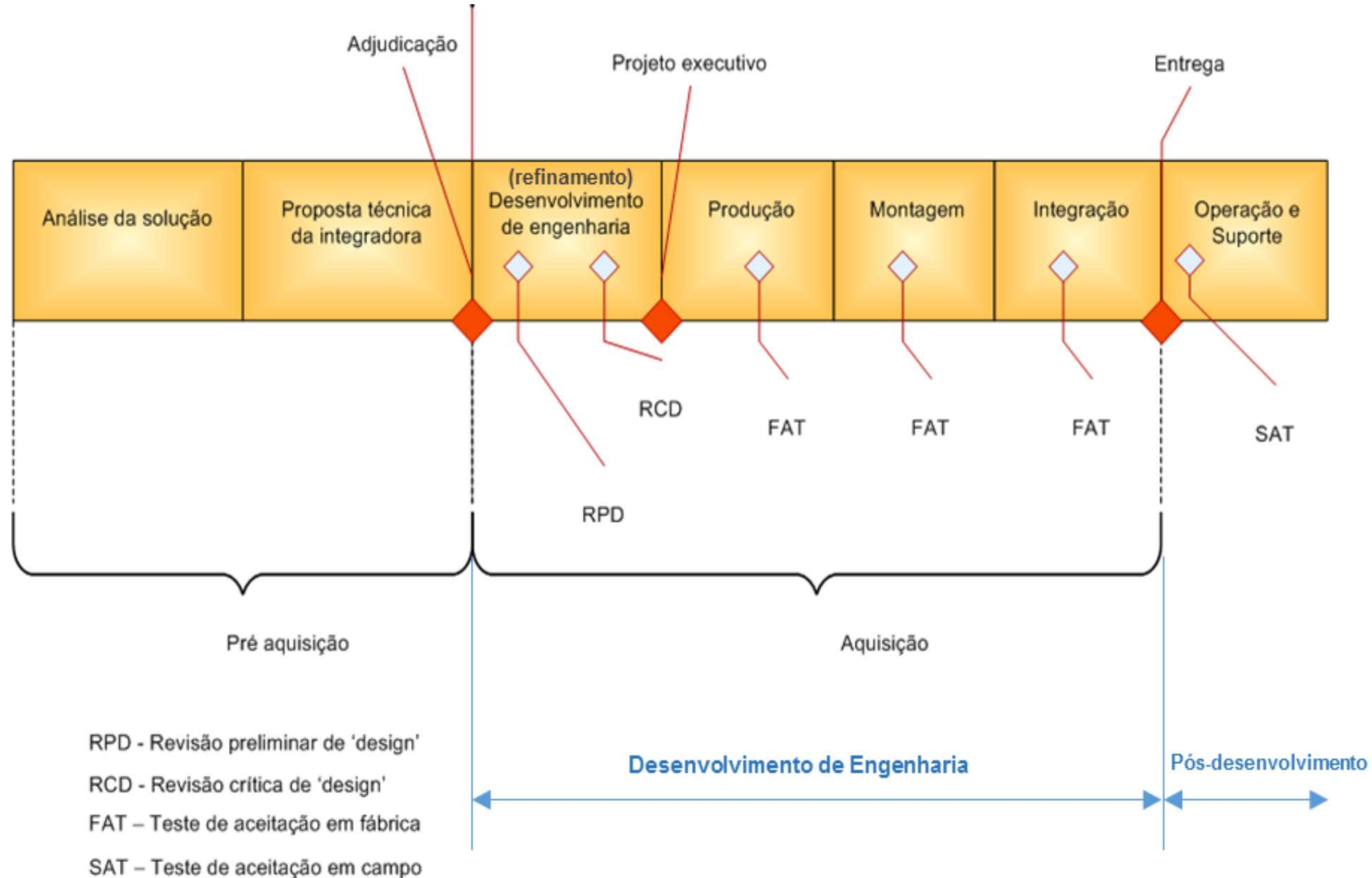
- Definição dos **elementos de hardware e software**
- **Integração** deles no sistema global
- Visualizar ou imaginar o conjunto de elementos físicos de modo a assegurar que exequibilidade da solução



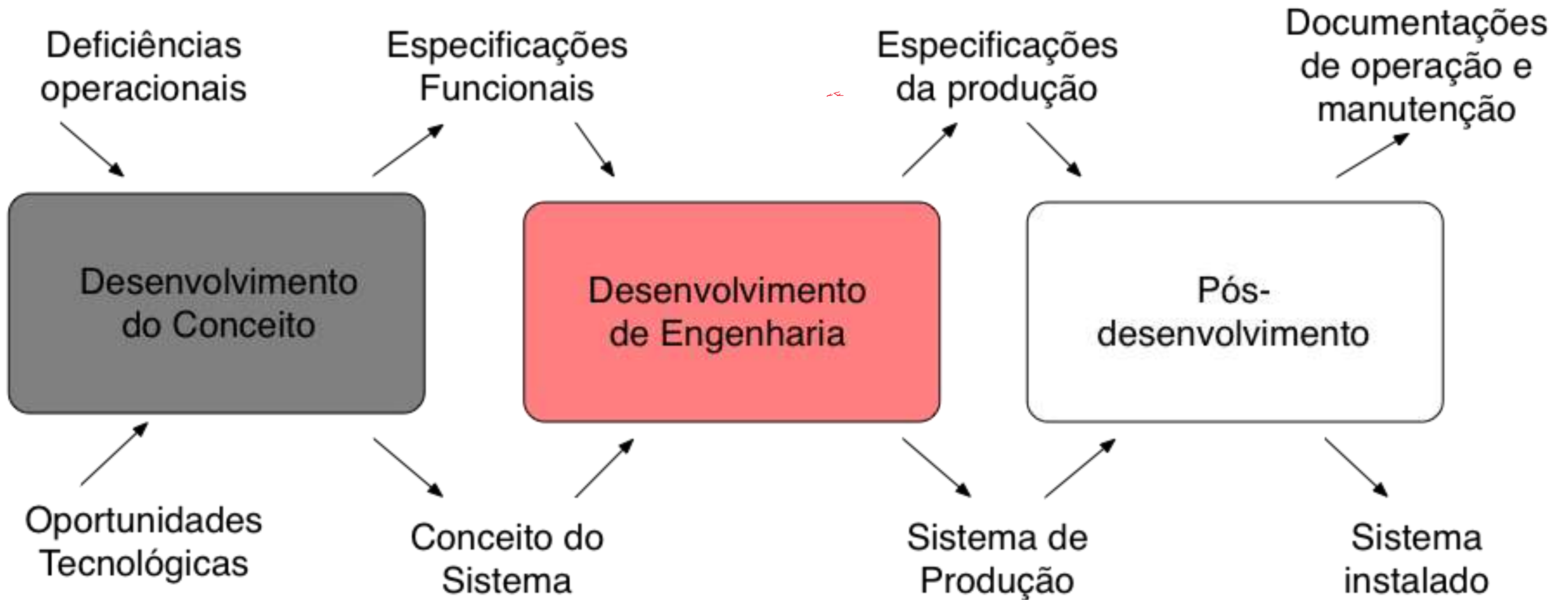
4. Validação

- Criar um **modelo do ambiente (modelo de testes)** com o qual o sistema (e suas partes) deve interagir para verificar se produz o desempenho requerido.
- Marcos:
 1. Revisão Preliminar do Projeto
 2. Revisão Crítica do Projeto (*Critical Project Review* - CPR)
 3. Teste de Aceitação em Fábrica (*Factory Acceptance Testing* – FAT)
 4. Teste de Aceitação em Campo (Site Acceptance Testing – SAT)

Marcos de validação

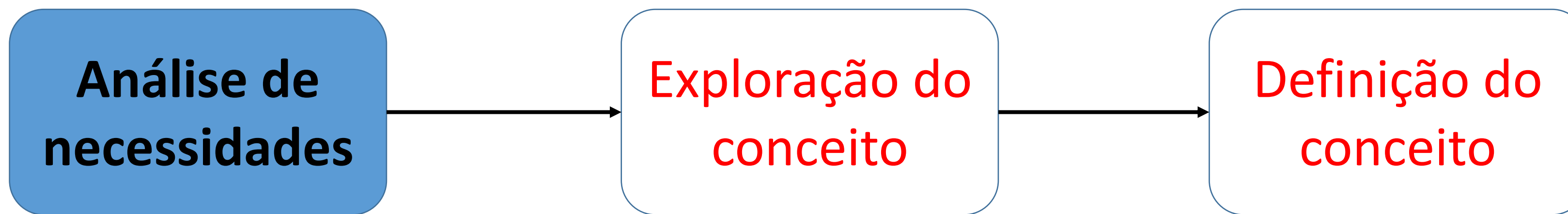


Ciclo de vida de SE



O que é o modelo conceitual?

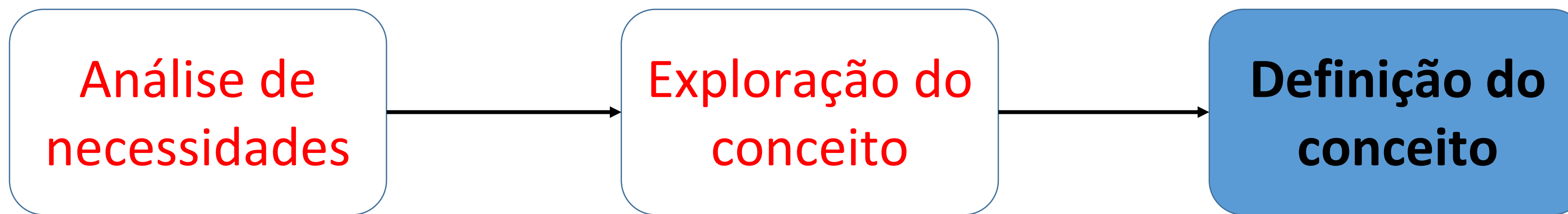
Representação do sistema demonstrando como ele é **funcionalmente** capaz de atender as necessidades, detalhando suficientemente a tomada de decisão quanto à **viabilidade técnica** e à viabilidade de **desenvolvimento/produção** a um **custo aceitável**.



- Elencadas as razões para a implantação do SE.
- Avaliação **crítica** das razões pelas quais as necessidades atuais e futuras não podem ser atendidas pelos sistemas disponíveis.
- Avaliação se as **tecnologias disponíveis** não são capazes de suportar o aumento das necessidades.
- A saída desta fase é uma **descrição das capacidades e resultados alcançados** com a implantação do SE.

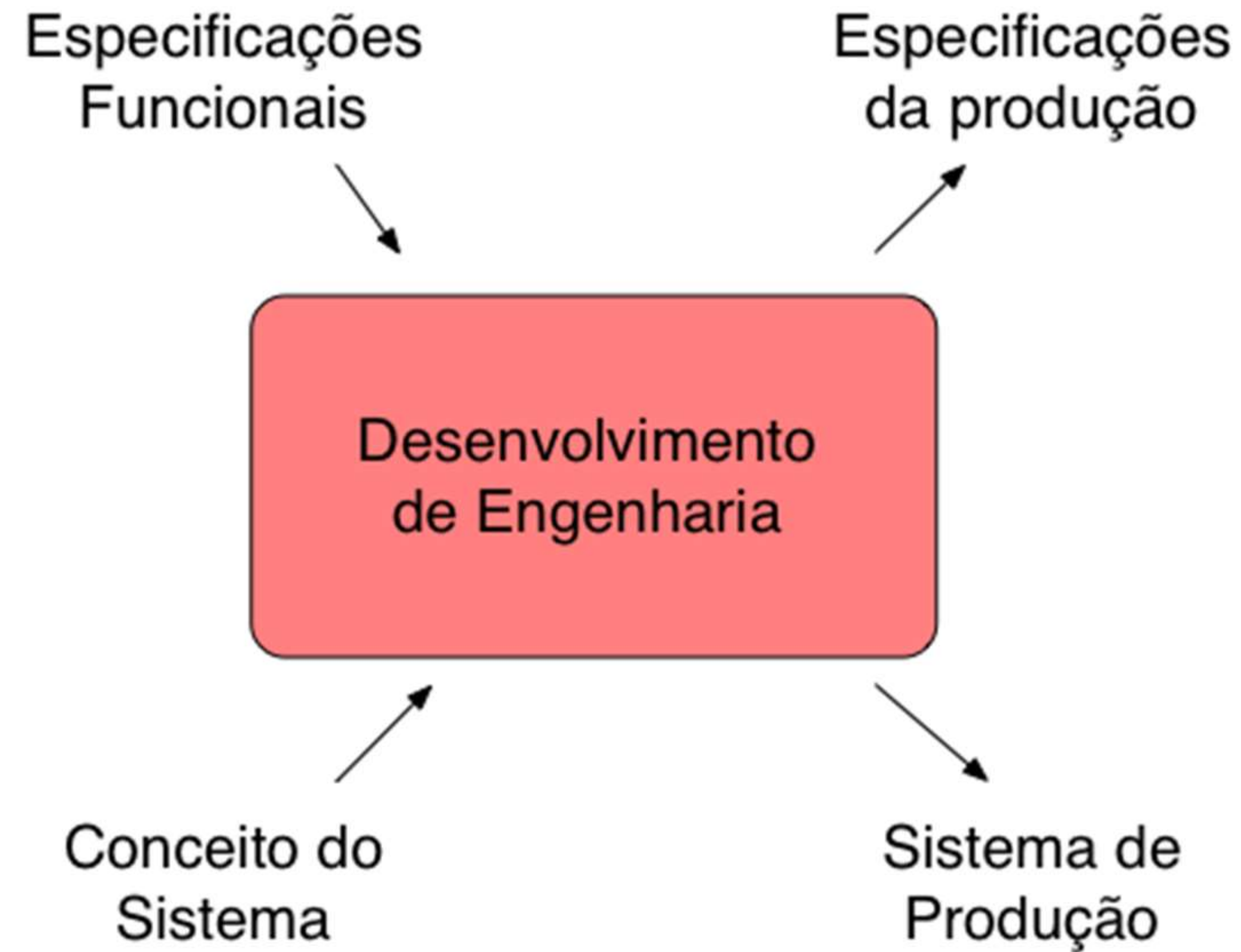


- Respondidas as questões de desempenho exigido para o novo sistema.
- Verificado se existe pelo menos uma abordagem para alcançar o desempenho dentro de um custo adequado.
- Apresenta uma **versão inicial** do conjunto de **requisitos de desempenho** e um conjunto de **possíveis conceitos viáveis**.



- Selecionado o conceito de **melhor custo-benefício**.
- Deve ser respondida a questão: quais são as características chaves de um conceito da instalação complexa que proporciona o **melhor equilíbrio entre capacidade, operacionalidade e custos?**
- A saída deve apresentar o **conjunto de requisitos funcionais** que descrevem o **quê** a instalação deve fazer e com que **desempenho**.

Ciclo de vida de SE



Desenvolvimento
avançado

Projeto de
engenharia

Integração e
avaliação

- Busca alcançar dois propósitos:
 - (i) identificação e redução dos **riscos**;
 - (ii) desenvolvimento das especificações.
- Apresenta como saída as **especificações técnicas refinadas, validadas**, isto é, com todos os riscos identificados, avaliados e sua mitigação levantada.

Desenvolvimento
avançado

Projeto de
engenharia

Integração e
avaliação

- Detalhado o projeto de engenharia. Plantas, esquemas, planilhas de cálculo, ...
- Verificação especialmente da possibilidade de **integrar** os elementos do SE, ou seja, se atendem aos requisitos de compatibilidade.
- Realização de todos os **testes e avaliações** julgados necessários.

Desenvolvimento
avançado

Projeto de
engenharia

Integração e
avaliação

- Os produtos/serviços detalhados na fase precedente devem ser “montados” de modo a formarem um **conjunto funcional**.
- Simular em software ou testar a **operação conjunta** dos produtos.

Sistemas sociotécnicos: elementos



ELEMENTO TÉCNICO: Componentes técnicos aplicados no sistema



ATORES: Pessoas e organizações que atuam diretamente no sistema



ELEMENTO SOCIAL: Elementos que influenciam decisões do projeto do sistema, como financiamento, políticas de estado, questões legais e regulatórias e não atuam diretamente no sistema

Domínios dos projetos

Objeto de projeto



Artefato técnico
'simples'

Sistema técnico

Sistema
sociotécnico

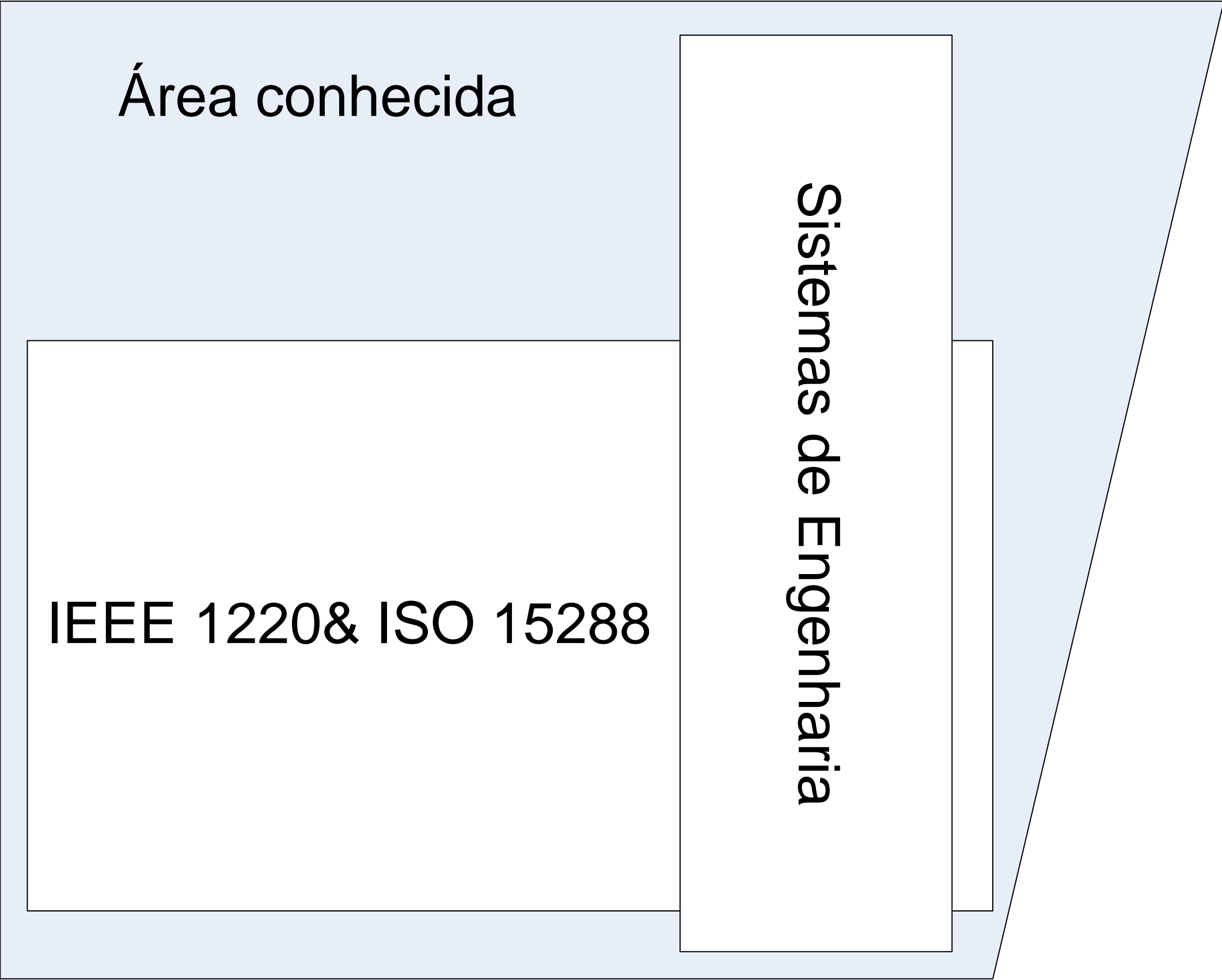
Abordagem de Projeto



Projeto de produto
somente até a
entrega

Abordagem de
engenharia de
sistemas
(abordagem de ciclo
de vida; co-design
de organização
fabril)

?



?



IBMEC.BR

 /IBMEC

 IBMEC

 @IBMEC_OFICIAL

 @IBMEC

 **ibmec**