

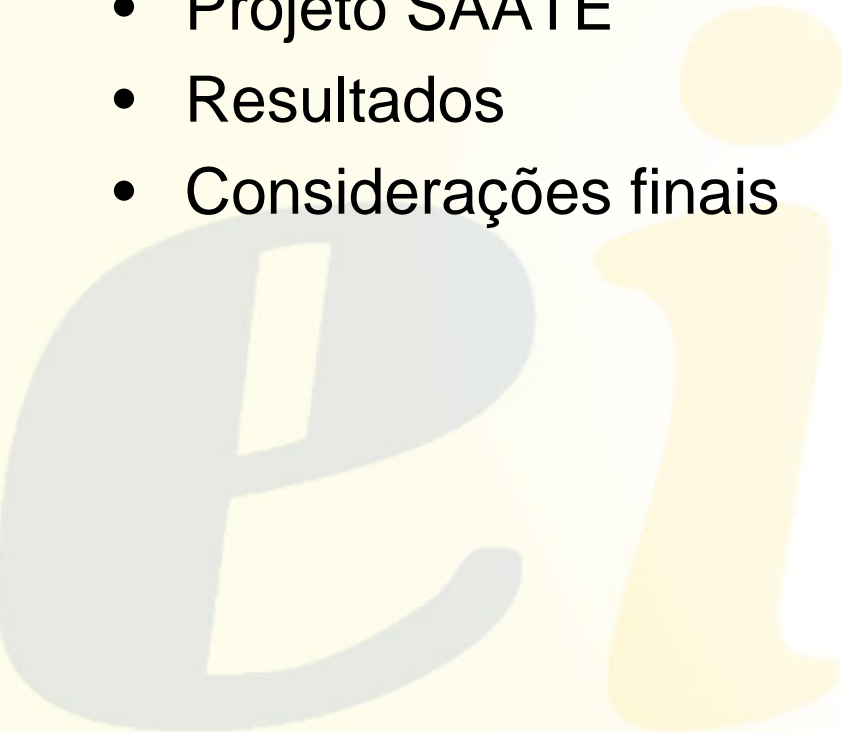


SISTEMÁTICA PARA SELEÇÃO DE TÉCNICAS ESTATÍSTICAS APLICADA AO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Creusa Sayuri Tahara Amaral
Grupo ei2
NUMA- EESC – USP – São Carlos



- Introdução
- Metodologia Seis sigma
- Design for Six Sigma
- Projeto SAATE
- Resultados
- Considerações finais



Introdução

3





A inovação tecnológica é um importante diferencial para competitividade das empresas. Ela ocorre quando as características de desempenho são aprimoradas de modo a fornecer ao consumidor serviços novos ou melhorados;

A inovação é o resultado bem articulado de novas tecnologias ao atendimento das necessidades do consumidor. Desse modo, uma empresa inovadora é aquela que tem como meta ou estratégia a implantação de produtos ou processos tecnologicamente novos ou com substancial melhoria.



Apesar das características intrínsecas de cada empresa, como tipo de produto, maturidade da empresa, etc; é possível estabelecer uma série de boas práticas capazes de maximizar a chance de sucesso do produto no mercado a que ele se destina.

Uma das práticas utilizadas para aumentar essa chance é o emprego de métodos e ferramentas para auxiliar no entendimento dos requisitos do produto que atendem as exigências do consumidor e avaliar o desempenho com relação a esses requisitos ao longo do PDP.



De forma geral, o emprego destes métodos e ferramentas contribui no tratamento dos dados, facilitando o registro e compartilhamento das informações ao longo do PDP, auxiliando a equipe de desenvolvimento na tomada de decisão, como por exemplo: as técnicas de pesquisa de mercado e QFD (Quality Function Deployment) podem ser utilizadas para auxiliar na captação dos requisitos do mercado e no entendimento de como estes podem ser transformados em novos produtos.



Outras ferramentas que podem ser utilizadas para auxiliar as diversas atividades do PDP são:

- Técnicas estatísticas de análise multivariada como análise conjunta (*conjoint analysis*) para comparar diferentes alternativas e estabelecer o valor de cada característica do produto segundo a preferência do consumidor;
- O planejamento de experimentos (DOE) pode ser utilizado para medir quais fatores (parâmetros do processo) que podem maximizar o desempenho produto;
- o FMEA é uma ferramenta que auxilia na prevenção de possíveis problemas por meio de análise de possíveis falhas no produto e processo.



Contudo as ferramentas, quando aplicadas de modo isolado, não integradas com outras atividades do PDP trazem, por consequência, melhorias pontuais.

Por essa razão, foram desenvolvidas metodologias com o intuito de encadeá-las dentro de um processo estruturado aos processos de manufatura e de desenvolvimento de produtos, como a metodologia Seis Sigma e DFSS.





- Introdução
- **Metodologia Seis sigma**
- Design for Six Sigma
- Projeto SAATE
- Resultados
- Considerações finais



METODOLOGIA SEIS SIGMA

10

The slide features several decorative elements. On the left, there are vertical blue stripes of varying widths. A large, semi-transparent blue circle is positioned in the lower-left area, with a smaller blue circle containing the number '10' inside it. To the right of this is a large, semi-transparent yellow silhouette of a person. Further right is a large, semi-transparent blue silhouette of the number '2'. On the far right, there is a complex network diagram consisting of numerous blue dots connected by thin blue lines, forming a dense web-like structure.



O que é Seis Sigma?

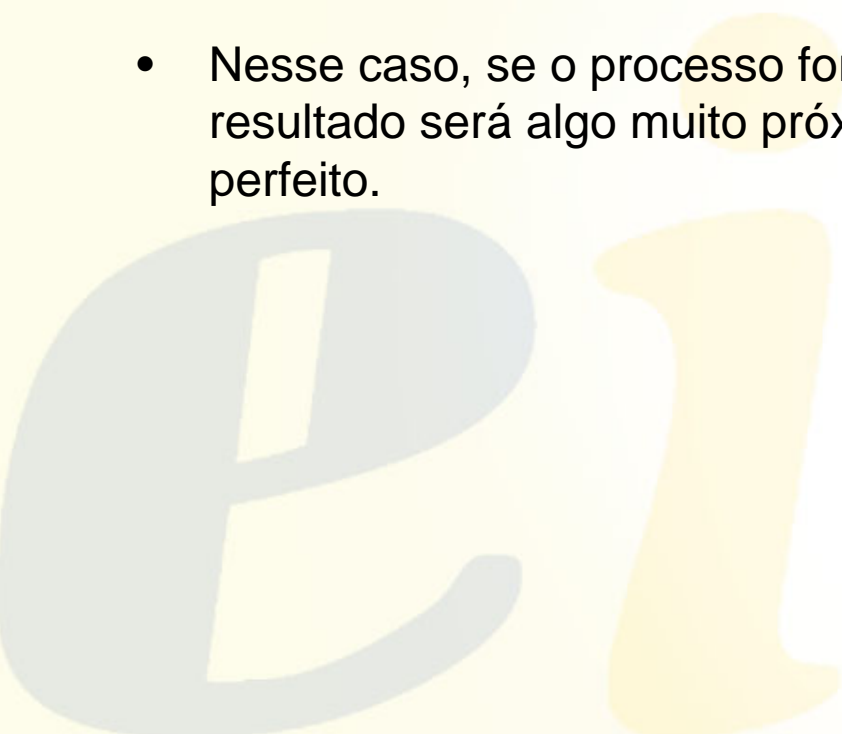
- A primeira aplicação de Seis sigma foi na Motorola na divisão de manufatura, no entanto, essa metodologia pode ser aplicada em outras áreas como serviços, área médica e em procedimentos de segurança.
- O programa Seis Sigma é considerado uma metodologia que contempla técnicas e ferramentas para a melhoria da capacidade e redução de defeitos em processos.





O que é Seis Sigma?

- A palavra **seis sigma** representa a letra grega sigma (σ) utilizada para representar o desvio padrão;
- Seis sigma é uma distância em relação a média;
- Um processo que tem qualidade Seis Sigma tem aproximadamente **doze sigmas entre os limites de especificação**;
- Nesse caso, se o processo for mantido aproximadamente centrado, o resultado será algo muito próximo do **zero defeito**, ou seja, um processo perfeito.





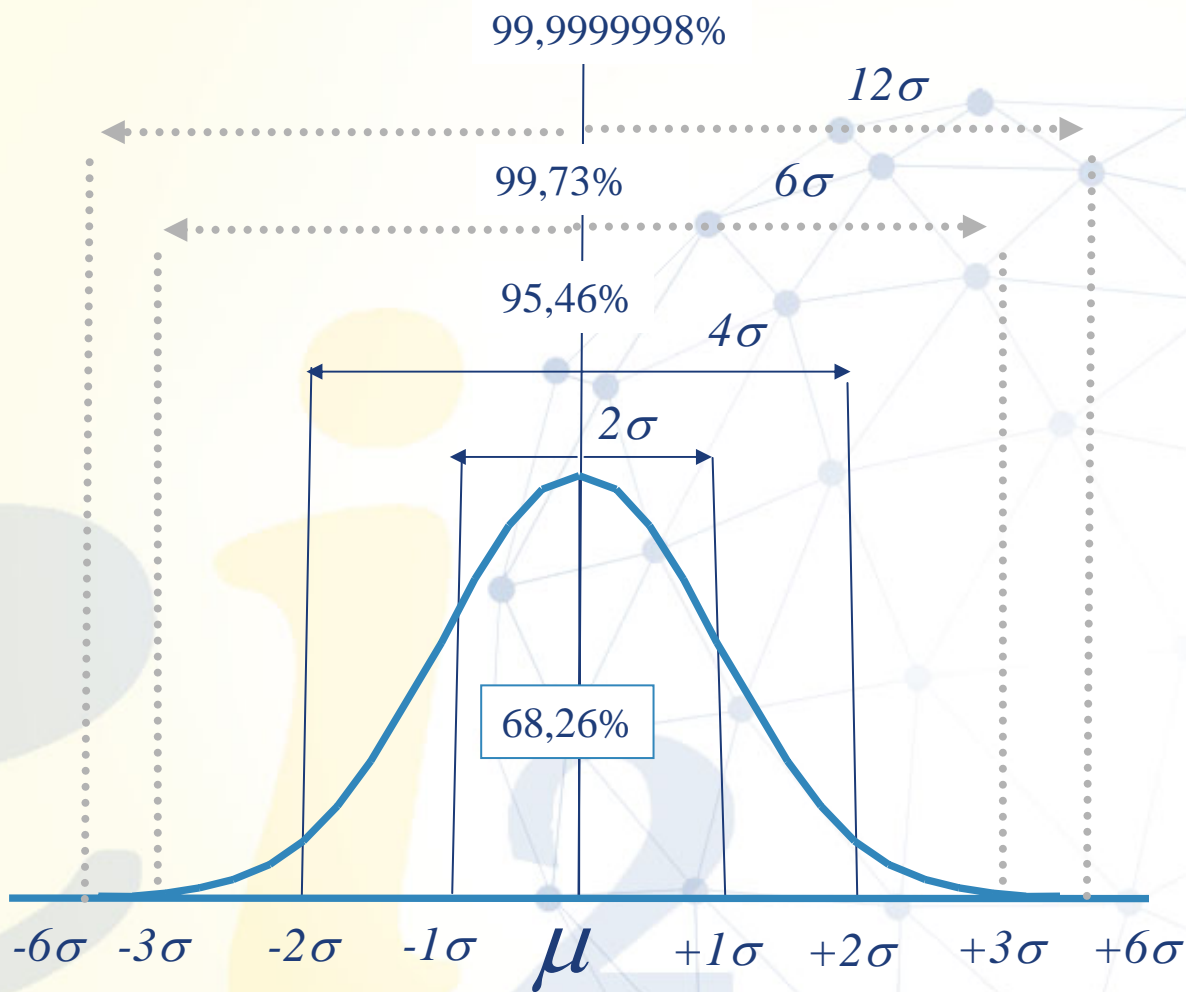
O que é Seis Sigma?

- medidas próximas da média
- menor VARIABILIDADE no processo
- menor desvio padrão (sigma)



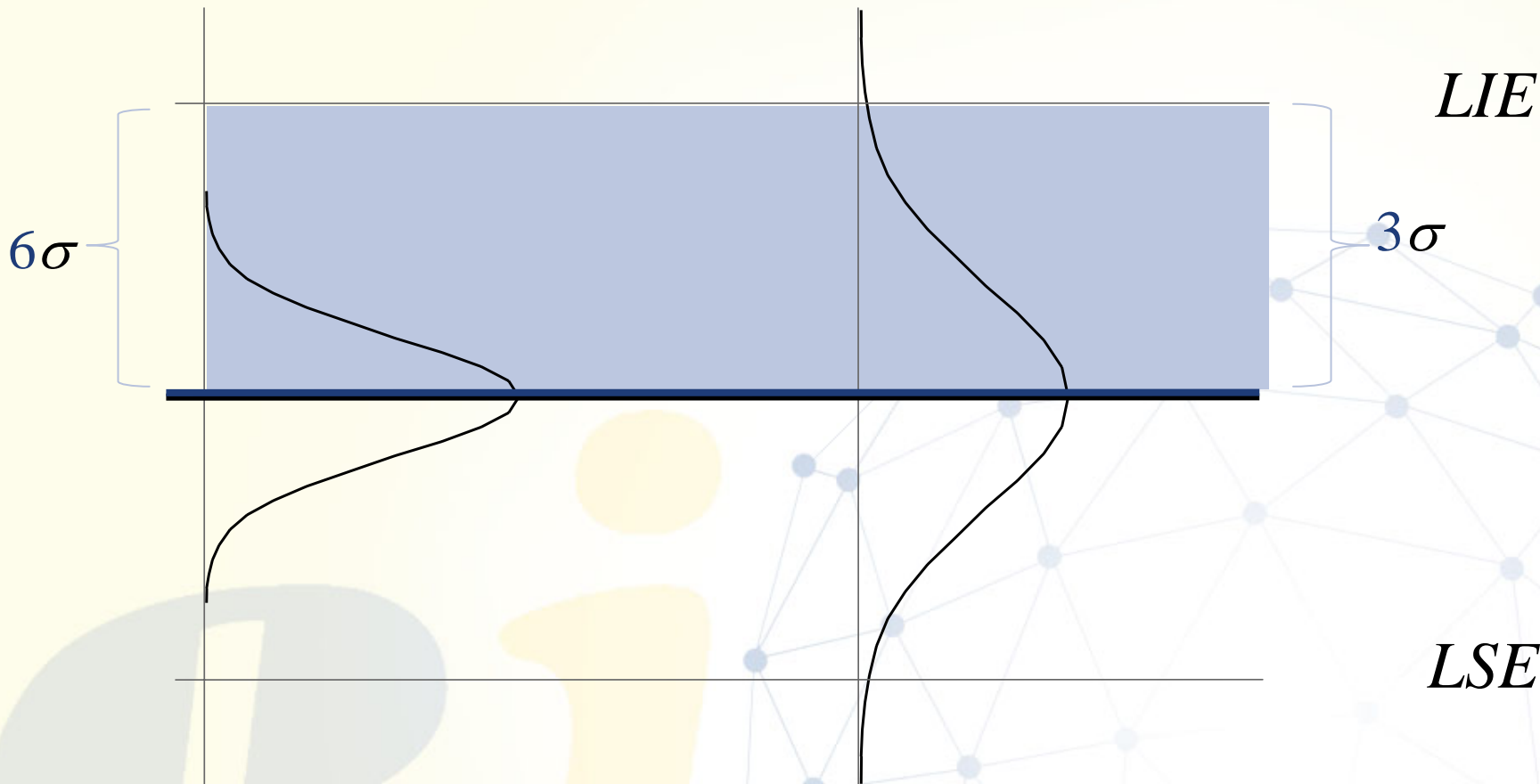


O que é Seis Sigma?





O que é Seis Sigma?



- Historicamente as organizações justificam seu desempenho em **termos de médias**.
- É comum expressões como: custo médio, tempo de ciclo médio, tempo médio de entrega, etc.
- A utilização de médias pode impedir que sejam visualizados problemas, às vezes, de grande relevância.
- Isso porque a **variabilidade** pode ser o grande responsável pela geração de resultados fora dos limites de especificação, ou seja, geração de problemas.

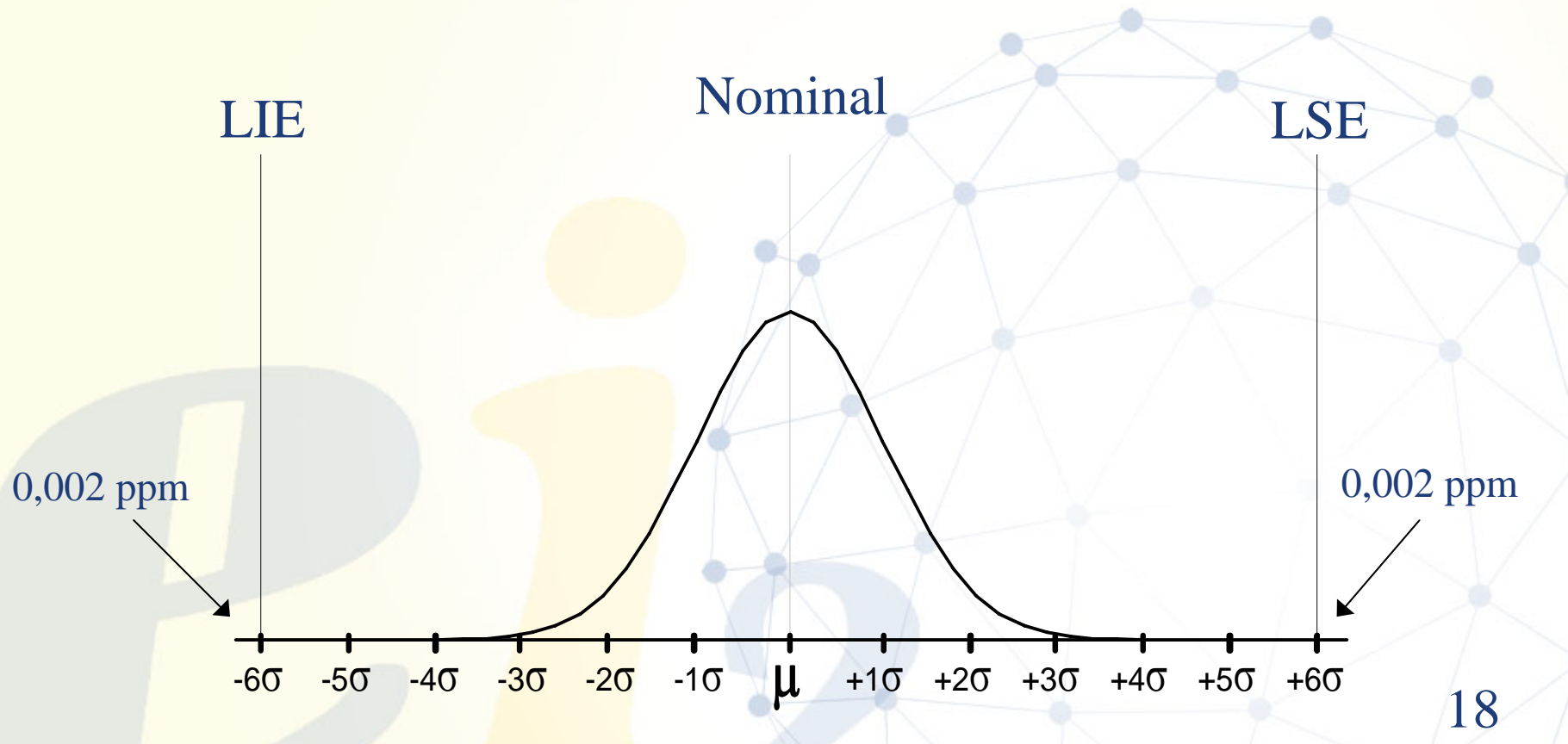


A escala Seis Sigma

- A **metodologia Seis Sigma** tem uma relação muito forte com o desenvolvimento de atividades para a redução da variabilidade nos processos.
- No Seis Sigma a variabilidade é medida em função do **número de defeitos**.
- No Seis Sigma defeito é qualquer instância ou evento onde o produto ou processo **falham em satisfazer um requisito do cliente**.
- Pelo levantamento do número de defeitos é possível chegar ao **rendimento de um processo**.
- Esta abordagem facilita para cada indivíduo o entendimento da importância da **redução dos defeitos** em seu processo, e a influência desta redução na satisfação total do seu cliente.



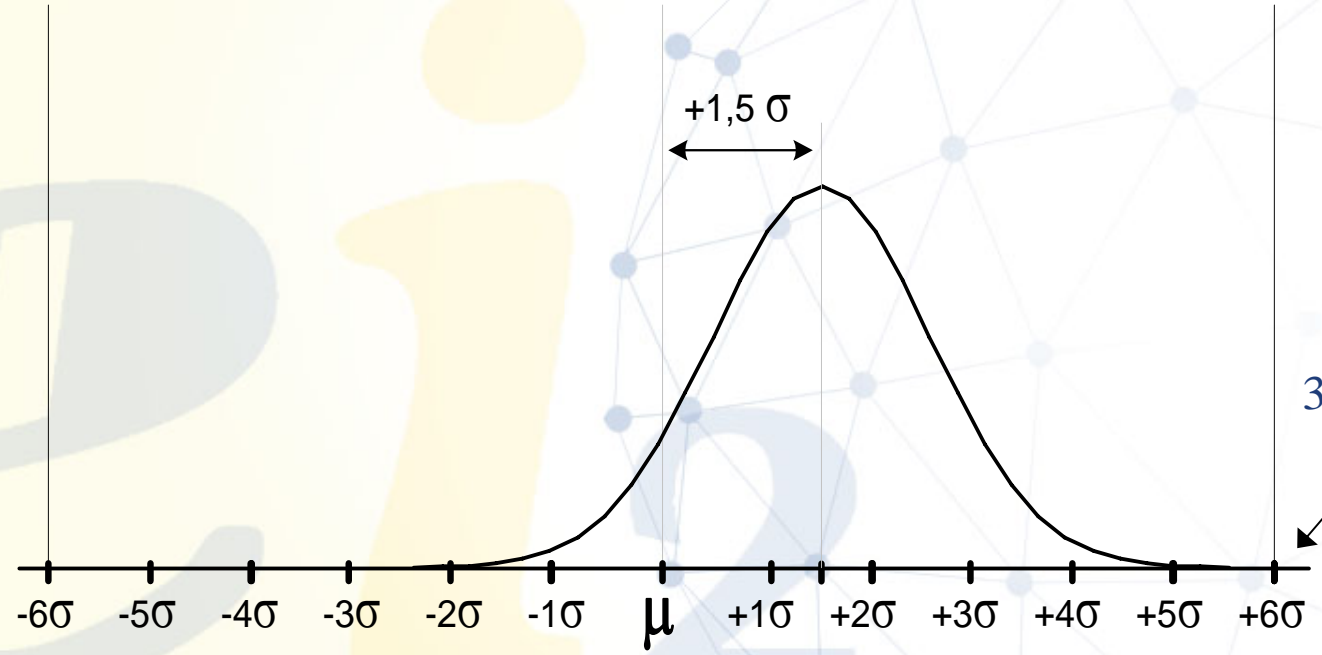
O que representa atingir Seis Sigma: atingir a “perfeição”



LIE

Nominal

LSE

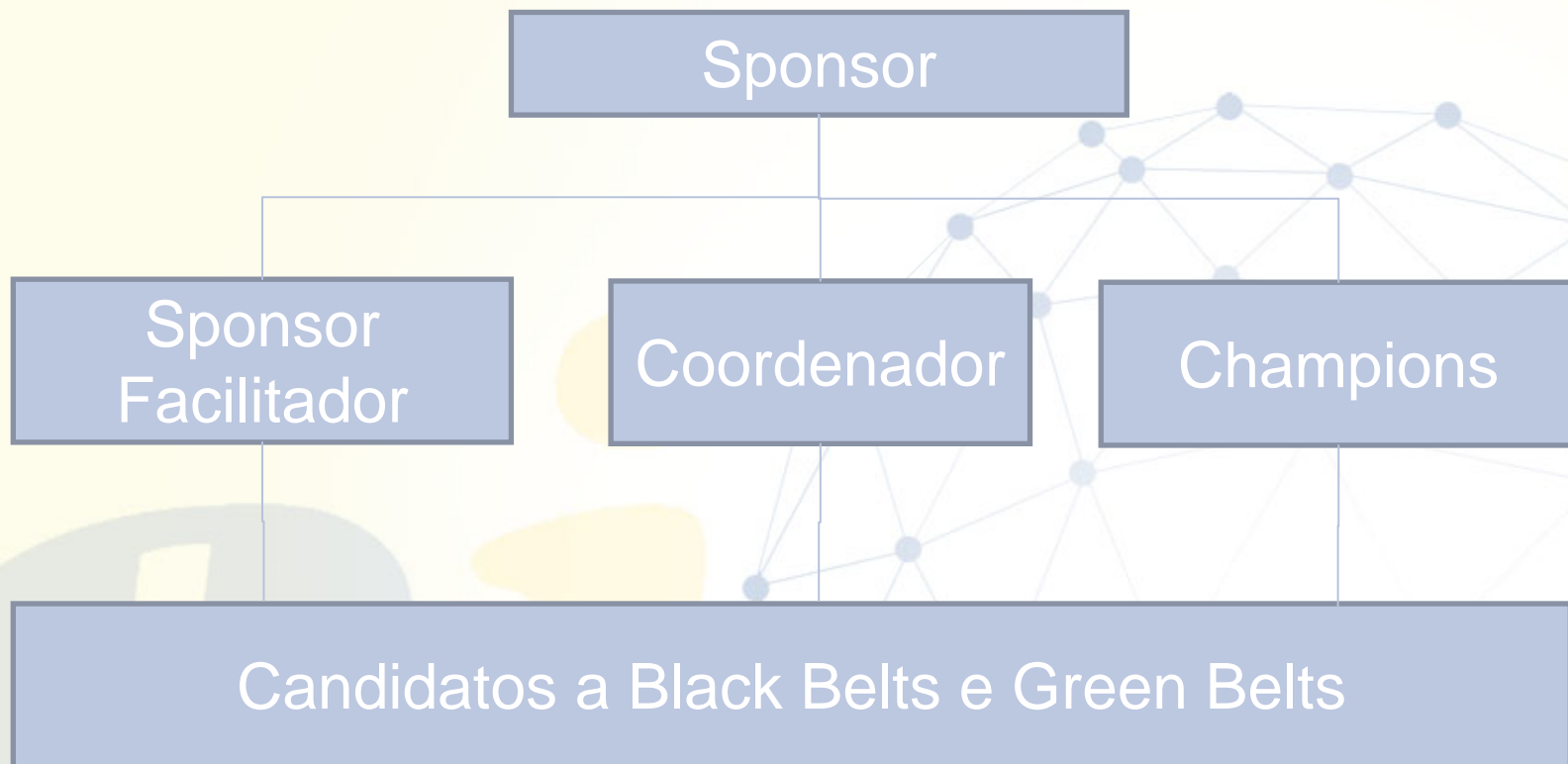


3,4 ppm



Agentes do Seis Sigma

	Agentes do Seis Sigma
Sponsor	Garante o alinhamento dos projetos às metas da empresa. Define os Champions para os projetos . Remove barreiras .
Champion	Participa da seleção dos projetos e da formação da equipe. Supervisiona e facilita a implantação do projeto . Em geral são diretores ou gerentes.
Master Black Belts	Selecionam projetos e treinam Black Belts e Green Belts
Black Belts	Coordenam a equipe na execução dos projetos
Green Belts	São profissionais que participam das equipes lideradas pelos Black Belts
White Belts	São funcionários do nível operacional da empresa, treinados nos fundamentos do Seis Sigma para dar suporte aos Black Belts e green Belts
CEO (Chief Executive Officer)	É o “número um” da empresa, responsável por promover e definir as diretrizes de implantação do programa Seis Sigma



- Introdução ao Seis Sigma,
- O Método DMAIC utilizado no Seis Sigma,
- Ferramentas da Qualidade,
- Estatística Aplicada,
- Regressão e correlação,
- Controle Estatístico de Processo,
- ANOVA
- Análise de Sistemas de Medição,
- FMEA – Failure Mode Effect Analysis,
- QFD – Quality Function Deployment,
- Planejamento de Experimentos,
- Metodologia de Superfície de resposta.



Características do Programa Seis Sigma

- A condução do projeto e a **implantação das ações** contam com equipes formadas por colaboradores de todos os níveis hierárquicos.
 - O que facilita a implantação das ações, reduzindo a chance de **resistência às mudanças**.
- Envolvimento de todos os níveis gerenciais.
- A iniciativa de implantação da Metodologia Seis Sigma parte do presidente da empresa (**CEO - Chief Executive Officer**).
- A escolha dos projetos é feita por **Champions**, que geralmente são pessoas que pertencem ao quadro da alta direção.
 - Desta forma, os projetos têm o apoio efetivo da alta gerência, o que aumenta a chance de sucesso.



Características do Programa Seis Sigma

- Uso do raciocínio estatístico.
 - Conduz ao profundo **entendimento do problema** e das relações entre as variáveis envolvidas.
- Utilizar o raciocínio estatístico implica em:
 - Entender que existe **variabilidade**;
 - Medir a variabilidade presente nos processos;
 - Atuar sistematicamente no sentido de **reduzir a variabilidade**, avançando em direção à meta de zero defeitos.
- O conhecimento adquirido por meio **das análises estatísticas** é a base de ações eficientes e eficazes (Ênfase na aprendizagem e capacitação).



Características do Programa Seis Sigma

- Consistência do método de trabalho.
- O **Seis Sigma** apóia-se no método DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar) para conduzir o processo de mudança.
- Essas fases são conduzidas em profundidade, com o apoio de **Métodos estatísticos**.
- O resultado é um conjunto de ações muito mais consistentes, dirigidas às causas raízes do problema
- **Melhoria contínua** de projeto em projeto



Dmaic

26

Metodologia seis sigma



DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*).

- DMAIC é um **método estruturado** para o alcance de metas utilizadas no Seis Sigma.
- DMAIC está organizado em 5 etapas. Descritas a seguir:



Definir

- Definir oportunidades de melhorias
- Define de forma precisa o escopo do projeto
- Quais as CTQ's (características críticas) dos clientes?
- Qual o processo que deve ser melhorado?

Ei





Definir

- Definir oportunidades de melhorias
- Define de forma precisa o escopo do projeto
- Quais as CTQ's (características críticas) dos clientes?
- Qual o processo que deve ser melhorado?



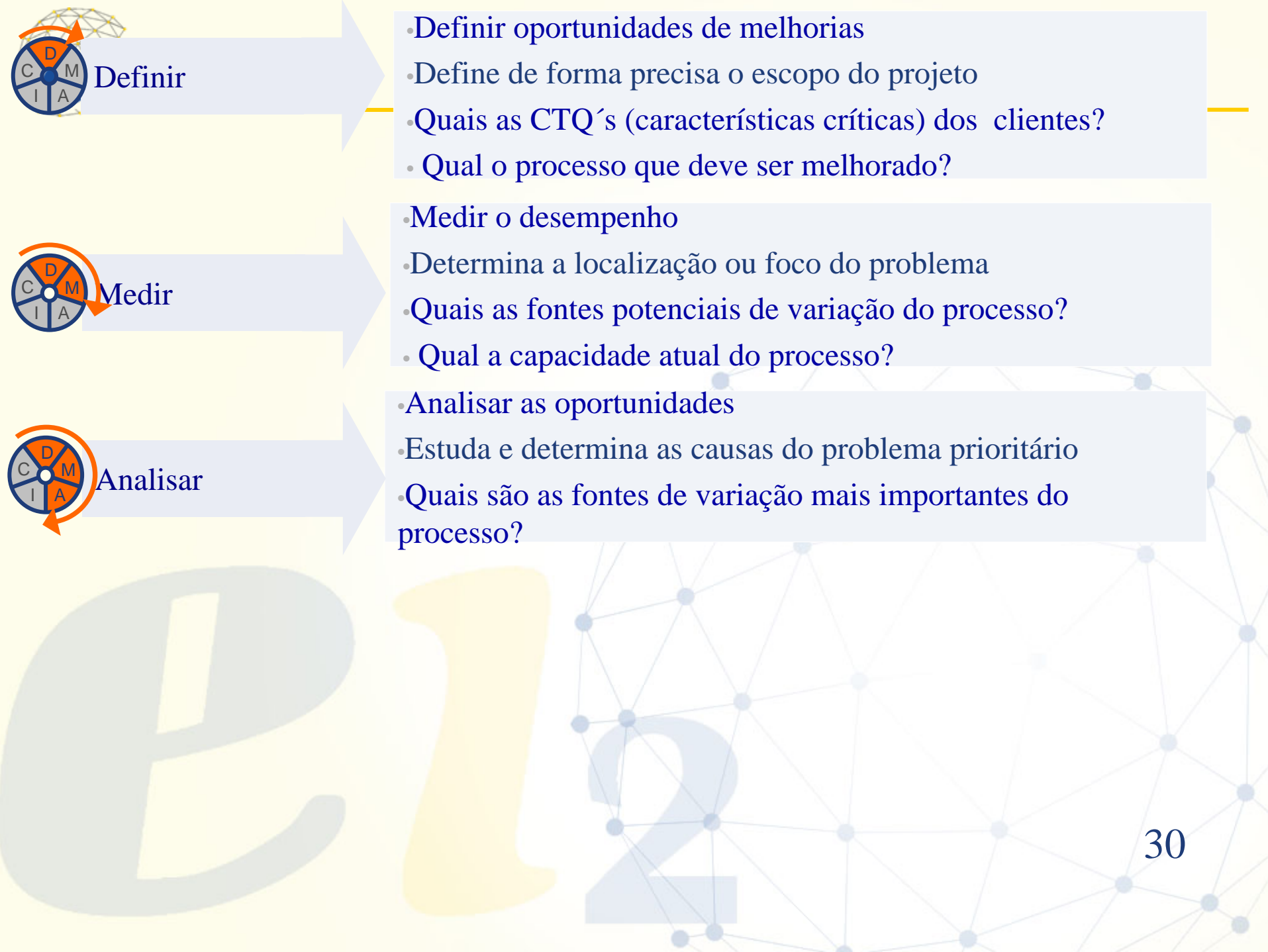
Medir

- Medir o desempenho
- Determina a localização ou foco do problema
- Quais as fontes potenciais de variação do processo?
- Qual a capacidade atual do processo?

E

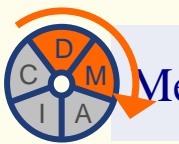
i

2



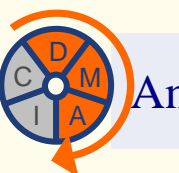
Definir

- Definir oportunidades de melhorias
- Define de forma precisa o escopo do projeto
- Quais as CTQ's (características críticas) dos clientes?
- Qual o processo que deve ser melhorado?



Medir

- Medir o desempenho
- Determina a localização ou foco do problema
- Quais as fontes potenciais de variação do processo?
- Qual a capacidade atual do processo?



Analisar

- Analisar as oportunidades
- Estuda e determina as causas do problema prioritário
- Quais são as fontes de variação mais importantes do processo?



Definir

- Definir oportunidades de melhorias
- Define de forma precisa o escopo do projeto
- Quais as CTQ's (características críticas) dos clientes?
- Qual o processo que deve ser melhorado?



Medir

- Medir o desempenho
- Determina a localização ou foco do problema
- Quais as fontes potenciais de variação do processo?
- Qual a capacidade atual do processo?



Analisar

- Analisar as oportunidades
- Estuda e determina as causas do problema prioritário
- Quais são as fontes de variação mais importantes do processo?
- Melhorar o desempenho



Melhorar

- Propõe, avalia e implanta soluções para cada problema prioritário
- Que melhorias devo fazer no processo para aumentar a sua capacidade?



- Definir oportunidades de melhorias
- Define de forma precisa o escopo do projeto
- Quais as CTQ's (características críticas) dos clientes?
- Qual o processo que deve ser melhorado?



- Medir o desempenho
- Determina a localização ou foco do problema
- Quais as fontes potenciais de variação do processo?
- Qual a capacidade atual do processo?



- Analisar as oportunidades
- Estuda e determina as causas do problema prioritário
- Quais são as fontes de variação mais importantes do processo?



- Melhorar o desempenho
- Propõe, avalia e implanta soluções para cada problema prioritário
- Que melhorias devo fazer no processo para aumentar a sua capacidade?



- Controlar as melhorias
- Garante a manutenção dos resultados
- Como controlar as fontes de variação mais importantes para manter a capacidade?



Considerações Finais

- A metodologia Seis Sigma utiliza-se dos métodos estatísticos para apoiar o processo de melhoria, mas apesar dos treinamentos incorporados estrategicamente ao programa, a situação prática ainda levanta muitas dúvidas sobre qual método utilizar.



- Introdução
- Metodologia Seis sigma
- **Design for Six Sigma**
- Projeto SAATE
- Resultados
- Considerações finais



Design For Six Sigma DFSS

35

2

- *Design for six Sigma (DFSS)* é uma metodologia que integra ferramentas analíticas para o desenvolvimento de novos produtos.
- O DFSS auxilia na avaliação do progresso do PDP alinhado às metas corporativas e de estratégias de mercado.

Enquanto os programas Seis Sigma trabalham no âmbito de reação e correção de problemas existentes no domínio do processo, ou seja, os esforços são concentrados para a redução de defeitos de manufatura, o DFSS é utilizado na prevenção dos problemas por meio do planejamento do produto de modo a desenvolver um processo com alta qualidade e robusto.

ei2

- O DFSS fornece meios para utilização de **métodos de engenharia e estatística** durante o desenvolvimento de produto.
- Garante que as funções do produto reúnam as **necessidades dos consumidores** e auxilia na escolha da tecnologia que irá permitir que estas funções atinjam valores robustos durante o ciclo de vida do produto.
- O DFSS adiciona outra dimensão ao PDP: O CPM - ***Critical Parameter Management*** que foca a atenção nas **funções de projeto**, nos **parâmetros** e nas **respostas que são críticas** para preencher as **necessidades dos consumidores**.

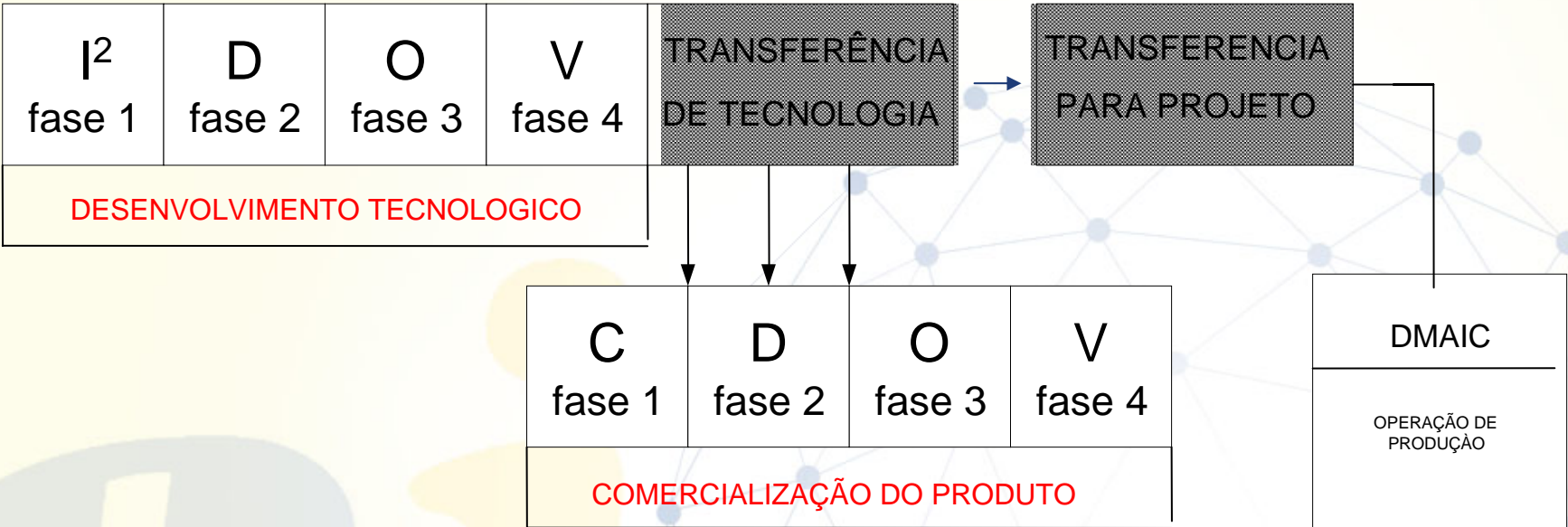
- O DFSS é gerenciado pela **integração das ferramentas** que são desenvolvidas durante as fases de desenvolvimento de produtos.
- As exigências e medidas devem atingir **a escala de 6 sigma**.



- Crevelling *et al* (2003) estabeleceram um roteiro para **desenvolvimento de tecnologia** e para **desenvolvimento de produto**.
- **Processo de Desenvolvimento Tecnológico (I²DOV)**. Os roteiros são configurados contemplando fases e *gates* para cada etapa.
 - INOVAR (fase e gate)
 - INVENTAR
 - DESENVOLVER
 - OTIMIZAR
 - VERIFICAR

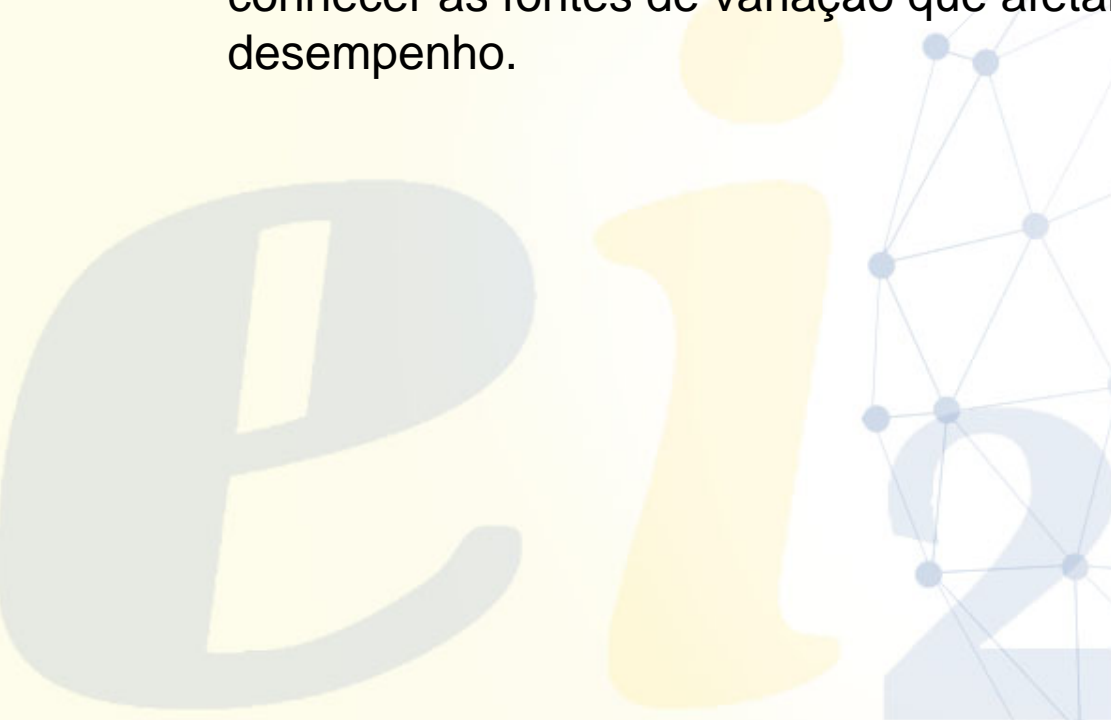
- **Desenvolvimento da comercialização CDOV** (Conceito, Projetar (design), Otimizar e Validar).
 - 1. Desenvolvimento do CONCEITO (fase e gate)
 - 2. Desenvolvimento do PROJETO
 - 3. Otimização
 - 4. Verificação da capacidade

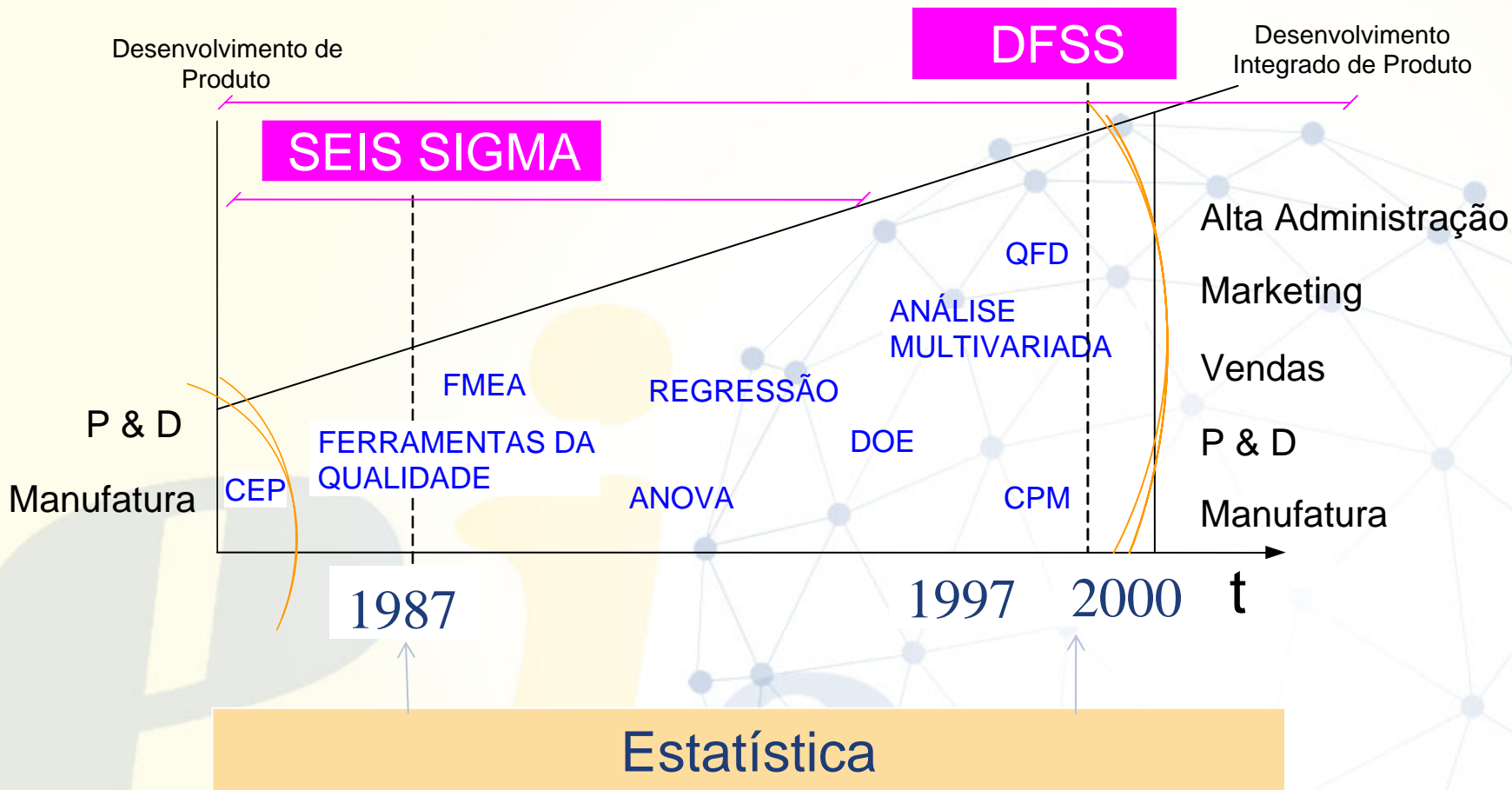




ETAPAS DO GERENCIAMENTO DE PARÂMETROS CRÍTICOS

- O I²DOV e o CDOV identificam e transladam as **necessidades dos consumidores** em especificações técnicas;
- Ambos necessitam definir um conjunto de sistemas, subsistemas, componentes e comparação das exigências na manufatura;
- Ambos necessitam **desenvolver conceitos e protótipos** para conhecer as fontes de variação que afetam a robustez de seu desempenho.





- Introdução
- Metodologia Seis sigma
- Design for Six Sigma
- **Projeto SAATE**
- Resultados
- Considerações finais





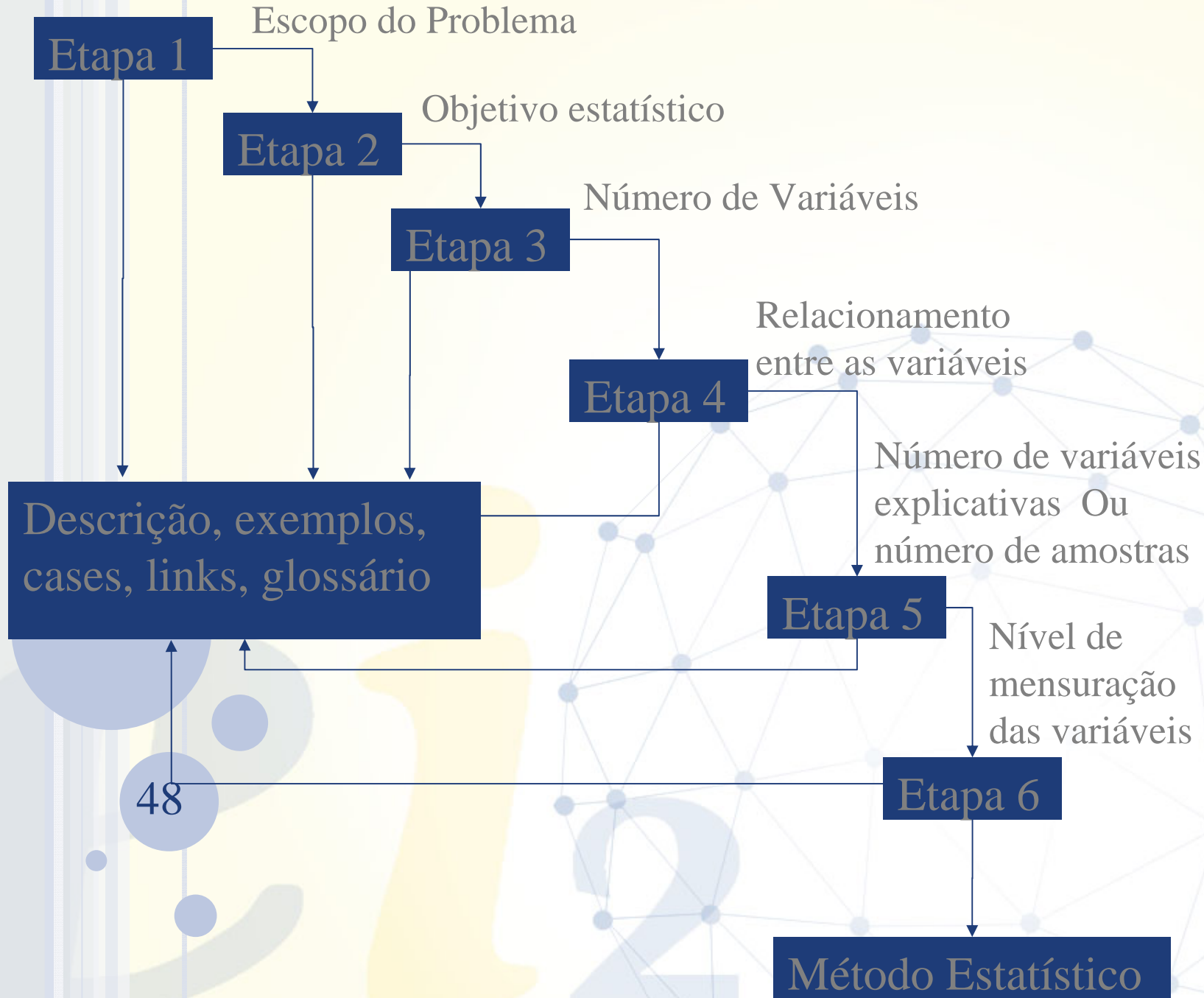
SAATE

46

Sistema de Apoio à Aplicação de Técnicas Estatísticas

- A partir das necessidades de utilização de métodos estatísticos e da grande dificuldade verificada, propôs-se nesse projeto a elaboração de um modelo estruturado para auxiliar pesquisadores e profissionais na seleção do método mais adequado para o seu problema.







Etapa 1 – Escopo do Problema

- **Diagnosticar:** O diagnostico refere-se a avaliação de instrumentos de medição. O Objetivo do pesquisador é verificar se o sistema de medição é adequado - se os operadores, método ou equipamento fornecem medidas confiáveis;
- **Controlar:** considerou-se nesse caso os objetivos de monitoramento. Investigar a estabilidade dos processos e monitoramento das fontes de variação.



- **Otimizar:** Otimizar características de processo, investigar como as variáveis estão inter-relacionadas com o desempenho final do produto. Encontrar a melhor faixa de valores para os fatores que são capazes de melhorar o desempenho do produto. É utilizado principalmente quando muitas variáveis têm metas conflitantes para auxiliar a uma solução conciliatória entre as variáveis.
- **Analisar:** Utilizar métodos e procedimentos que envolvem coleta e análise de dados, sumarização onde o pesquisador necessita categorizar e conhecer o comportamento da população de interesse. É a situação mais geral que, de certa forma, compreende todas as demais opções apresentadas. Refere-se a situações em que é necessário maior entendimento do problema através do detalhamento de outros aspectos da natureza da pesquisa para auxiliar na escolha da técnica.

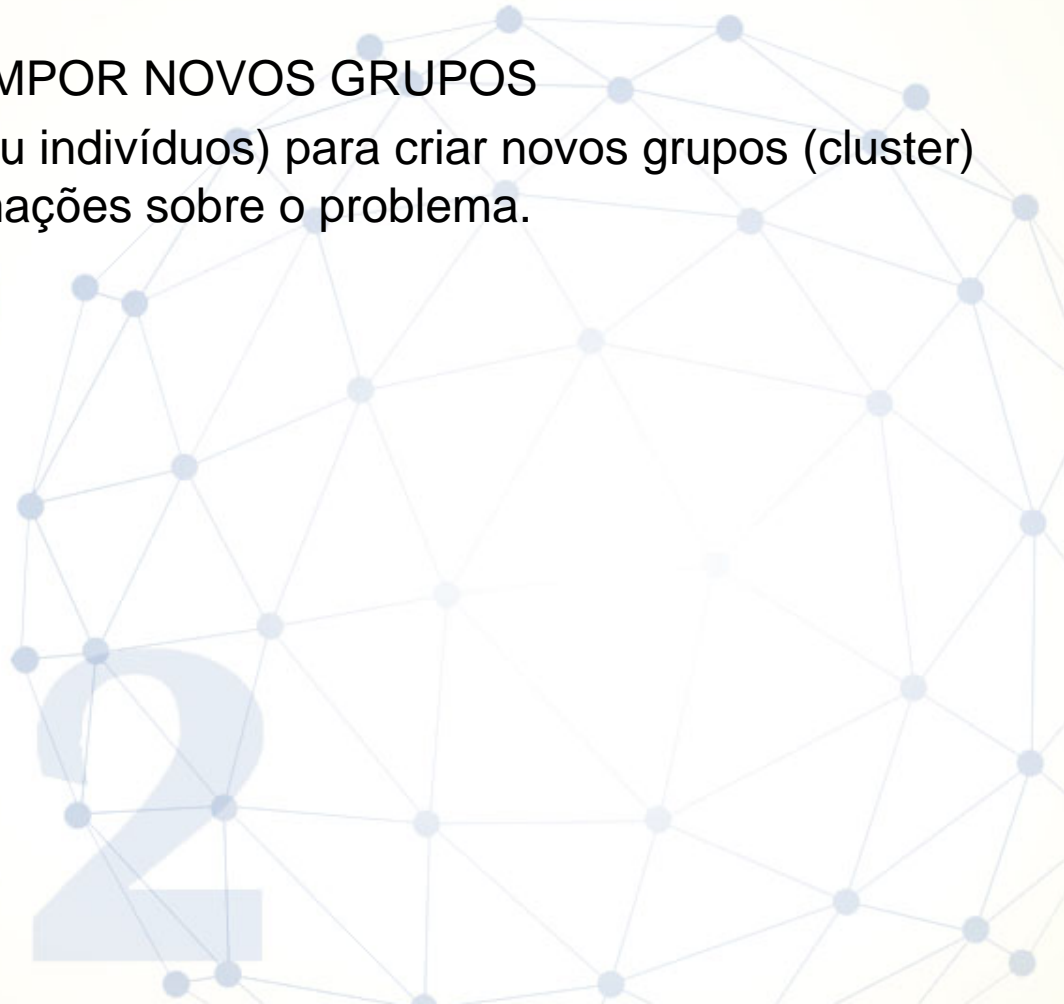
- Os objetivos estatísticos foram separados pelo escopo do problema:
 - Diagnosticar
 - Avaliar o sistema de medição
 - Métodos de Análise
 - Relacionar
 - Modelar
 - Testar
 - Comparar
 - Otimizar
 - Identificar
 - Controlar
 - Monitorar





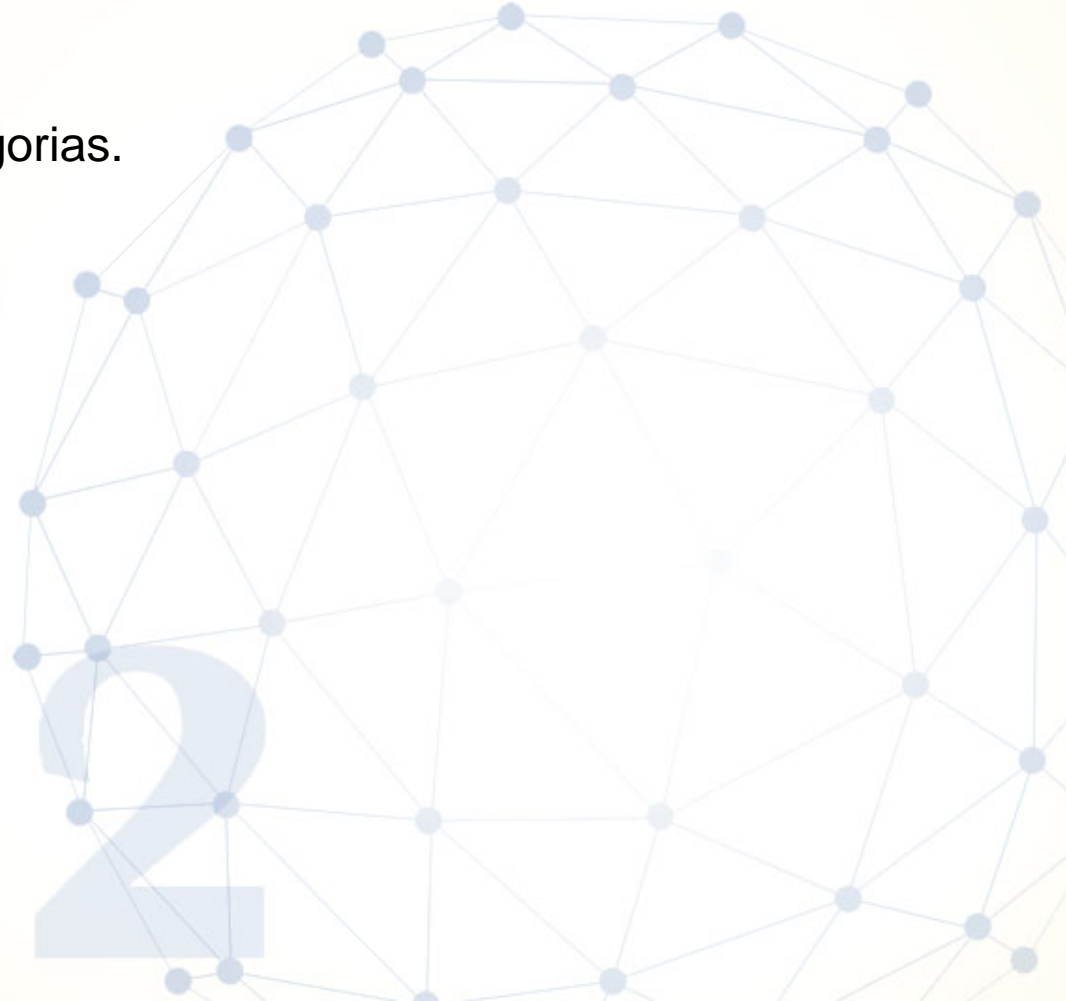
Exemplos de objetivos estatísticos

- DESCRERER/CARACTERIZAR
- Descrever variáveis de modo individual ou em grupos para caracterização dos dados (amostras, população) em relação ao comportamento da variável.
- AGRUPAR OBJETOS PARA COMPOR NOVOS GRUPOS
- Combinar objetos (observações ou indivíduos) para criar novos grupos (cluster) que podem fornecer outras informações sobre o problema.



- **COMPARAR/TESTAR/**
- Comparar dois grupos de observações (duas amostras).
- Testar a possibilidade de uma característica de uma unidade experimental estar desviando de um valor específico (que pode ser um valor padrão, uma meta e outros)
- **RELACIONAR/MODELAR/ASSOCIAR**
- Verificar a magnitude da influência de uma característica quantitativa mensurável sobre outra(s) característica(s) e também se a influência é positiva ou negativa (essas características podem ser dependentes ou independentes).

- RELACIONAR CARACTERISTICAS MENSURAVEIS
- O Objetivo é saber se/como duas ou mais variáveis estão relacionadas umas com as outras numa população.
- Associar categorias
- Verificar a associação entre categorias.





Etapa 3 – Número de Variáveis

- Univariado
- Bivariado
- Multivariado





Etapa 4 – Relacionamento entre as variáveis

- Caso dependente
- Caso independente
- Caso relacionado (amostras)





Etapa 5 – Número de variáveis explicativas ou número de amostras

- Caso simples ou múltiplo
- Caso Multivariado
- Caso Univariado com uma amostra, duas amostras ou k amostras





Etapa 6 – Nível de Mensuração das variáveis

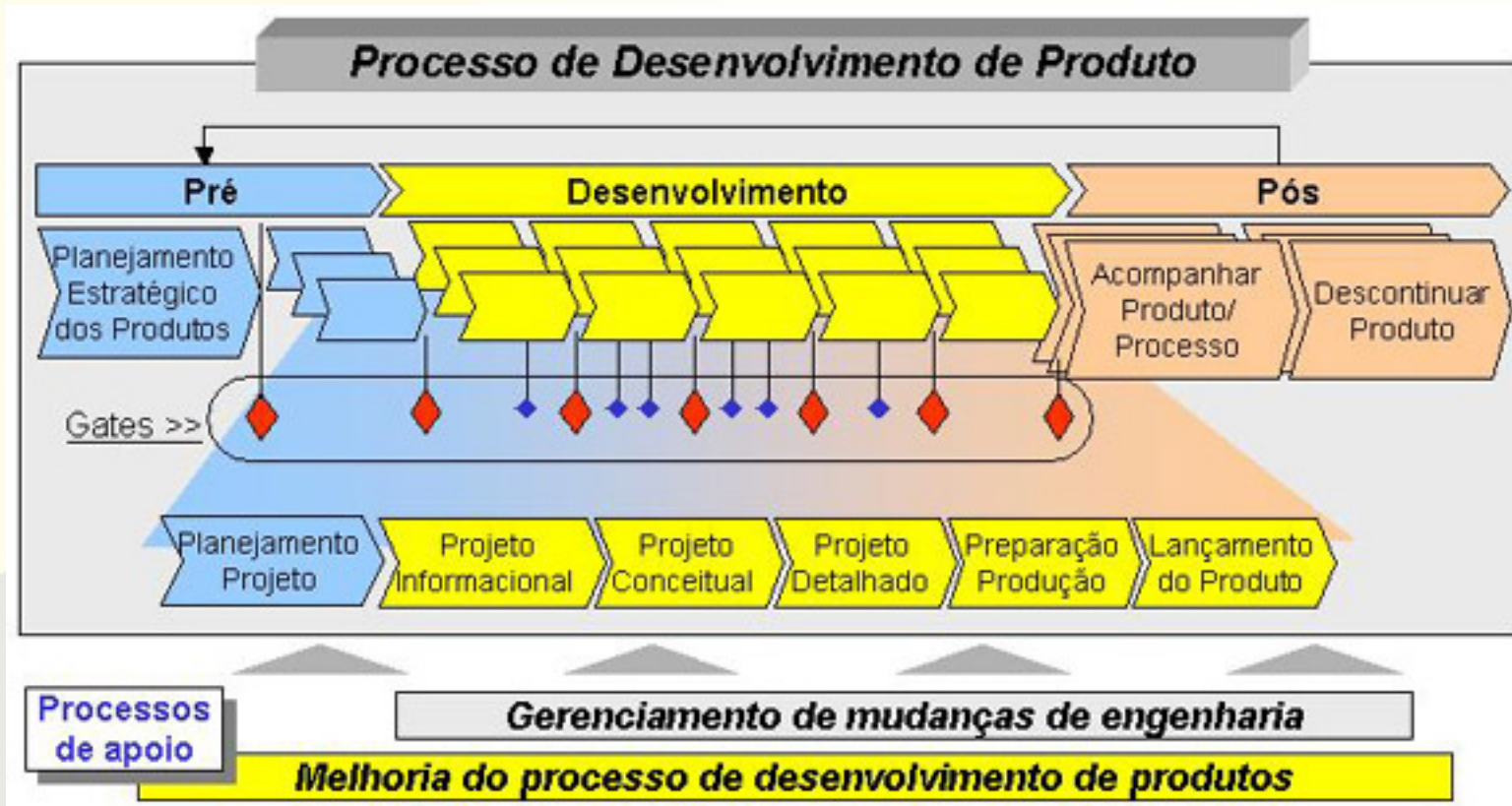
- Resposta e explicativas
 - Métricas
 - Não-métricas



- Introdução
- Metodologia Seis sigma
- Design for Six Sigma
- Projeto SAATE
- **Resultados**
- Considerações finais

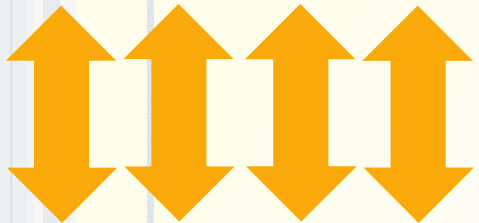


- Testes com alunos de mestrado:
 - a fase inicial do processo requer um apoio detalhado com exemplos e casos para facilitar a compreensão do pesquisador;
 - O modelo se mostrou muito útil para auxiliar a elaboração de questionários. ([Exemplo](#))



Ferramentas/
Métodos

Métodos
Estatísticos



Atividade

Atividade

Atividade

Atividade

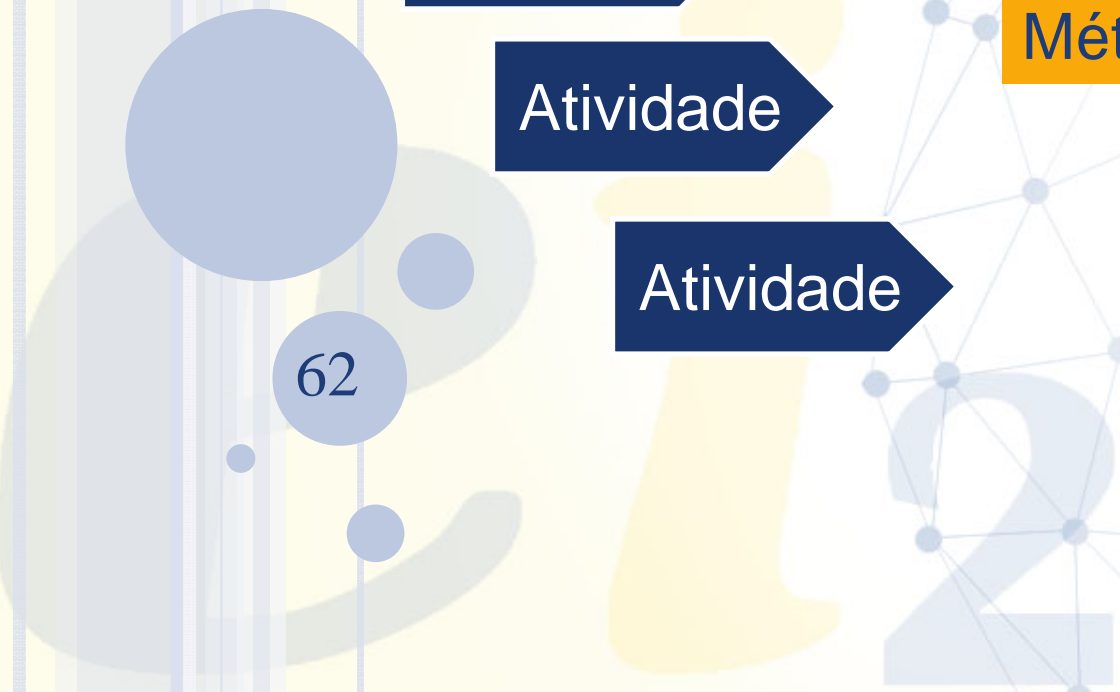


SAATE

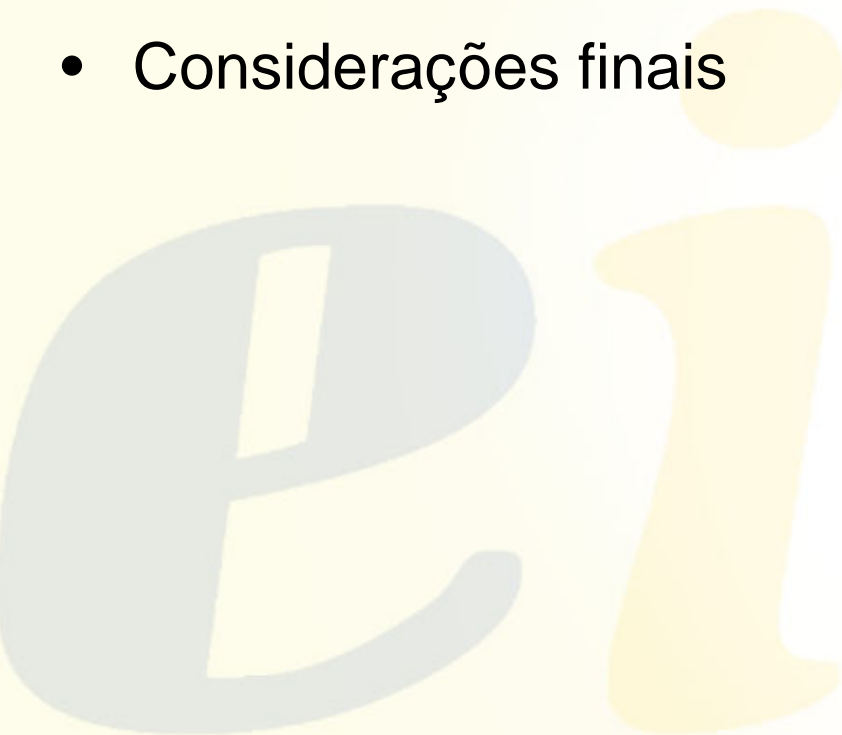
- Glossário
- Exemplos
- Casos
- Links
- Saiba mais
- Guia para aplicação
- (ANOVA)



Método X



- Introdução
- Metodologia Seis sigma
- Design for Six Sigma
- Projeto SAATE
- Resultados
- **Considerações finais**





- Aprimorar o modelo – Seqüência de perguntas;
- Aprimorar o modelo com exemplos, casos;
- Expandir o modelo para os demais escopos;
- Teste com empresas – em projetos Seis Sigma e DFSS



- tahara@sc.usp.br

