PRO5778 - Planejamento e Gestão da Qualidade

Prof. Fernando Berssaneti

fernando.berssaneti@usp.br

CEP e 6Sigma

Prof. Dr. Fernando Berssaneti

fernando.berssaneti@usp.br

CEP e o 6 Sigma

Controle Estatístico de Processo - CEP

O CEP, gráfico de controle, ou carta de controle, funciona como um "sensor", permitindo que se acompanhe o andamento de um processo ao longo do tempo com o intuito de monitorar e identificar as causas das variações na qualidade de um produto ou serviço.

Fontes de variações em processos

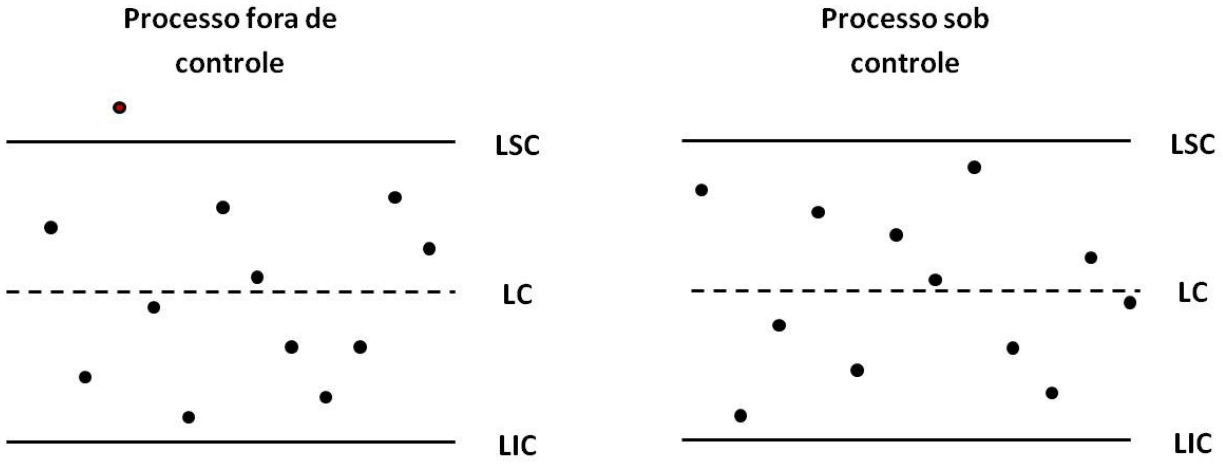
A variação devida a **Causas Comuns**, também denominada de **Causas Aleatórias**, é inevitável e, fatalmente, ocorre em qualquer processo, mesmo que a operação seja executada com o uso de matérias-primas e métodos padronizados.

Fontes de variações em processos

A variação devida a **Causas Especiais**, também denominada de **Causas Assinaláveis**, indica que existem fatores relevantes a serem investigados. São variações que devem ser evitadas e não podem ser negligenciadas: existem casos gerados pelo uso de material inadequado, falta de preparo da mão de obra, não cumprimento de padrões ou aplicação de padrões inadequados.

CEP - representação

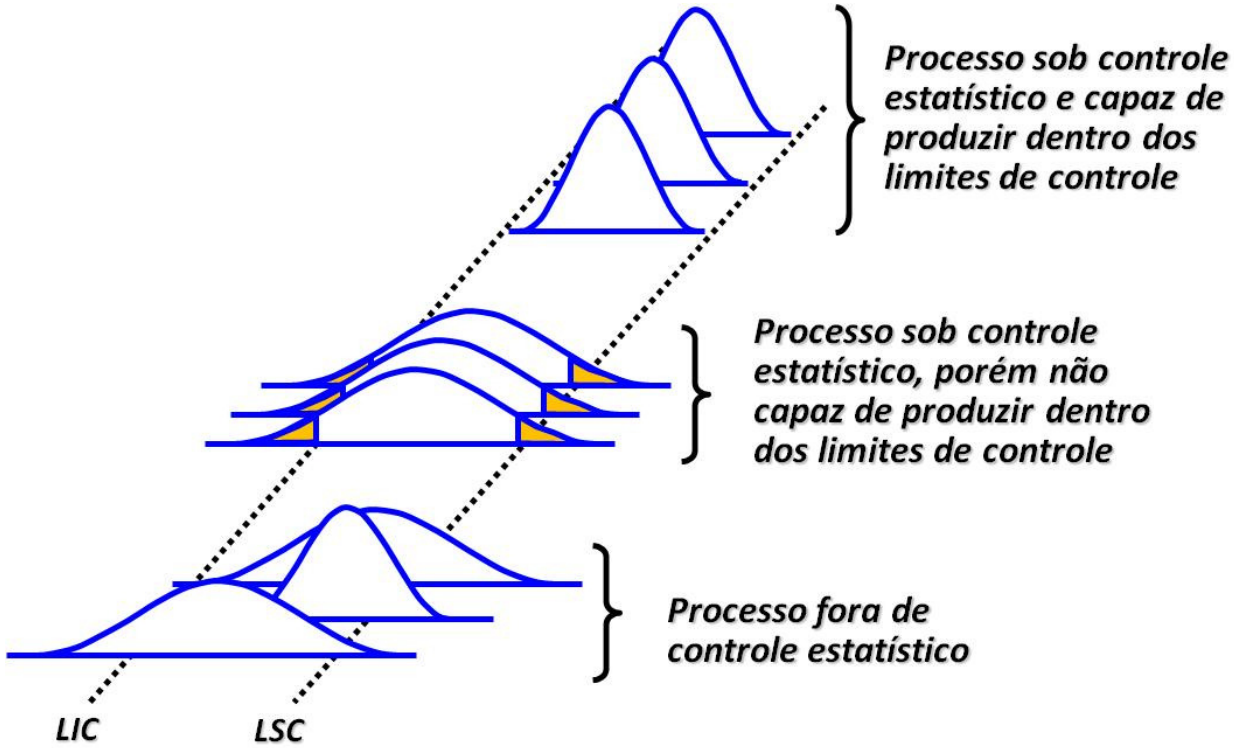
Um gráfico de controle consiste em uma linha central, também denominada de limite médio, um par de limites de controle, superior e inferior, e valores característicos marcados no gráfico representando o estado de um processo.



CUIDADO

- ✓ Esses limites de controle (LSC e LIC) são definidos a partir dos dados coletados e da aplicação de técnicas estatísticas. A função dessas linhas de referência é facilitar a análise e compreensão das possíveis causas de variação verificadas em um processo.
- ✓ LSC ≠ LSE
- ✓ LIC ≠ LIE

CEP


Processo sob controle estatístico e capaz de produzir dentro dos limites de controle
Processo sob controle estatístico, porém não capaz de produzir dentro dos limites de controle
Processo fora de controle estatístico
LIC
LSC

Capacidade de processo

Processo não capaz: “a dispersão do processo é maior do que a tolerância permitida pelos limites de especificação.”

Processo capaz: “a dispersão do processo se enquadra na tolerância permitida pelos limites de especificação.”

6 Sigma

O que é 6 Sigma

A organização que possui desempenho 6 Sigma demonstra uma das seguintes definições:

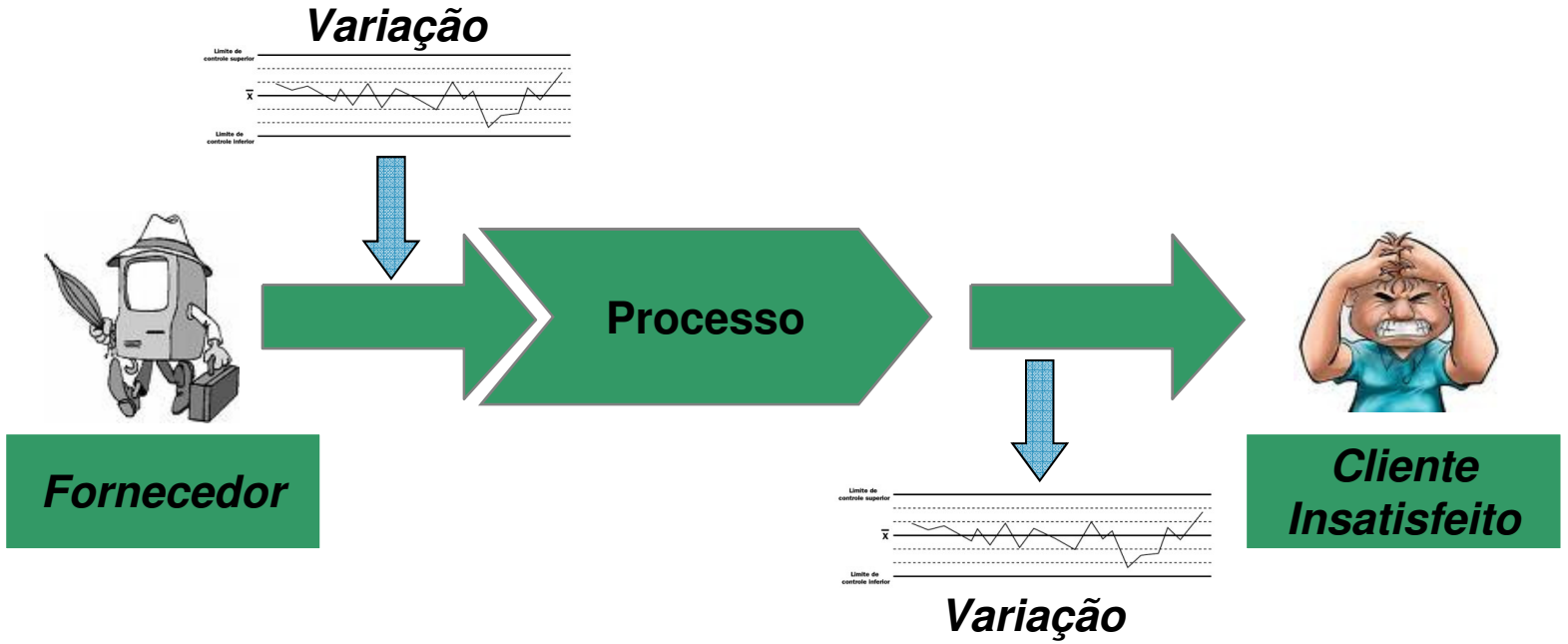
- o número de desvios-padrão que cabem entre o centro e o limite de especificação é 6; ou
- A medida do número de defeitos em relação à oportunidade de defeitos produzidos por um processo é de 3,4 defeitos por 1 milhão de oportunidades de defeitos.

Sigma – medida estatística

Métrica do negócio usada para indicar o desempenho do processo em relação a determinada especificação.

O termo 6 Sigma se refere à medida de capabilidade (capacidade) do processo.

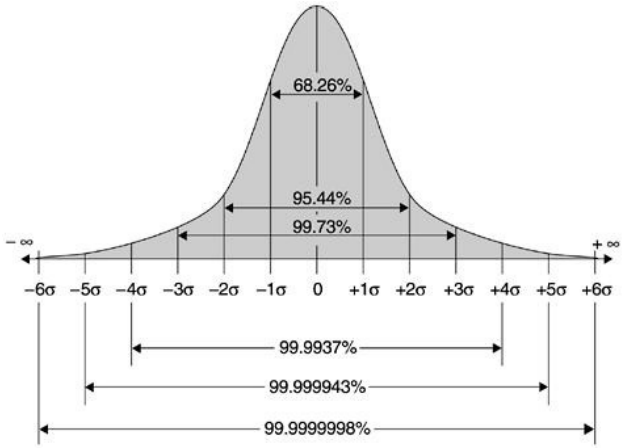
6 Sigma



Variações nas características críticas do produto ou serviço causam insatisfação nos clientes. O foco de todo e qualquer Programa da Qualidade é reduzir ao máximo essas variações.

6 Sigma

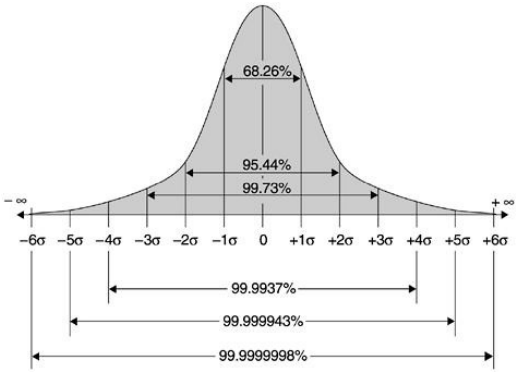
Um grande número de estudos estatísticos sobre produção e qualidade podem utilizar a distribuição normal. Esta teoria estatística pode ser aplicada no controle de falhas do processos, produtos ou serviços.



6 Sigma X Defeitos X Cpk

Nível Sigma	PDMO*	PDMO*	Cpk	
1σ	691.460	69%	0,33	Não Competitivo
2 σ	308.537	31%	0,67	
3 σ	66.807	6,8%	1,00	Competitivo
4 σ	6.210	0,62%	1,33	
5 σ	233	0,023%	1,67	Classe Mundial
6 σ	3,4	0,00034%	2,00	

Distribuição Normal



*Defeitos Por Milhões de Oportunidade

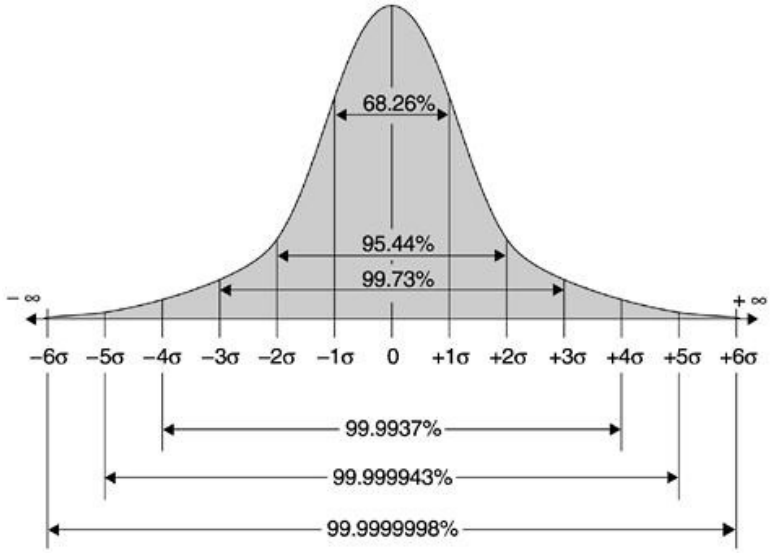
Processo Convencional

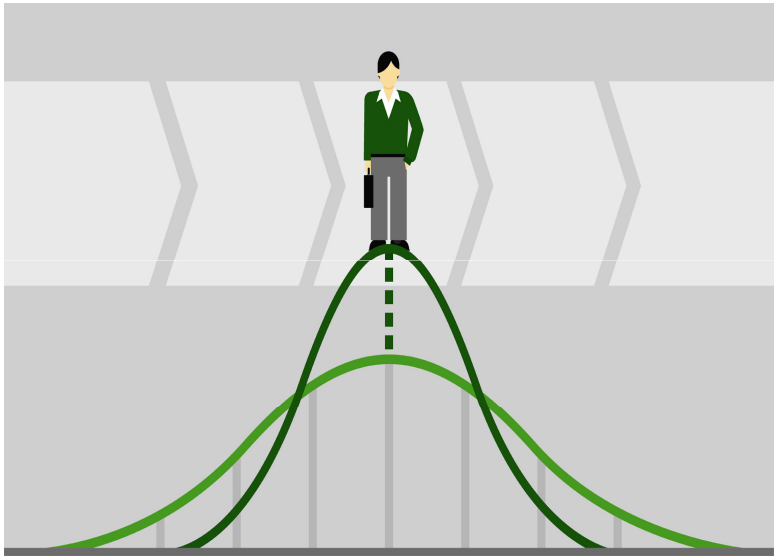
Índice	Equação	Interpretação
Cp	$\frac{(LSE - LIE)}{6\sigma}$	Se o valor de Cp for inferior a 1, o processo é considerado “não capaz”. Na prática, adota-se o valor mínimo de 1,3 para se afirmar que um processo é capaz.
Cpk	Menor valor entre: $\frac{(LSE - \bar{\bar{X}})}{3\sigma}$ e $\frac{(\bar{\bar{X}} - LIE)}{3\sigma}$	Índice utilizado para avaliar se a média do processo está centrada com o valor alvo. Na prática, adota-se o valor mínimo de 1,33 para se afirmar que a média do processo está centralizada.

Processo Convencional - 99% de produtos bons

- 25 reservas incorretas de carro por companhia por mês;
- 12 acidentes aéreos a cada 1200 decolagens;
- 15 minutos por dia de água não potável;
- 5.000 cirurgias incorretas por semana;
- 200.000 receitas médicas incorretas por ano;
- 7 horas de falta de energia elétrica por mês;
- 5 mensagens de e-mail perdidas por mês;
- 3,5 horas sem TV a cabo por mês;
- 15.000 pacotes de sedex perdidos por semana.

6 Sigma - busca



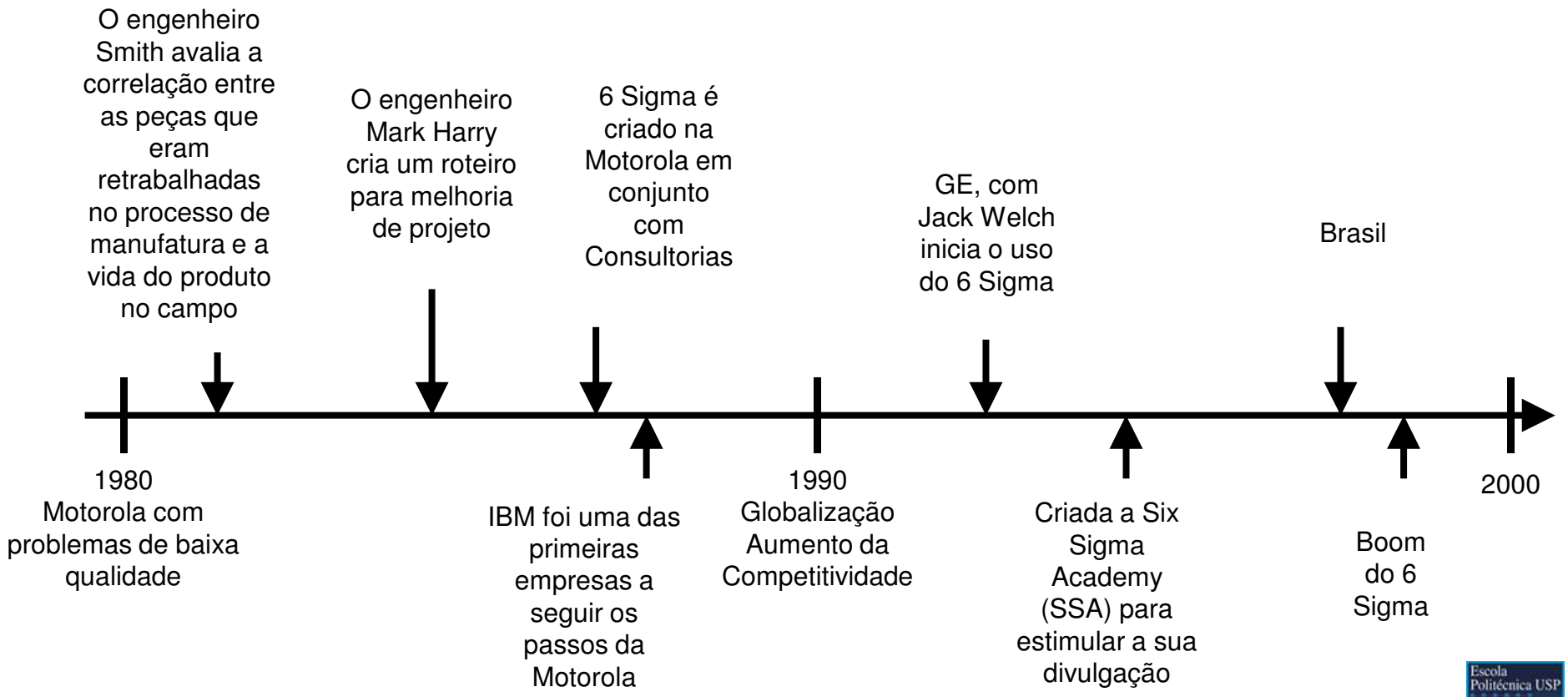


Processo 6 Sigma - 99,99966% bom

- 7 itens perdidos por hora pelo correio;
- 1 minuto de água não potável a cada 7 meses;
- 2 cirurgias incorretas por semana;
- 1 aterrissagem incorreta a cada 5 anos num grande aeroporto;
- 68 receitas médicas incorretas por ano;
- 1 hora de falta de energia elétrica a cada 34 anos.

6 Sigma – histórico

Histórico - 6 Sigma (aproximado)



GE – números divulgados

- GE Medical Systems: o tempo de diagnóstico de um scanner foi reduzido de 3 minutos para 17 segundos.
- GE Plastics: aperfeiçoamento de um processo de produção de plástico aumentou o faturamento e possibilitou o fechamento de um contrato com a Apple.
- Aumento de 59% no giro de estoque;
- Em 4 anos a GE economizou mais de US$1,5 bilhão com o programa 6 Sigma.

Por que adotar?

- Para melhorar o negócio
  - ✓ Resolução de Problemas
  - ✓ Tomada de Decisão com base em Fatos
- Para aumentar a eficácia dos investimentos
  - ✓ Diminuir custos de falhas, defeitos, etc
  - ✓ Aumentar produtividade
  - ✓ Aumentar valor da empresa no mercado
- Para melhorar o relacionamento com clientes
  - ✓ Aumentar vendas
  - ✓ Vencer a concorrência

Autor: Prof. Dr. Alberto W. Ramos

Complementando...

Seis Sigma é:

- Um mapa geral que ajuda a integrar as ferramentas e métodos de solução de problemas, visando a melhoria;
- Pode ser aplicado a todo tipo de processo: suporte ou negócio;
- A metodologia é aplicada por todos, não só por especialistas;
- Aplicação intensiva do pensamento estatístico na empresa, com foco nas ferramentas básicas da qualidade e, quando necessário, ferramentas mais complexas.

Características do Seis Sigma

- Formação de especialistas dentro da própria empresa (Black Belts e Green Belts);
- União de várias ferramentas;
- Enfoque na aplicação prática dos conceitos, com projetos em equipe;
- Acompanhamento financeiro dos resultados;
- Acompanhamento da performance dos processos através de métricas consistentes;
- Gerenciamento baseado em fatos e dados;
- Participação ativa da Liderança;
- Foco no cliente e em melhoria contínua;
- Todas as áreas devem ser envolvidas.

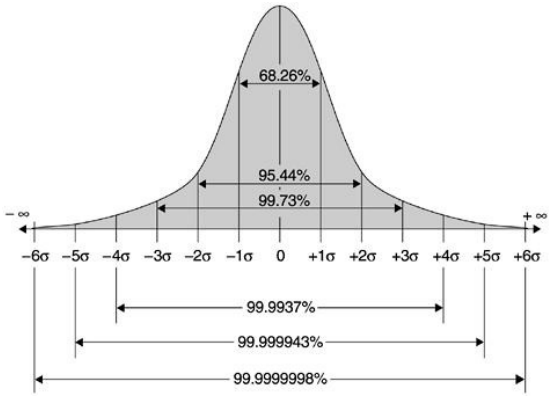
Autor: Prof. Dr. Alberto W. Ramos

Cálculo dos Defeitos Por Milhões de Oportunidade

Como calcular os 3.4 defeitos?

- Na estatística a letra sigma (σ) é utilizada para designar o desvio padrão, um valor que representa a variabilidade existente em um processo.

- Se os limites de especificação estão a uma "distância" de 3 desvios padrão de cada "lado" do valor nominal, ou alvo, ela produzirá cerca de 99,73% deles com qualidade e o resto será refugo ou retrabalho.

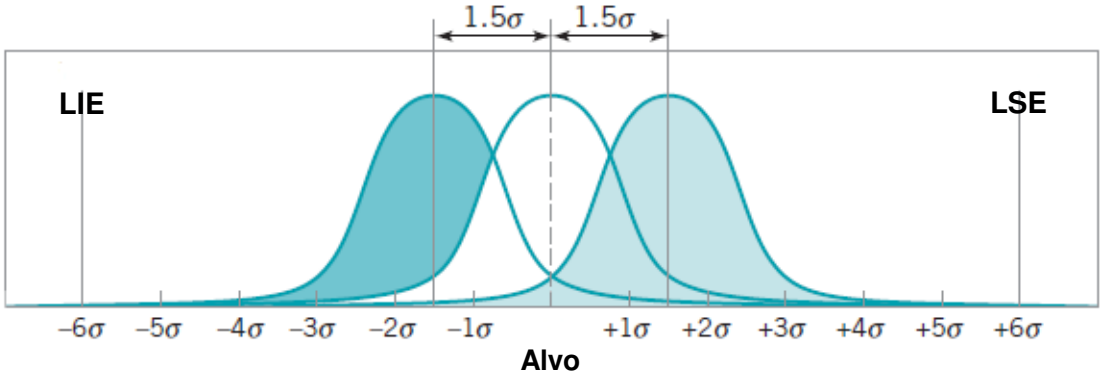


Como calcular os 3.4 defeitos?

Em um processo seis sigma “precisa caber” 6 desvios padrão (σ) entre as especificações, ao invés de 3.

O processo precisa ter variabilidade pequena. Contudo, mesmo um processo considerado estável está sujeito a perturbações.

As perturbações podem desloca-lo até 1,5 desvio padrão do seu alvo.



Como calcular os 3.4 defeitos?

- Um processo 6 sigma é aquele em que entre o limite inferior de especificação e o superior de especificação existe 4.5 sigmas para cada lado do valor nominal, o que resulta em 3.4 ppm.
- Usar função do Excel (=DIST.NORMP.N(Z;1);
- $6\,\sigma - 1{,}5\,\sigma = 4{,}5\,\sigma \Rightarrow$ Tabela Normal: Z(4,5) = 0,999996602327;
- DPMO = (1.000.000 * (1 - 0,999996602327)) = 3,4.

EQUIPE 6 SIGMA

Estrutura

- O capital humano é um dos principais pilares de sustentação da estratégia seis sigma.
- As ideias e a forma como são conduzidos os projetos estão nas mãos das pessoas, da sua criatividade, do seu comportamento e de suas atitudes.
- O programa seis sigma tem uma estrutura bem definida, que possibilita o desenvolvimento de um plano de carreira sustentado nos resultados dos projetos desenvolvidos na organização.

Estrutura

- A estrutura independe do organograma da empresa;
- A equipe é formada para a condução e desenvolvimento dos projetos seis sigma.
- Quanto maior o resultado dos projetos, maior a possibilidade de crescimento profissional na hierarquia da estrutura da equipe seis sigma.

Estrutura

- SPONSOR - PATROCINADOR - EXECUTIVO LÍDER
  - ✓ São membros da diretoria ou da alta administração;
  - ✓ Definem as diretrizes da estratégia seis sigma (top down - de cima para baixo);
  - ✓ Incentiva as iniciativas do seis sigma;
  - ✓ Verifica os benefícios financeiros dos projetos;
  - ✓ Seleciona os CAMPEÕES (champions);
  - ✓ Responsável pela implantação do seis sigma.

Estrutura

- CHAMPIOM – CAMPEÃO
  - ✓ Em geral, são diretores e gerentes relacionados à alta administração;
  - ✓ Direcionam o programa seis sigma;
  - ✓ Identificam os projetos de melhoria;
  - ✓ Organizam a implementação do seis sigma por toda a organização;
  - ✓ Determinam quem irá disseminar os conhecimentos sobre o seis sigma.

Estrutura

- MASTER BLACK BELT – MESTRE FAIXA PRETA
  - ✓ Consultor ou profissional da empresa;
  - ✓ Possui elevado grau de conhecimento em estatística e ferramentas para os projetos seis sigma;
  - ✓ Atuam em tempo integral com as seguintes funções:
  - ✓ orientar os BLACK BELTS;
  - ✓ assessorar os CHAMPIONS na escolha de projetos;
  - ✓ treinar os GREEN BELTS;
  - ✓ responsável pela criação de mudanças na organização;
  - ✓ é responsável pela estratégia, treinamento e desenvolvimento dos BLACK BELTS;
  - ✓ Fornece auxílio no uso de ferramentas estatísticas e de qualidade adequadas.

Estrutura

- BLACK BELT - FAIXA PRETA
  - ✓ Assumem importantes funções com dedicação em tempo integral;
  - ✓ Atuam como agentes de mudança;
  - ✓ São responsáveis pela condução dos projetos estratégicos, envolvendo diferentes áreas e com significativo impacto financeiro;
  - ✓ Disseminam o conhecimento seis sigma pela empresa;
  - ✓ Orientam, lideram e treinam os GREEN BELTS.

Estrutura

- GREEN BELT - FAIXA VERDE
  - ✓ Dedicam tempo parcial aos projetos seis sigma e recebem um treinamento mais simples do que o do Black belts.
  - ✓ Suas funções são:
    - São líderes de equipe em projetos funcionais;
    - Auxiliar os BLACK BELTS na coleta de dados e no desenvolvimento dos projetos;
    - Liderar pequenos projetos de melhoria;
    - Fornecem suporte à implantação e aplicação das ferramentas seis sigma.

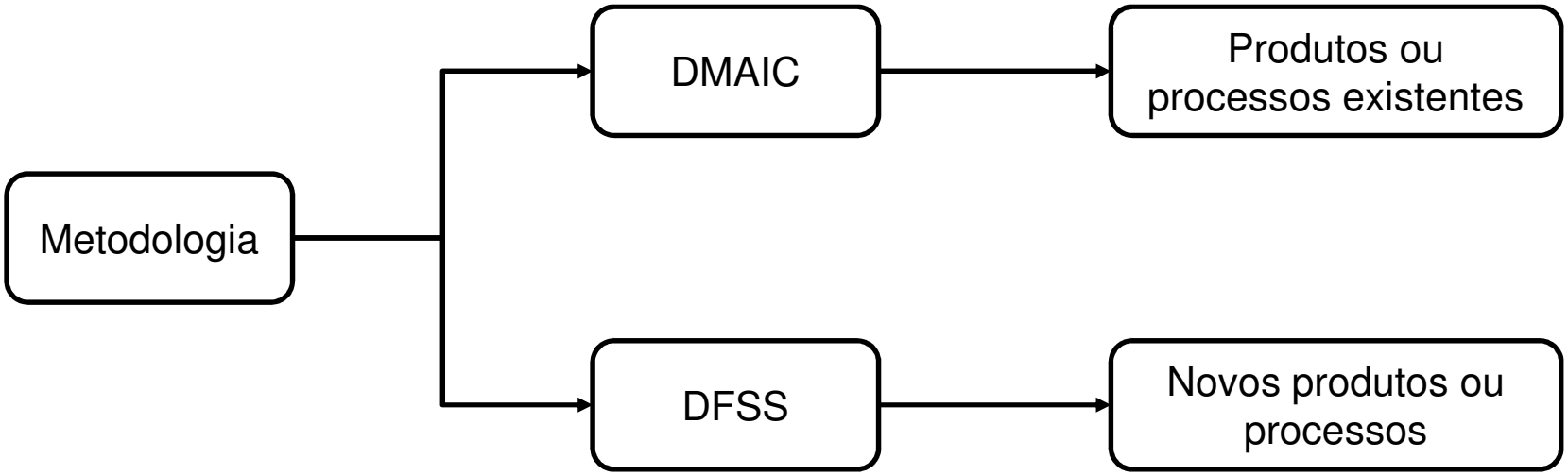
Estrutura

- WHITE BELT - FAIXA BRANCA
  - ✓ Profissionais com dedicação de tempo parcial aos projetos;
  - ✓ Apoiam os GREEN BELTS na implementação dos projetos no nível operacional.

PROJETO 6 SIGMA

Método

Para conduzir um projeto de melhoria de produtos e processos existentes, o projeto seis sigma deve seguir o método estruturado DMAIC.



Seis Sigma

D	M	A	I	C

Características

- ✓ *Formação de especialistas dentro da própria empresa (Black Belts e Green Belts);*
- ✓ *União de várias ferramentas;*
- ✓ *Enfoque na aplicação prática dos conceitos, com projetos em equipe;*
- ✓ *Acompanhamento financeiro dos resultados;*
- ✓ *Acompanhamento da performance dos processos através de métricas consistentes;*
- ✓ *Gerenciamento baseado em fatos e dados;*
- ✓ *Participação ativa da Liderança;*
- ✓ *Foco no cliente e em melhoria contínua;*
- ✓ *Todas as áreas devem ser envolvidas.*

Contexto

D ✓ *Definir as oportunidades*
O que é importante?

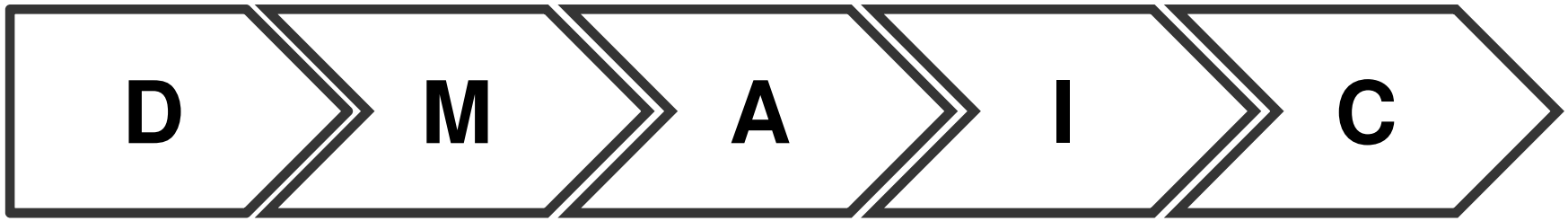
M ✓ *Medir o desempenho*
Como estamos?

A ✓ *Analisar as oportunidades*
O que está errado?

I ✓ *Melhorar o desempenho*
O que precisa ser feito?

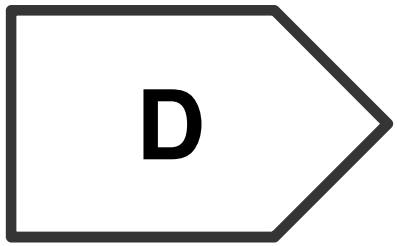
C ✓ *Controlar o desempenho*
Como o desempenho é garantido?

Método



D	M	A	I	C
Definir as oportunidades. Priorizar entre os muito triviais os pouco vitais.	Medir o desempenho Avaliar o sistema de medição. Capacidade do Processo.	Analisar as oportunidades Analisar os dados (estatística). Analisar o processo (engenharia).	Melhorar o desempenho Implantar as melhorias planejadas (plano de ação).	Controlar o desempenho Garantir que as melhorias implantadas não sejam perdidas.

Método



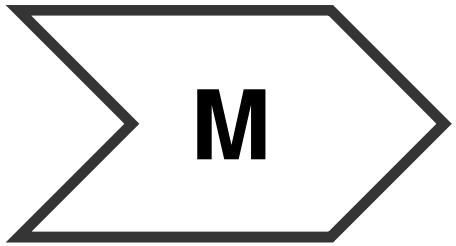
Definir as oportunidades.

Priorizar entre os muito triviais os pouco vitais.

Nesta etapa, delimita-se o objetivo do projeto, para identificar o problema no processo ou produto que necessita de melhoria.

Um questionamento a ser respondido é: qual é o problema?

Método



Medir o desempenho

Avaliar o sistema de medição.

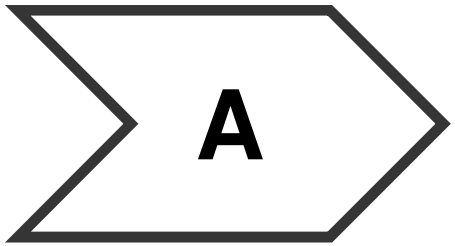
Capacidade do Processo.

Identificar os pontos críticos do processo ou produto para a medição do indicadores de desempenho.

Selecionar as características do produto, mapear os processos e fazer as medições necessárias.

A pergunta em foco pode ser essa: qual a intensidade e o contexto do problema em foco?

Método



Analisar as oportunidades

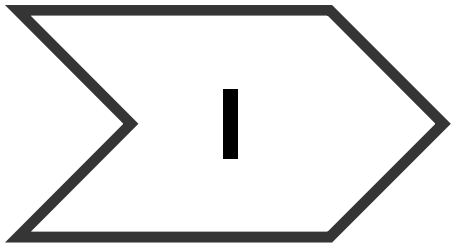
Analisar os dados (estatística).

Analisar o processo (engenharia).

Analisar os dados coletados na etapa anterior, para entender o que pode ter causado esse problema e qual o seu impacto.

Realizar benchmarking dos produtos e processos chaves, bem como suas métricas com outros setores ou filiais da empresa e com os concorrentes do ramo.

Método



Melhorar o desempenho

Implantar as melhorias planejadas (plano de ação).

Propor, planejar e implantar as melhorias.

É importante que estejam claros as especificações, orçamento, prazos, responsáveis e recursos necessários.

Método

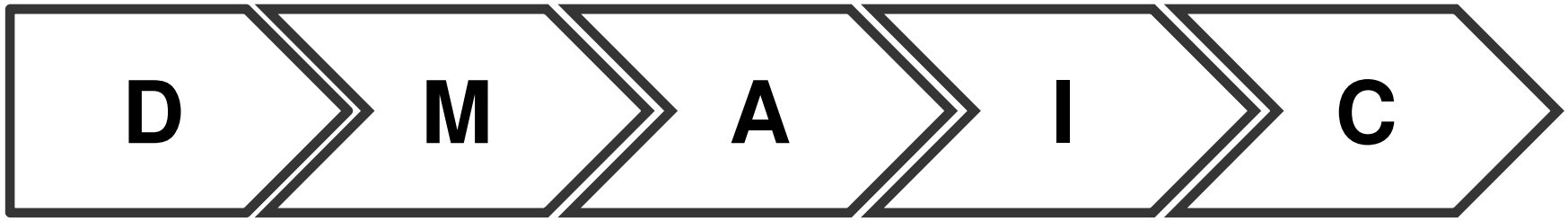
C

Controlar o desempenho

Garantir que as melhorias implantadas não sejam perdidas.

Documentar e monitorar via controle estatístico de processo os resultados do projeto, verificando se as soluções implantadas trouxeram os ganhos esperados e se estas mudanças realmente foram incorporadas à rotina do processo produtivo.

DMAIC e Ferramentas



D	M	A	I	C
✓Seleção de projetos; ✓Project Charter; ✓Mapa do Processo; ✓Desdobramento da voz do cliente; ✓Voz do Cliente; ✓Diagrama de Kano; ✓Diagrama de Pareto; ✓Gráficos de Controle; ✓Gráficos lineares.	✓Histograma; ✓Estatística básica; ✓Estudos de capacidade; ✓Capacidade Sigma; ✓Indicadores de produtividade; ✓Dimensionamento de amostras.	✓FMEA; ✓5 Por quês; ✓Análises gráficas; ✓Mapa detalhado do processo; ✓Teste de hipóteses; ✓Analise de variância; ✓Correlação e Regressão.	✓D.O.E.; ✓Plano de Ação; ✓Benchmarking; ✓Seleção de alternativas; ✓Regressão múltipla; ✓Simulação; ✓Projeto Piloto; ✓FMEA.	✓Procedimentos; ✓Treinamento; ✓Plano de Controle; ✓Padronização; ✓Gráficos de Controle; ✓Auditorias de Processo.

Autor: Prof. Dr. Alberto W. Ramos