



ENGENHARIA DE QUALIDADE

Aula 11 - CEP e o Seis Sigma

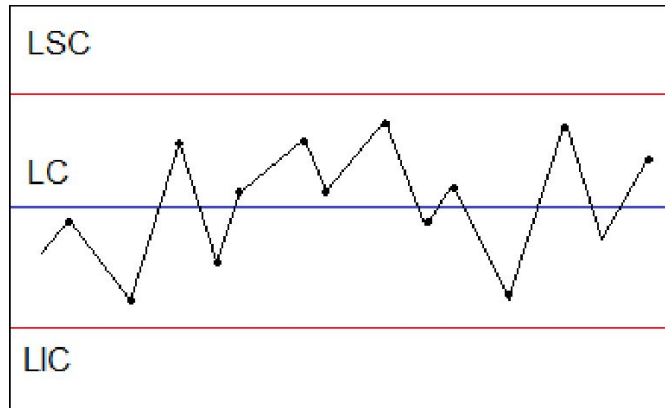
Professor: Douglas Aquino Moreno



01

Controle Estatístico de Processo - CEP

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 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



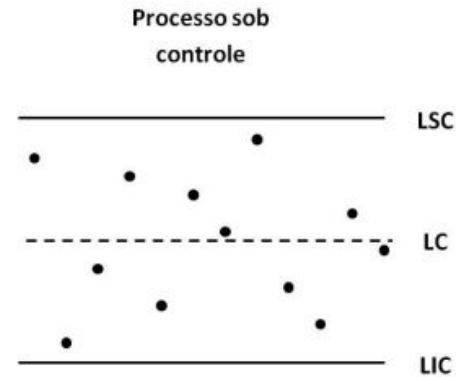
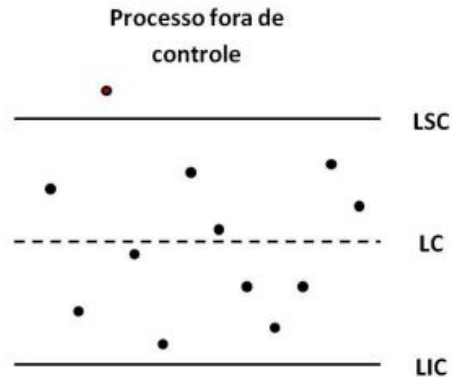
A variação devida a Causas Especiais, também denominada de Causas Assinaláveis, indica que existem fatores relevantes a serem investigados. São variações que devem ser evitadas e não podem ser negligenciadas: existem casos gerados pelo uso de material inadequado, falta de preparo da mão de obra, não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





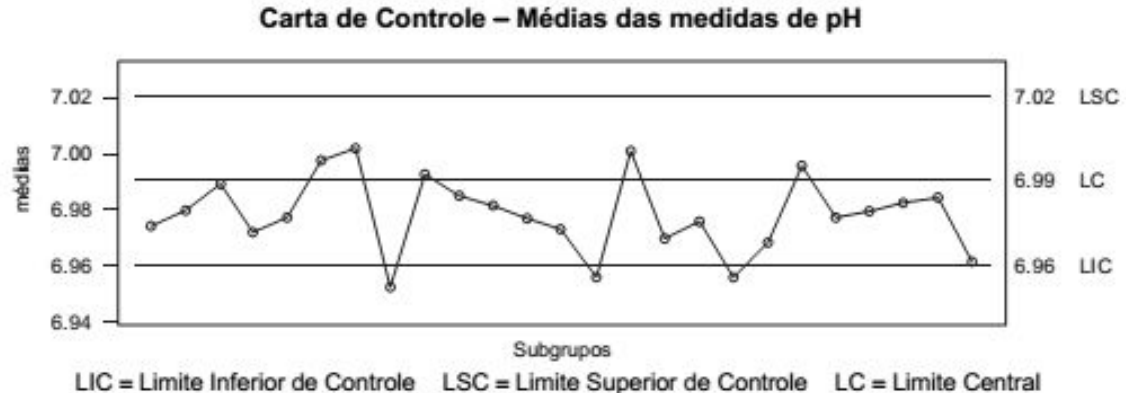
CUIDADO

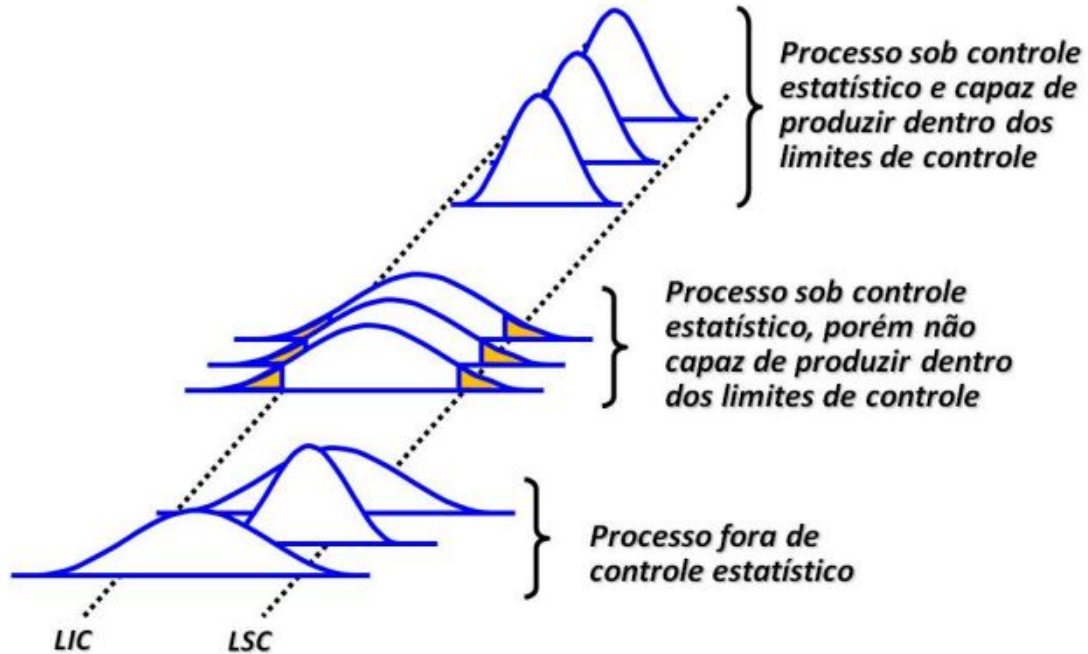


Esses limites de controle (LSC e LIC) são definidos a partir dos dados coletados e da aplicação de técnicas estatísticas. A função dessas linhas de referência é facilitar a análise e compreensão das possíveis causas de variação verificadas em um processo.

LSC \neq LSE

LIC \neq LIE



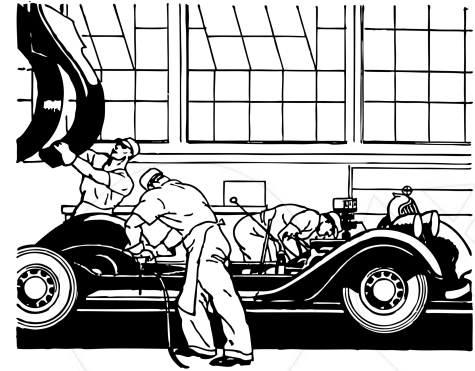




Capacidade de processo



- **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.”

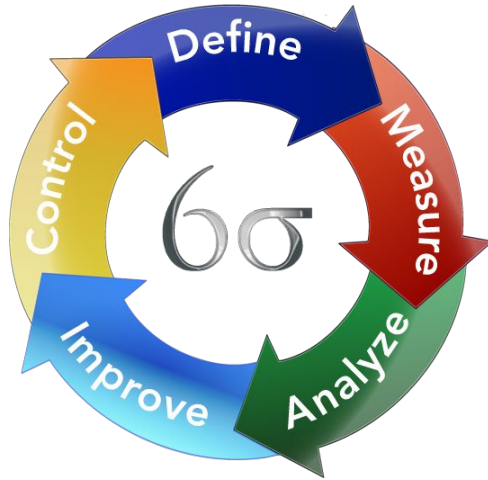


02

Seis 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

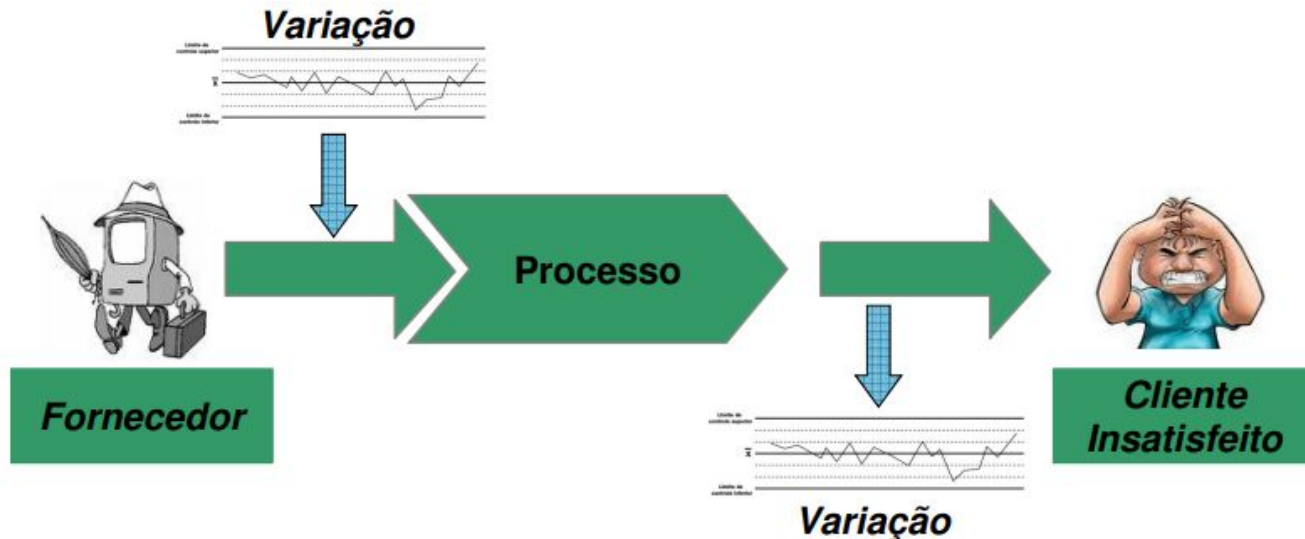


S
SIGMA
X

- Métrica do negócio usada para indicar o desempenho do processo em relação a determinada especificação.
- O termo 6 Sigma se refere à medida de capacidade (capacidade) do processo.

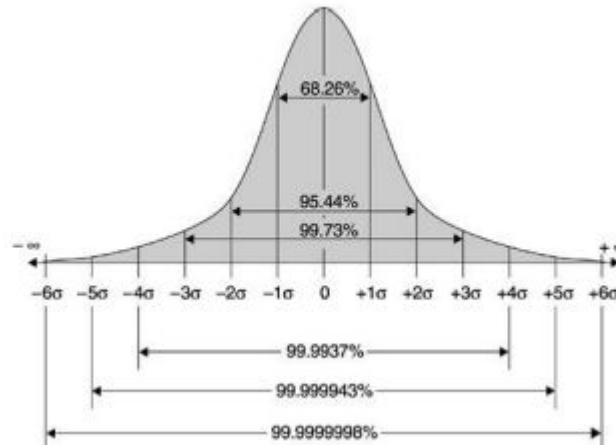
6 Sigma

- 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

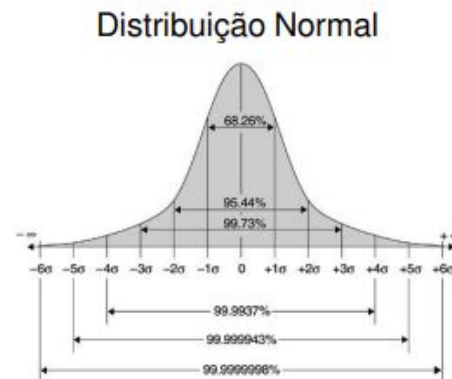
- Um grande número de estudos estatísticos sobre produção e qualidade podem utilizar a distribuição normal. Esta teoria estatística pode ser aplicada no controle de falhas do processos, produtos ou serviços.



6 Sigma X Defeitos X Cpk



Nível Sigma	PDMO*	PDMO*	Cpk		
1 σ	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		



*Defeitos Por Milhões de Oportunidade

Processo Convencional



Índice	Equação	Interpretação
Cp	$\frac{(LSE - LIE)}{6\sigma}$	<p>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.</p>
Cpk	<p>Menor valor entre:</p> $\frac{(LSE - \bar{X})}{3\sigma} \text{ e } \frac{(\bar{X} - LIE)}{3\sigma}$	<p>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.</p>



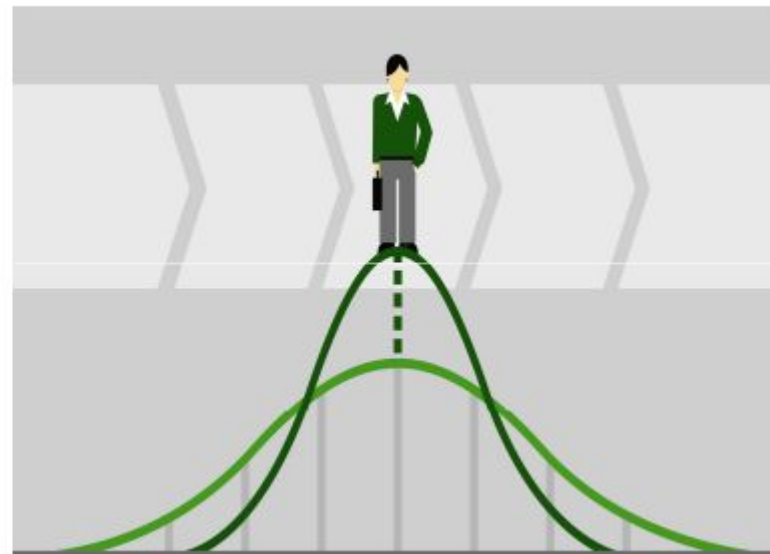
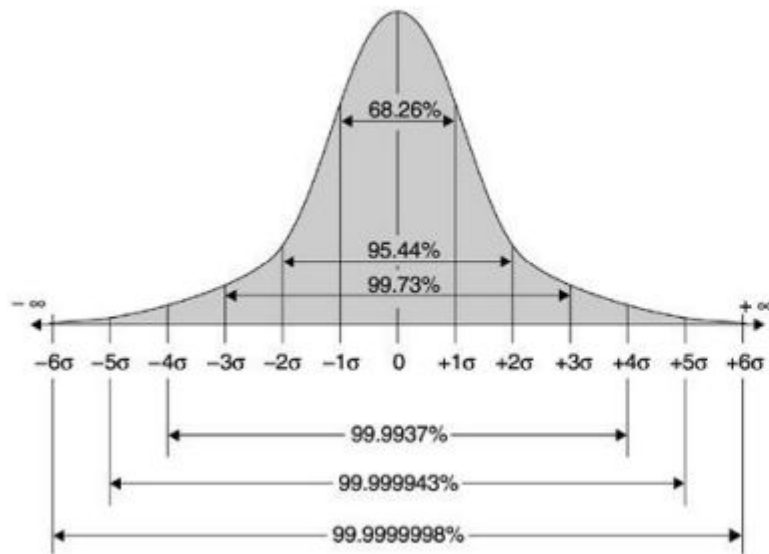
Processo Convencional - 99% de produtos bons



- 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





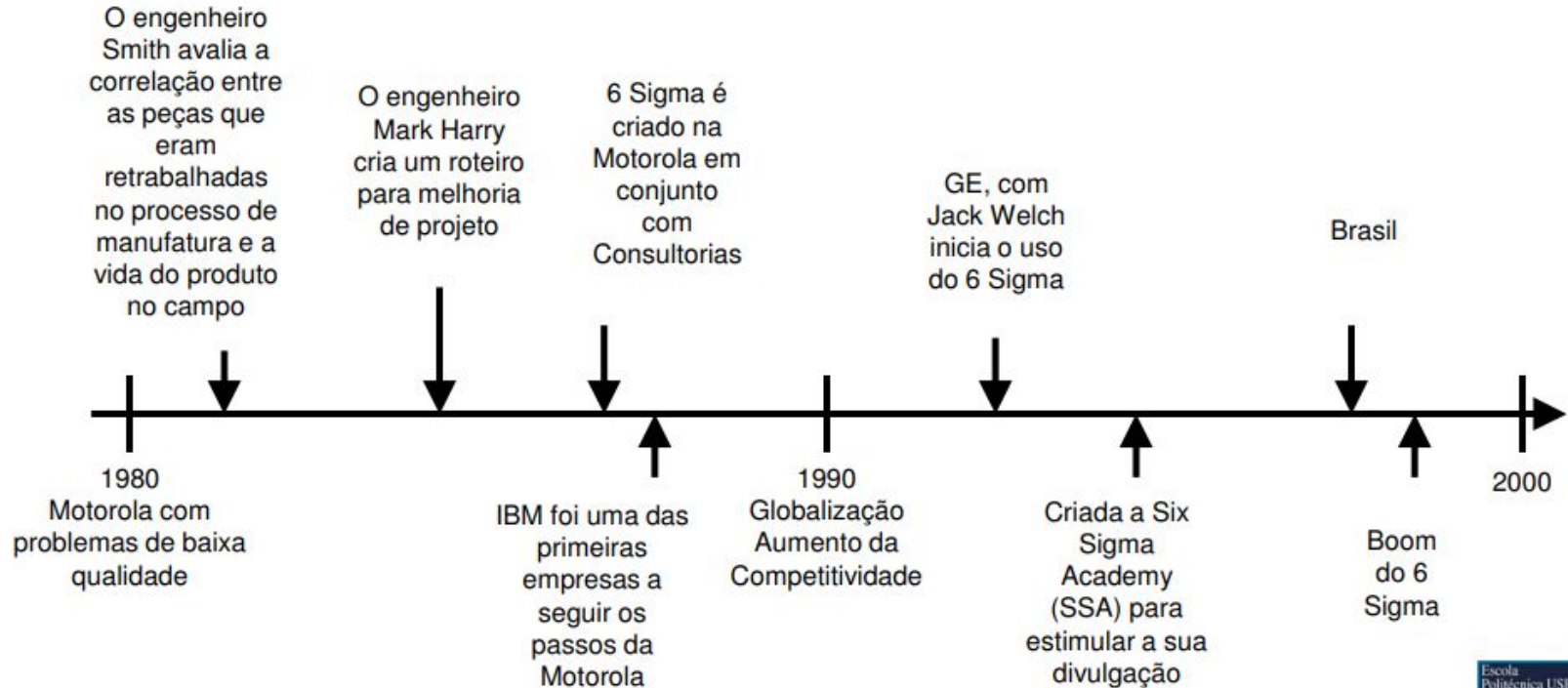
Processo 6 Sigma - 99,99966% bom



- 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.



Histórico - 6 Sigma (aproximado)





GE – números divulgados



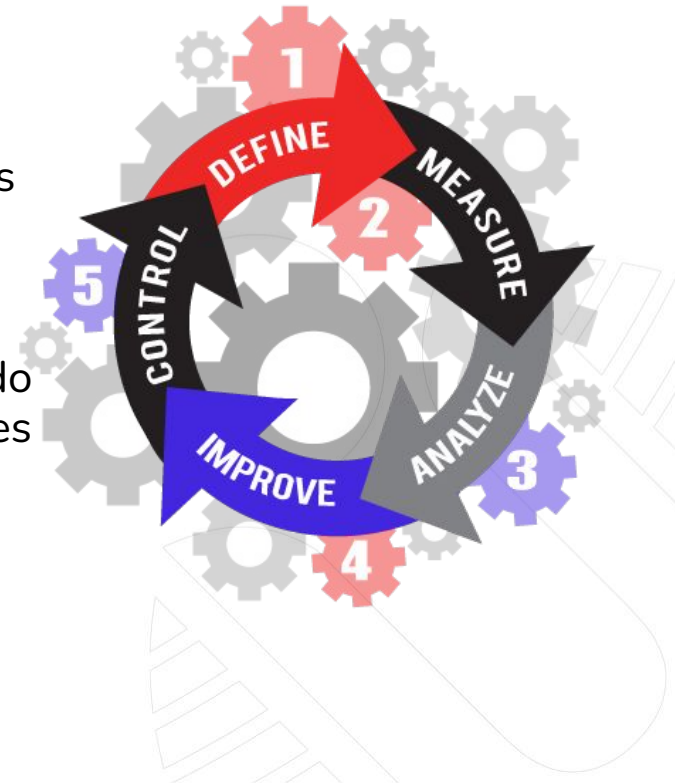
- GE Medical Systems: o tempo de diagnóstico de um scanner foi reduzido de 3 minutos para 17 segundos.
- GE Plastics: aperfeiçoamento de um processo de produção de plástico aumentou o faturamento e possibilitou o fechamento de um contrato com a Apple.
- Aumento de 59% no giro de estoque;
- Em 4 anos 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





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



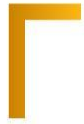
- Formação de especialistas dentro da própria empresa (Black Belts e Green Belts);
- União de várias ferramentas;
- Enfoque na aplicação prática dos conceitos, com projetos em equipe;
- Acompanhamento financeiro dos resultados;
- Acompanhamento da performance dos processos através de métricas consistentes;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



Estrutura



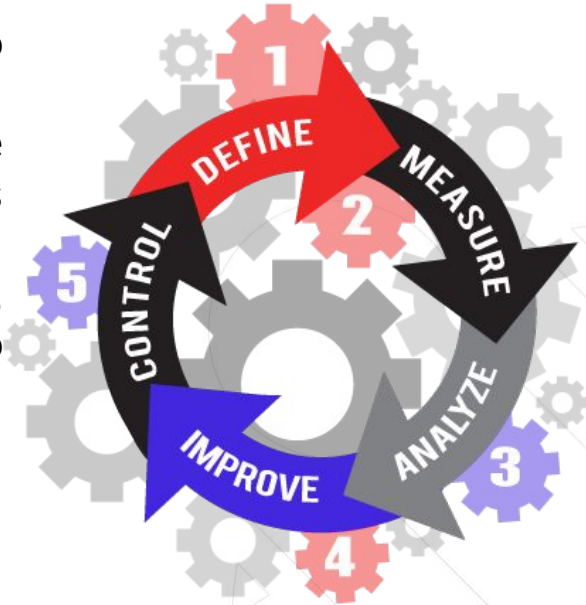
- O capital humano é um dos principais pilares de sustentação da estratégia seis sigma.
- As ideias e a forma como são conduzidos os projetos estão nas mãos das pessoas, da sua criatividade, do seu comportamento e de suas atitudes.
- O programa seis sigma tem uma estrutura bem definida, que possibilita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



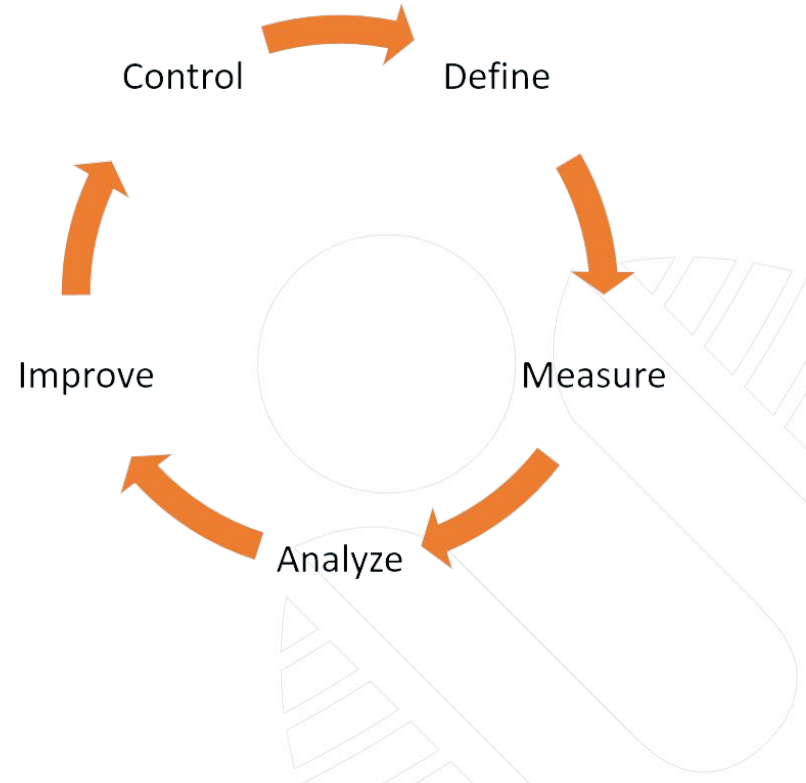
- **GREEN BELT - FAIXA VERDE**

- 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.

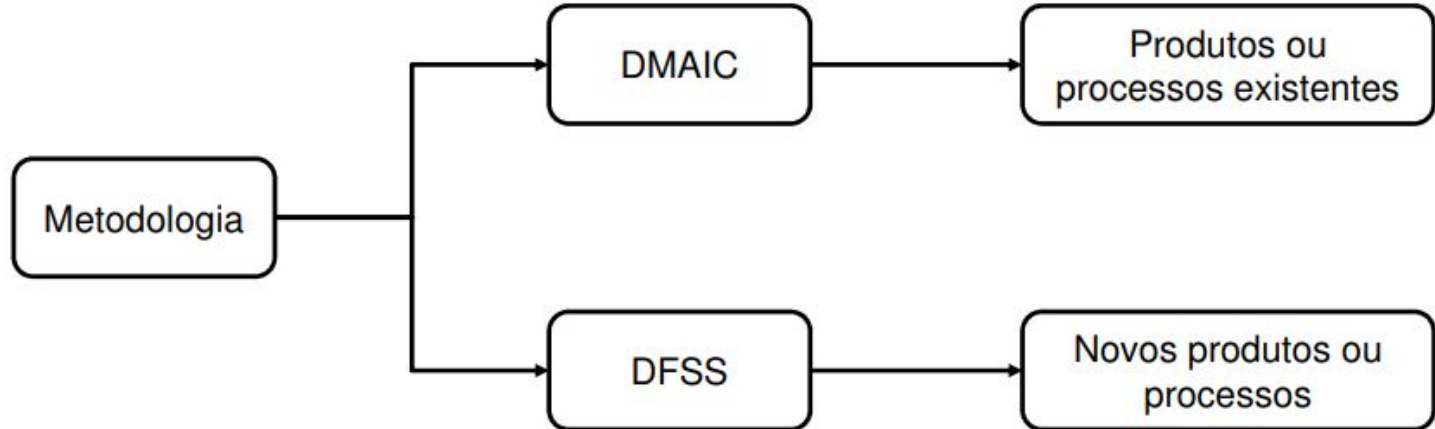




Método



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





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
- 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.





Seis Sigma



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



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

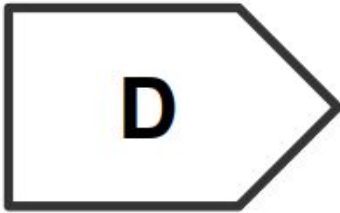
Implantar as melhorias planejadas (plano de ação).

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.

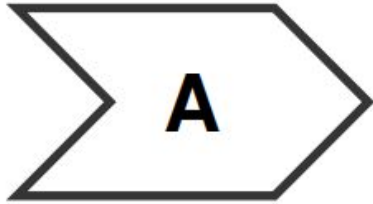
Identificar os pontos críticos do processo ou produto para a medição do indicadores de desempenho.

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).

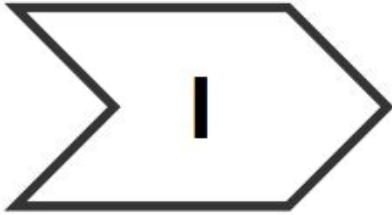
Analisar o
processo
(engenharia).

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



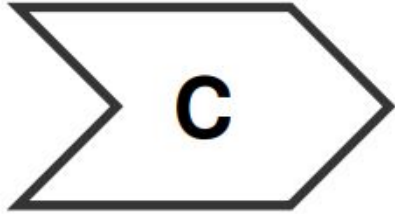
Melhorar o
desempenho

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



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



- ✓ 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;
- ✓ Análise 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.

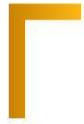
Autor: Prof. Dr.
Alberto W. Ramos



Exemplos:



- Uma indústria química pode utilizar a filosofia Seis Sigma para aumentar o percentual de eficiência de um biorreator; uma metalúrgica, para diminuir a porcentagem de sucata na produção de aço; uma panificadora pode aplicá-la para reduzir a variabilidade do peso dos pães e os tempos de fabricação.
- Como você pode ver, esta metodologia tem inúmeras aplicações e tem sido cada vez mais utilizada, principalmente em momentos de crise, quando é necessário reduzir custos e otimizar resultados



Como funciona a metodologia Seis Sigma?



- De forma geral, a Seis Sigma funciona por meio da definição de metas e aplicação de projetos específicos para alcançar essas metas. O sucesso do programa vai depender da mobilização e participação de toda a organização.
- A metodologia usa a estratégia: Definir – Mensurar – Analisar – Incrementar – Controlar (DMAIC). Sendo:



Como funciona a metodologia Seis Sigma?



Metodologia Seis Sigma



Definir metas claras e as melhorias almejadas.



Mensurar: entender 100% como acontece cada processos e suas características.





Como funciona a metodologia Seis Sigma?



3

Analisar o sistema atual com objetivo de identificar como eliminar a lacuna entre os números atuais.



4

Incrementar: você vai melhorar o sistema e não realizar mudanças estruturais.



5

Controlar para garantir que as metas alcançadas serão mantidas a longo prazo.





Como funciona a metodologia Seis Sigma?



- Para entender melhor, imagine a produção de uma porca. De cada 100 porcas, 99 são ótimas e 1 está fora dos padrões. Ou seja, 99% de eficiência. Se você faz 100 mil porcas em 8 horas, você produz 1 mil porcas fora dos padrões, um nível inaceitável. A Seis Sigma permite melhorar essa eficiência e reduzir ainda mais as perdas.
- A Seis Sigma é uma estratégia gerencial quantitativa, estruturada e disciplinada. Quantitativa, pois trabalha com estatística baseada em dados. Estruturada, pois utiliza o método DMAIC. Disciplinada, pois exige um tempo mínimo de dedicação em função de um bom resultado.



Referências



- <https://qualyteam.com/pb/blog/controle-estatistico-processo/#:~:text=O%20Controle%20Estat%C3%ADstico%20de%20Processo,um%20problema%20ou%20falha%20preventivamente.>
- <http://static.sapucaia.ifsul.edu.br/professores/eveline/GEST.%20PROD.%20-%20T%C3%89C.%20PL%C3%81ST/2019/Aula%201%20-%20Inrodu%C3%A7%C3%A3o%20CEP%20e%20CC%20aluno.pdf>
- https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7641666/mod_resource/content/1/2018_6_Sigma.pdf
- <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/seis-sigma-e-ferramenta-de-melhoria-continua-para-as-empresas,688ebbd38f896810VgnVCM1000001b00320aRCRD>



OBRIGADO!

MEUS CONTATOS:

douglasaquino817@gmail.com
(63) 999835068



UNITINS



GOVERNO DO
TOCANTINS
TRABALHANDO E CUIDANDO DE **TODOS**