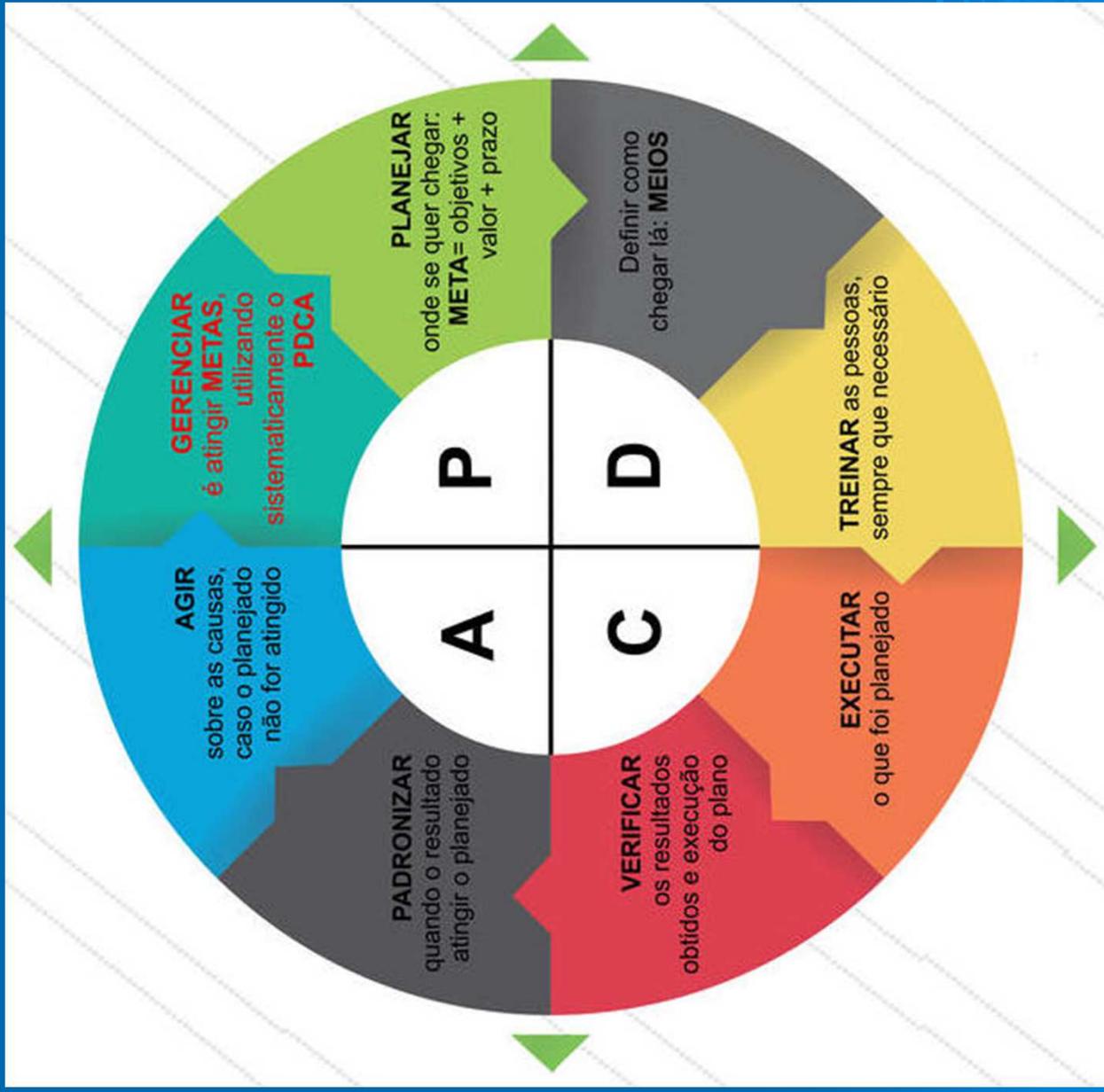


Ciclo PDCA

- P – Plan – Planejar
 - D – Do – Realizar
 - C – Check – Verificar
 - A – Action – Ação no processo
- 



P – Plan

- No planejamento é definida a meta de interesse;
- Aprofunda o conhecimento sobre o problema a ser tratado
- Estabelece meios (plano de ação) necessário para se atingir a meta

D - Realização

- É colocado em prática o plano de ação definido na Etapa P.
- Ocorre o treinamento da equipe neste novo plano
- Colhe os resultados que possam fornecer informações sobre a obtenção da meta
- Estas informações serão utilizadas na próxima etapa C

C - Verificação

- Com a informações coletadas na Etapa D, são verificados o cumprimento da meta estabelecida na Etapa P.
- Se cumprida, segue para a Etapa A
- Se não cumprida, volta para a Etapa P.

A - Ação

- São estabelecidos os novos procedimentos de atuação da equipe.
 - É atualizado o POP (Procedimento Operacional Padrão)
 - Registrado o histórico da atuação do PDCA – aprendizagem
 - Sugestões para um novo PDCA
- 

Fluxograma do PDCA de melhoria

PDCA	FLUXO	ETAPA	OBJETIVO
P	1	Identificação do problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.
	2	Análise do Fenômeno	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vistas.
	3	Análise do Processo	Descobrir as causas fundamentais.
	4	Plano de ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais.
D	5	Ação	Bloquear as causas fundamentais.
C	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
	?	(Bloqueio foi efetivo?)	
A	7	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema.
	8	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.

FONTE: FALCONI, 1992

Etapa P – Planejamento

- Fase 1 – Identificação do Problema
- Fase 2 – Análise do Fenômeno
- Fase 3 – Análise do Processo
- Fase 4 – Estabelecimento do Plano de Ação

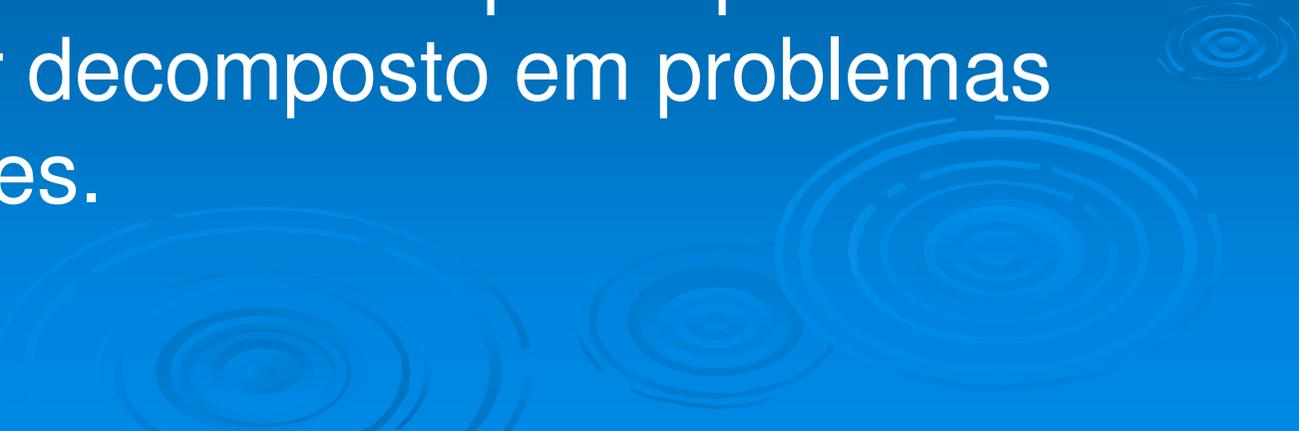
Etapa P - Planejamento

- Fase 1 – Identificação do Problema
 - Nesta fase procura-se definir claramente o problema relacionado à meta;
 - Reconhece a importância desse problema
 - Define a conveniência da sua solução.
- 

Etapa P - Planejamento

- Exemplo:
- O interesse é: “Aumentar o retorno financeiro da empresa no produto (1) ou; reduzir os níveis de não conformidade do processo de produção do produto (1)?”

Etapa P - Planejamento

- A resposta a pergunta: “Vale a pena investir?” terá que ser encontrada.
 - Uma meta mal posicionada pode trazer graves consequências para a empresa.
 - O problema focado é aquele que não precisa ser decomposto em problemas mais simples.
- 

Etapa P - Planejamento

- Exemplo:
- “Diminuir o índice de defeitos de pintura de um gabinete de geladeira”
- Este problema não está focado.
- O problema deveria responder a outras perguntas, como: tipo de defeito (sujeira, arranhão, espessura da tinta etc); posição do defeito (baixo, lateral, interno etc)

Etapa P - Planejamento

Principais Ferramentas da Qualidade na fase de 1 - Identificação do problema:

- Antes de iniciar qualquer trabalho de melhoria , este trabalho deve ser planejado, documentado e acompanhado durante todo o seu desenvolvimento.
- A retirada de amostras representativas de uma determinada situação de interesse;
- Avaliar a confiabilidade de informações
- Filtrar as informações de interesse;

Etapa P - Planejamento

Principais Ferramentas da Qualidade na fase de 1 - Identificação do problema:

- Mapa de Raciocínio
 - Folha de Verificação
 - Gráfico Sequencial
 - Técnicas de amostragem
 - Histograma, Box Plot
 - Estatísticas descritivas
- 

Etapa P – Planejamento

Fase 1 – Identificação do problema

➤ Mapa de Raciocínio

➤ Objetivo da ferramenta:

- Planejar ações a serem realizadas durante todo o giro do PDCA e servir de histórico das já desenvolvidas.

➤ Exemplo:

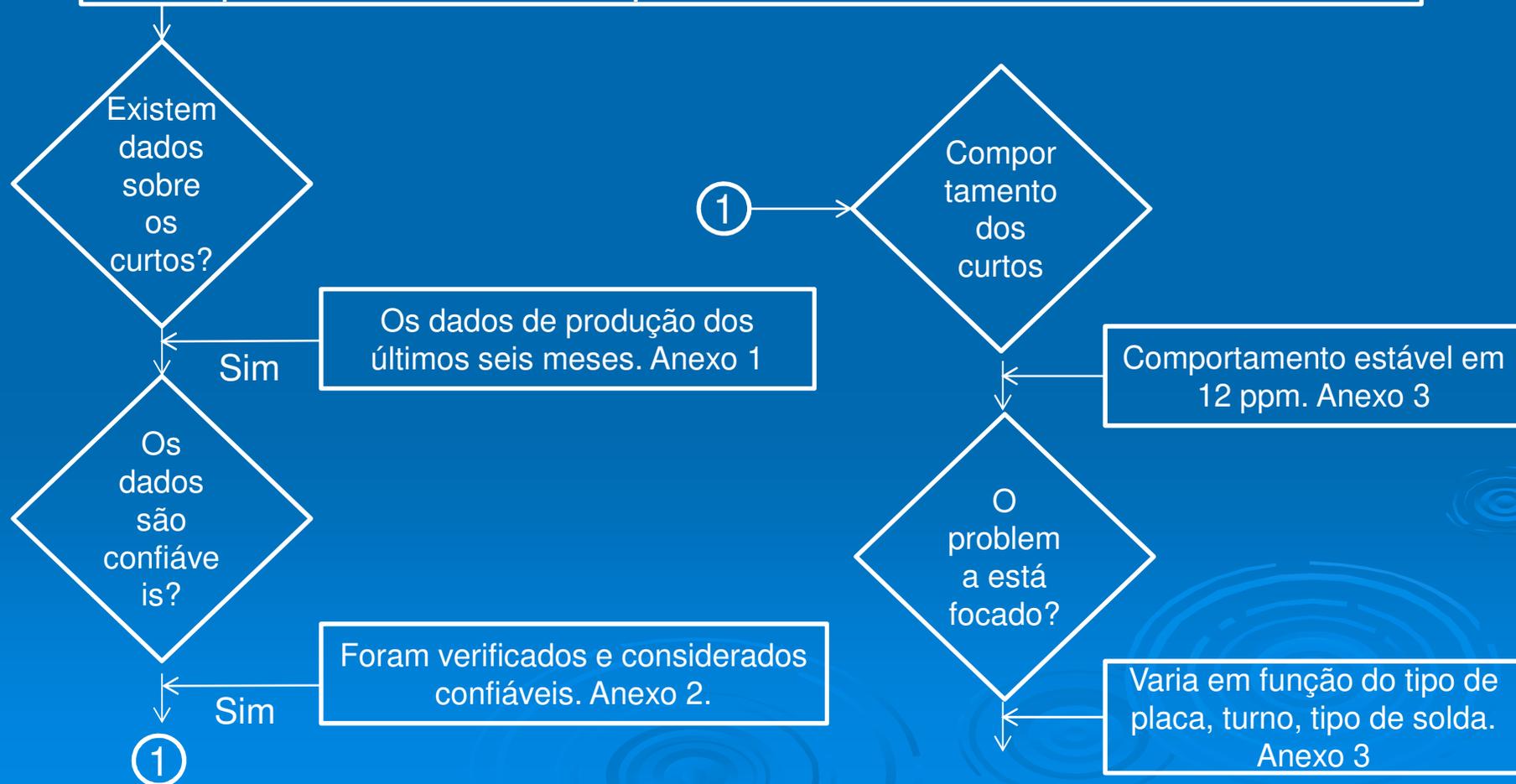
- Meta: reduzir de 12 ppm para 6 ppm a ocorrência de curtos em placas montadas no processo SMD até dezembro/XX

Etapa P – Planejamento

Fase 1 – Identificação do problema

Mapa de Raciocínio

Meta: reduzir de 12 ppm para 6 ppm a ocorrência de curtos em placas montadas no processo SMD até dezembro/XX



Etapa P – Planejamento

Fase 1 – Identificação do problema

➤ Folha de Verificação

➤ Objetivo da ferramenta:

- Organizar, simplificar e otimizar a forma de registro das informações obtidas por um procedimento de coleta de dados ao longo do tempo.

➤ Exemplo:

- Produto A. Custo do reparo: R\$ 139,00
- Período coleta: 01 a 12 /20xx
- Meta: Reduzir em 50% as reclamações sobre o mau funcionamento do produto A até junho de 20xx.

Etapa P – Planejamento

Fase 1 – Identificação do problema

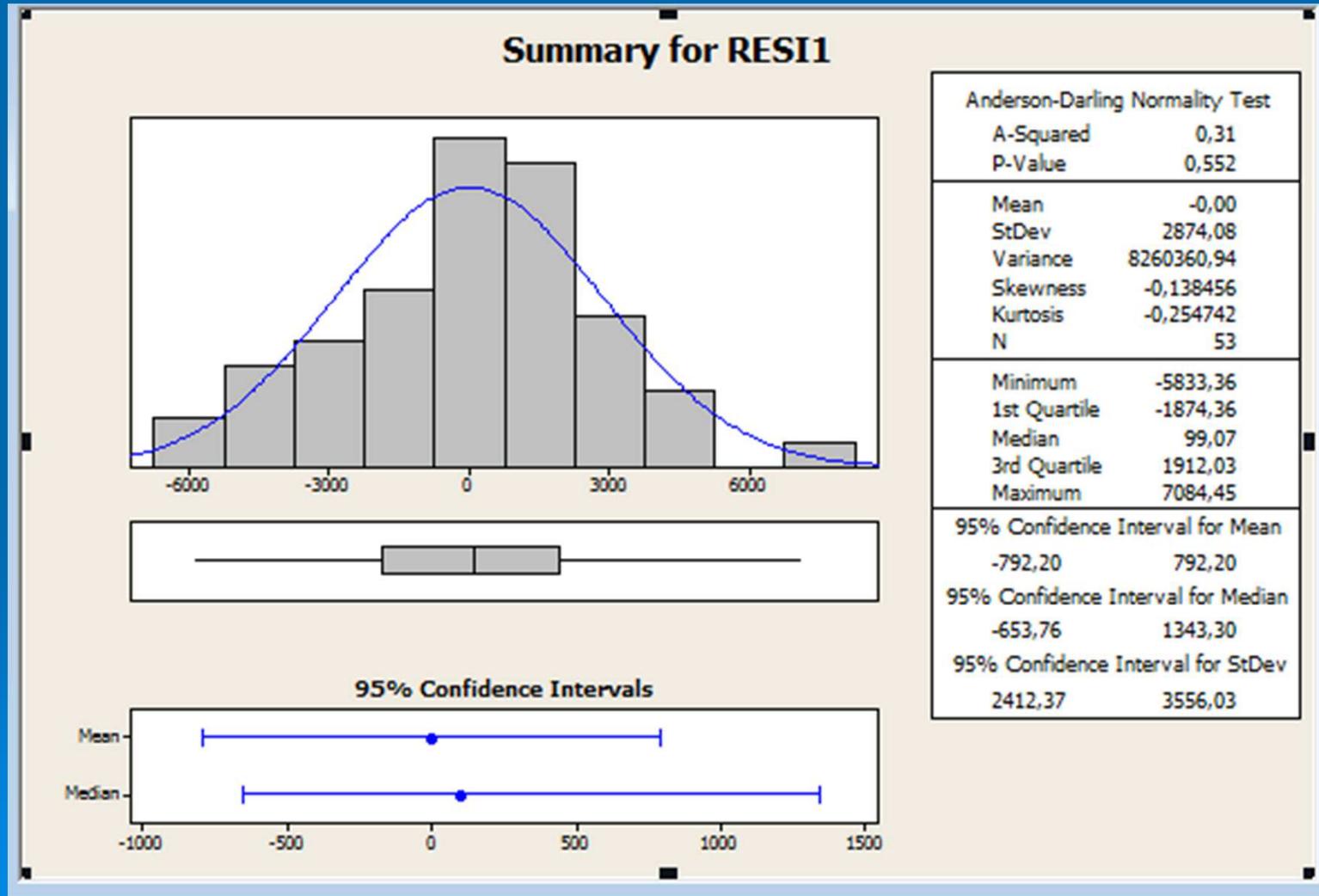
Folha de Verificação

Mês	Fabricados	Reclamações	%
Janeiro	10.010	150	
Fevereiro	11.110	210	
Março	12.200	60	
Abril	9.250	20	
Mai	11.210	280	
Junho	12.400	310	
Julho	12.650	180	
Agosto	13.100	225	
Setembro	9.850	150	
Outubro	12.310	245	
Novembro	12.450	100	
Dezembro	11.100	300	
Total			

Etapa P – Planejamento

Fase 1 – Identificação do problema

Estatísticas Descritivas



2 – Fase de Análise do Fenômeno

- Nesta fase procura-se conhecer profundamente o problema
- Empenha-se em desdobrá-lo em problemas prioritários mais simples
- Observar o problema por diversos ângulos
- Estratificar o problema
- Verificar se as metas específicas podem ou não ser delegadas a outros.

Principais Ferramentas da Qualidade na fase 2 - Análise do Fenômeno

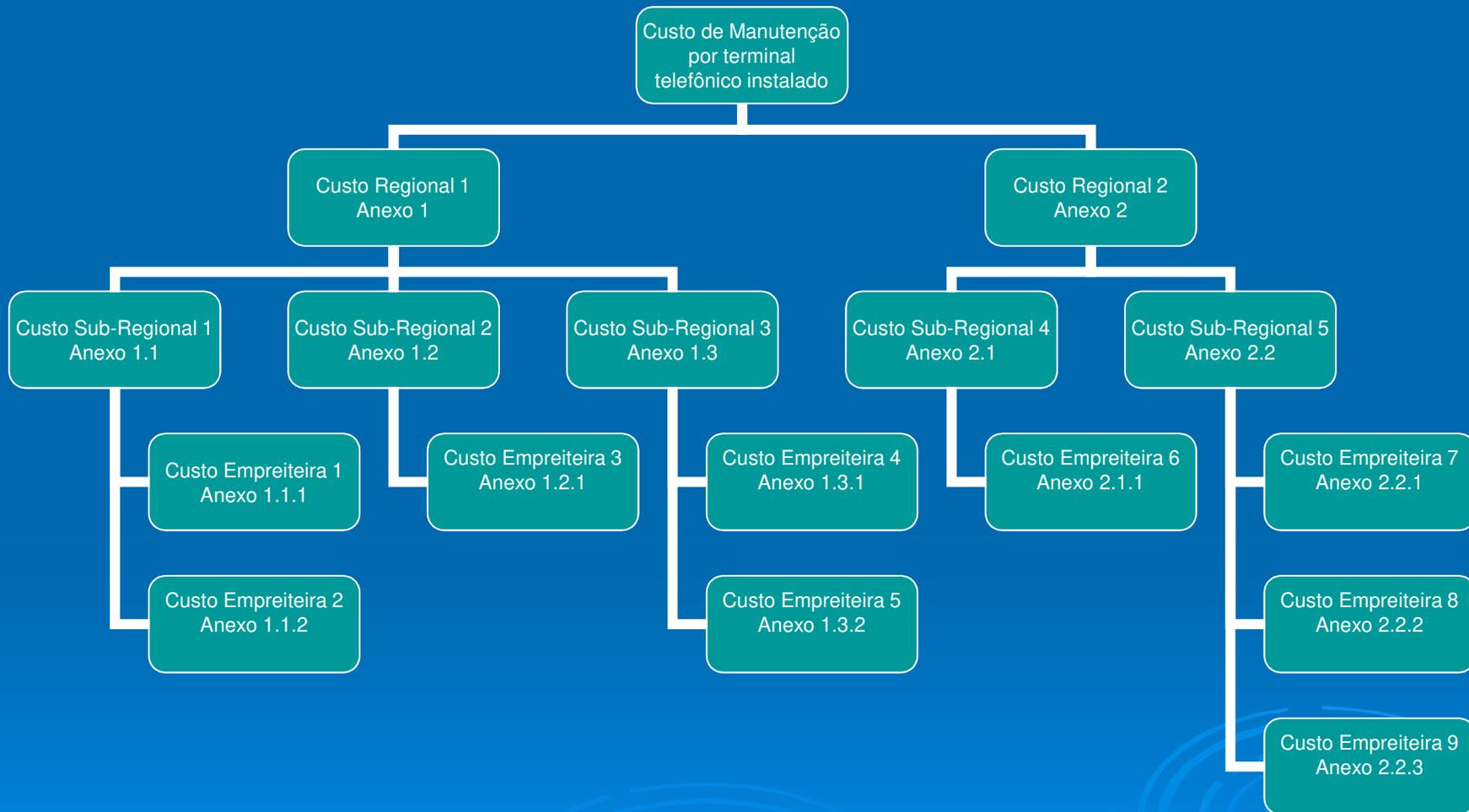
- Ferramentas de auditoria da empresa
- Cartas de Controle
- Índice de capacidade do processo
- Técnicas de Amostragem
- Ferramentas de estratificação e Priorização (Pareto)
- Histograma, Box-Plot,
- Estatísticas descritivas
- Intervalos de Confiança, Teste de Hipótese

Principais Ferramentas

- Diagrama de Árvore
- Disposição da divisão/segmentação de características de interesse
- Exemplo:
 - Empresa: Telefonia
 - Problema a ser resolvido: diminuição dos custos de manutenção de terminais telefônicos instalados.

Principais Ferramentas

➤ Diagrama de Árvore



3 – Fase de Análise do Processo

- Nesta fase são procuradas as causas geradoras do problema relacionado com a meta específica que está sendo trabalhada.
- Procura aprofundar ainda mais o conhecimento sobre o problema.
- Procura estabelecer a relação do problema em foco com os processos relacionados.
- Espera-se que, ao fim desta fase, já tenhamos o conhecimento pleno sobre o problema

Principais Ferramentas

- Brainstorming
- Técnicas dos porques
- Diagrama de Causa e Efeito
- FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)
- FTA (*Fault Tree Analysis*)
- Mapa de processos e fluxogramas
- Cartas de Controle
- Análise de Regressão
- Diagrama de Dispersão
- Planejamento e Análise de Experimentos

Principais Ferramentas

➤ Diagrama de Matriz

- Permite relacionar conjuntamente temas desdobrados e as metas estabelecidas

➤ Exemplo:

- Empresa: Telefonia
- Problema a ser tratado: gargalo na disponibilização de impulsos no segmento Z.

Principais Ferramentas

➤ Diagrama de Matriz

Metas	Meta 1: Aumentar 80.000 chamadas/ mês na rádio A	Meta 2: Aumentar 60.000 chamadas/ mês na rádio B	...	Meta i: Aumentar 150.000 chamadas/ mês na TV C	...	Meta j: Aumentar 40.000 chamadas/ mês no supermerca do D	Total
Causas							
Congestio namento de linha	●	●		●		□	16
Pouca Participa- ção por telefone	○	●		□		●	14
Contagem de chamadas incorretas	●	●		●		●	20

Legenda: ● Forte: 5

○ Médio: 3

□ Fraco: 1

4 – Fase do Plano de Ação

- Na fase de Análise do Processo, as causas do problema foram identificadas.
 - A decisão de investir deve ser tomada.
 - O plano de ação deve ser efetivo e fácil entendimento.
- 

Principais Ferramentas

- Brainstorming
 - Diagrama de Causa e Efeito
 - Diagrama de Matriz
 - Ferramentas de Simulação
 - Simulação em protótipos
 - Pesquisa de Mercado
- 

Principais Ferramentas

- Diagrama de Barras (Gantt)
 - Fornece um cronograma de planejamento da execução e/ou de monitoramento de trabalhos e projetos.
- Exemplo:
 - Empresa: Construtora XX
 - Meta: Construir casas padrão Y em 24 semanas, a partir de dezembro/xx

Principais Ferramentas

Atividades	Semanas para Execução do Projeto					
	1	2	3	4	...	24
A – Projeto Arquitetônico						
B – Projeto Estrutural						
C – Projeto Hidráulico						
D – Projeto Elétrico						
·						
·						
·						
A1 – Habite-se						

Principais Ferramentas

➤ 5W2H

- Fornecer um cronograma de planejamento da execução e/ou de monitoramento de trabalhos ou projetos.

➤ Exemplo:

- Empresa: Telefonia
- Meta: Reduzir as reclamações devidas a interferência por radiofrequência nas redes de cabos em 50% até dez/xx

Principais Ferramentas

➤ 5W2H

Medidas O que (What) ?	Respon- sável Quem (Who) ?	Prazo Quando (When) ?	Local Onde (Where) ?	Justificativa Porque (Why) ?	Procedi- mento Como (How to)	Custo Quanto (How much) ?
Trocar Placa A por placa B	José M.	Set/xx	Supervisão	Evitar propagação de radiofrequencia	Retirar placa A. Colocar placa B no lugar da A	\$ 25.000
Colocar filtros supressores	Antônio M.	Out/xx	Supervisão	Evitar propagação de radiofrequencia	Colocar nas linhas dos assinantes	\$ 18.000
...		

5 – Etapa de Execução (D)

- Na Etapa de Execução (D) são implantados os planos de ação determinadas na Etapa de Planejamento (P).
- Procura-se coletar dos dados gerados para a devida avaliação na etapa seguinte (C).
- Deve-se buscar o consenso nas medidas adotadas
- Promover treinamentos sobre as medidas propostas
- Acompanhar a execução das medidas

Principais Ferramentas

- Diagrama de Gantt
- Sinaleiras de atenção
 - Fornece um recurso visual com o objetivo de chamar a atenção para as operações críticas executadas durante uma produção.
 - Permite alertar o responsável sobre a ocorrência de anomalias durante a produção.
 - Indica caminhos críticos da montagem da ação.
- Exemplo:
 - Empresa: Montagem de placas de circuitos
 - Meta: reduzir as anomalias de montagem em 30% até dez/xx

Principais Ferramentas

➤ Sinaleiras de Atenção

Indicação das interrupções do processo por etiquetas coloridas					
Cor	Quando	Onde	Como	Quem	Obs
Branca ●	Realimentação	1ª placa	Pintar o comprovante	Operador	
Azul ●	Ajuste de Máquinas	Placas Afetadas	Colar etiqueta		Posicionadora
Laranja ●	Queda de Energia	Placas Afetadas	Colar etiqueta		Refazes padrão

6 – Etapa de Verificação (C)

- Nesta etapa, com base nas informações coletadas na Etapa D, é verificado se a meta proposta foi atingida.
- Se alcançada, deve-se passar para a próxima etapa (A).
- Se não foi alcançada, deve-se:
 - Reiniciar o giro do PDCA, para atacar as causas de impedimento do alcance da meta.

7 – Etapa de Ação (A)

- São estabelecidos os meios para a manutenção dos bons resultados.
- Deve-se priorizar as atividades de padronização.
 - Atualização dos POPs; fluxos de processos etc.
- Providenciar os treinamentos necessários.

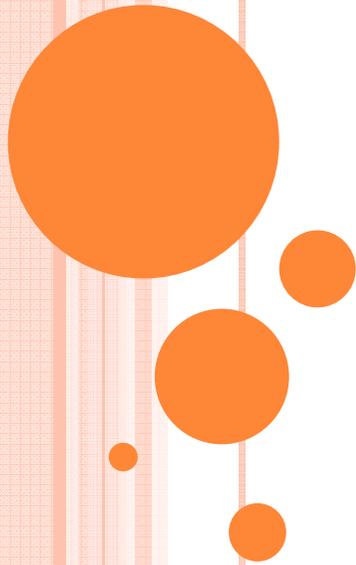
Principais Ferramentas

- Fluxograma
 - Check List
 - Técnicas de Amostragem
 - Cartas de Controle
 - Plano de Ação para Falta de Controle (OCAP)
 - Análise de Regressão
- 

8 – Conclusão

- Nesta fase, deve-se concluir os registros deste PDCA.
 - Formalizar o conhecimento adquirido
 - Arquivar alguns dos documentos gerados
 - Fazer sugestões para novos PDCAs.
- 

DIAGRAMA DE ISHIKAWA



Um **Diagrama** é uma representação visual estruturada e simplificada de um determinado conceito, ideia, noções

Este diagrama é mais uma das sete ferramentas básicas da qualidade e foi criado pelo professor da Universidade de Tóquio, Kaoru Ishikawa em 1943

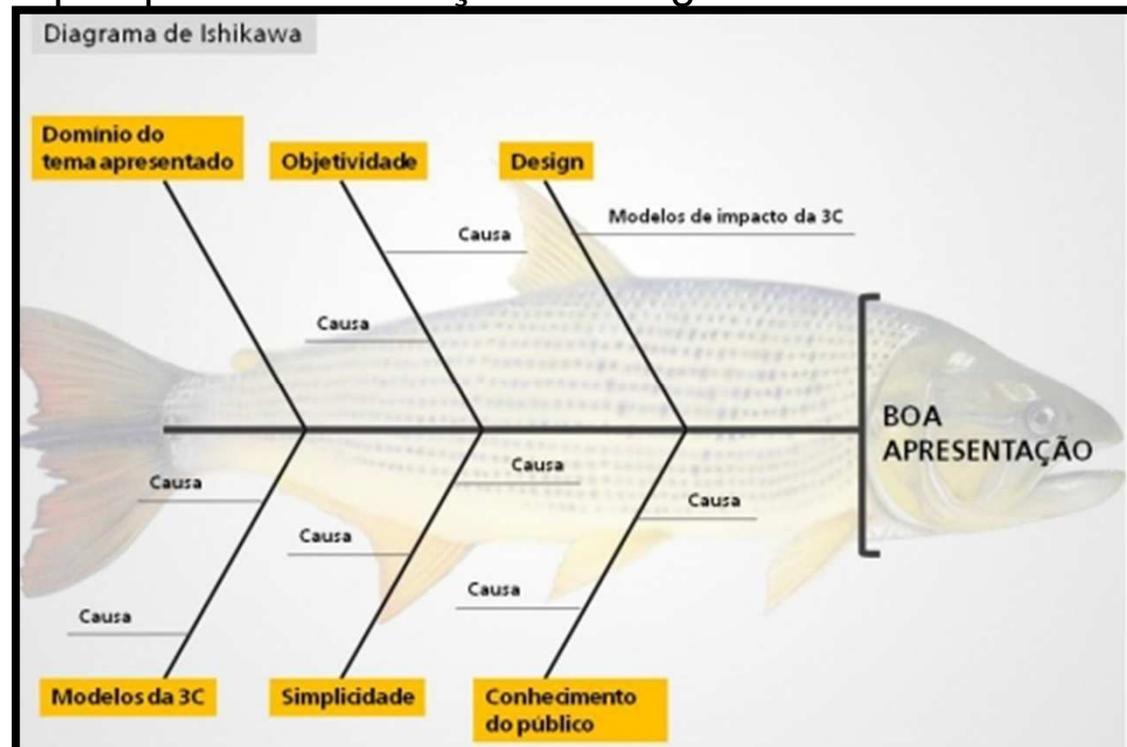
O **Diagrama de Ishikawa** foi proposto pelo japonês Kaoru Ishikawa, que foi um engenheiro de controle de qualidade, teórico da administração das companhias japonesas, que viveu entre os anos de 1915 e 1989. Na década de 60, ele trouxe à tona o método que serviu como uma das ferramentas da qualidade mais utilizada pelas empresas do mundo todo.

O **Diagrama de Causa e Efeito**, também chamado de “**Diagrama de Ishikawa**” ou “**Diagrama Fishbone**”, tem como objetivo facilitar a identificação das causas de problemas que devem ser sanados ou mesmo os fatores que levam a determinado resultado que desejamos obter através da representação gráfica.

Para elaborar o diagrama Ishikawa definiu as chamadas “causas principais” de qualquer problema, que também **são chamadas de 6 M's**: “mão de obra”, qualquer fator relacionado à falha humana ou relacionado às pessoas;

“materiais”, problemas ou fatores relacionados com componentes, insumos ou matérias-primas; “máquinas”, problemas ou fatores relacionados com equipamentos; “métodos”, problemas ou fatores relacionados com métodos; “meio ambiente”, problemas ou fatores relacionados com meio/local;

“medição”, problemas ou fatores relacionados com controle do processo, monitoramento. A seguir, as etapas para a construção do diagrama:



O Diagrama de causa e efeito, também conhecido como diagrama de Ishikawa ou espinha de peixe é uma ferramenta utilizada para a análise de dispersões no processo. O nome Ishikawa tem origem no seu criador, Kaoru Ishikawa que desenvolveu a ferramenta através de uma idéia básica: **Fazer as pessoas pensarem sobre causas e razões possíveis que fazem com que um problema ocorra.**

Para montar o diagrama de Ishikawa, faz parte do procedimento reunir as pessoas em time para realizar um brainstorming (tempestade de idéias) de forma a levantar as causas raízes que originam um problema.

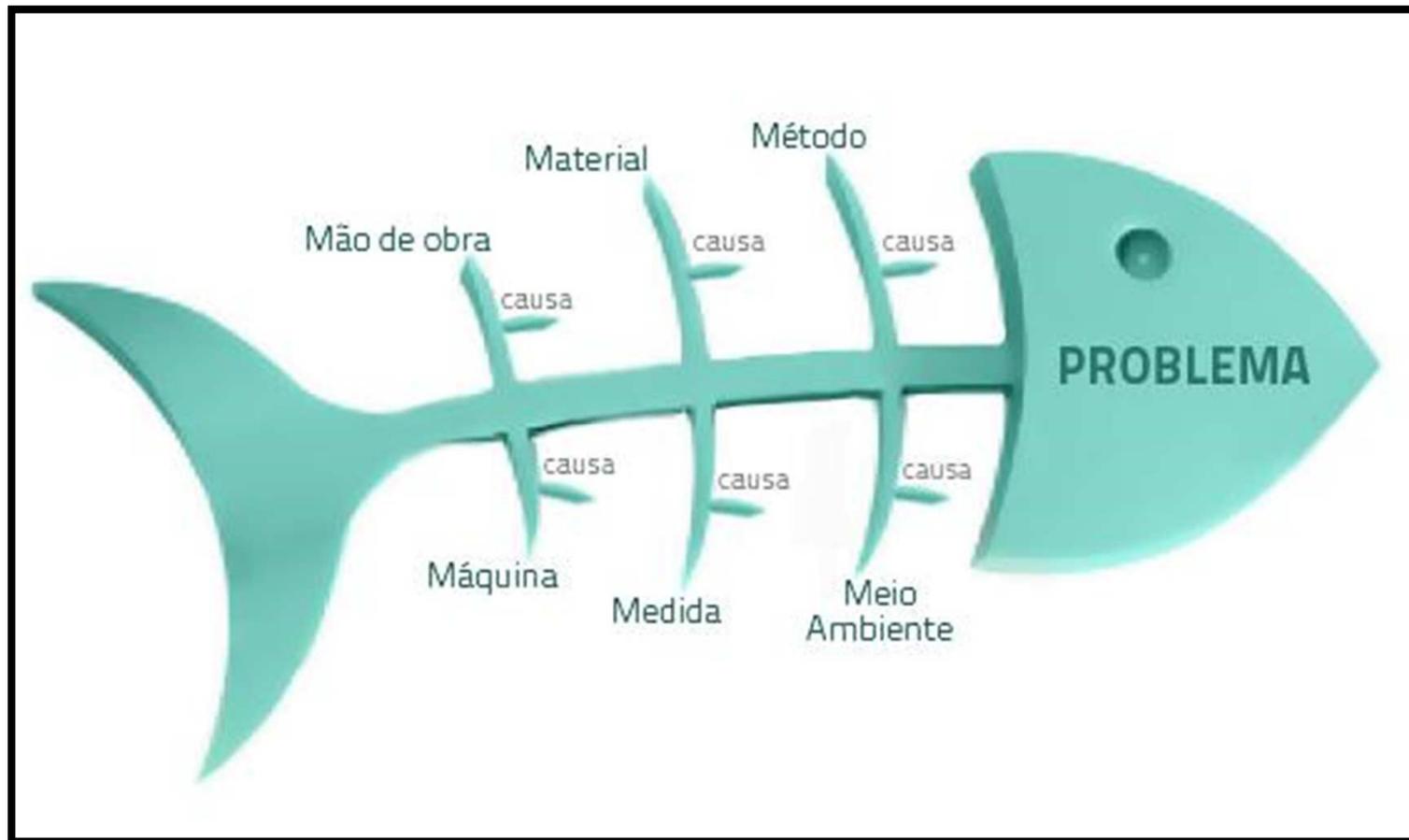
Em virtude desta função, o diagrama de Ishikawa também pode ser denominado como diagrama de causa e efeito. O diagrama, quando elaborado, assemelha-se a uma espinha-de-peixe, motivo pelo qual ele também é conhecido por este nome.



EXEMPLO:

Utilizando um exemplo prático, vamos analisar o caso de um motor de um veículo que está em falha. Neste caso, ele não dá a partida. Sendo assim, traçamos a linha central apontando para o problema (motor do carro não dá a partida). Em torno das causas principais, fazemos o levantamento das causas e subcausas. Veja na Figura abaixo como ficaram as causas e subcausas mapeadas:

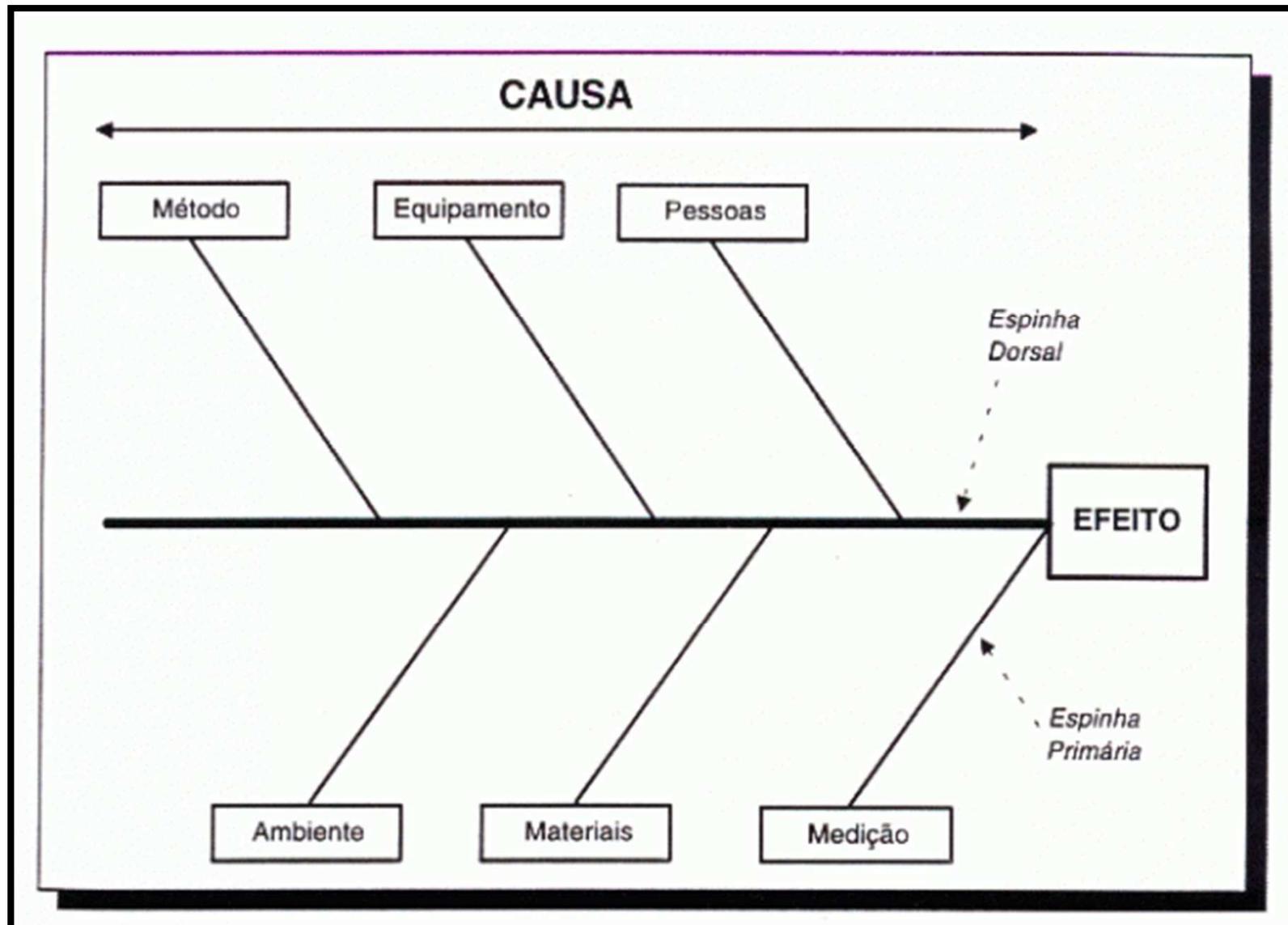




Alguns outros benefícios que podemos citar utilizando esta ferramenta são:

- Obtenção de diferentes opiniões a partir de um time de trabalho;
- Fácil de aplicar;
- Pouco esforço na prática;
- Melhor entendimento das causas e efeitos

Quando for construir a “espinha” do seu problema, tente “encaixar” cada causa levantada em um dos itens pré-dispostos, caso não seja possível, crie um novo eixo de possibilidade.



Quando usar?

Para identificar as causas de um determinado problema, através de uma melhor visualização da relação entre a causa e o efeito.

Para levantar possíveis estratégias na resolução de um problema focando um determinado resultado.

Quais as vantagens?

Direciona os itens a serem verificados para identificação das causas

Não há restrição para as ações dos participantes.

Permite ampla visão das variáveis que interferem no bom andamento da atividade, ajudando a identificar as não - conformidades que provocaram determinado efeito

Fácil utilização

Quais as desvantagens?

Não apresenta quadro evolutivo ou comparativo histórico

Para cada nova situação, é necessário percorrer todos os passos do processo, utilizando o diagrama.

Exige o conhecimento do processo que está sendo avaliado



Exemplo:

Problema a ser avaliado: aumento dos acidentes com pérfuro-cortantes.

Possíveis causas:

Relacionadas ao item *peessoas*: falta de utilização de EPIs conforme padronização, limitações técnicas, descarte em local inadequado.

Relacionadas ao item ***materiais***: material de punção sem dispositivo de segurança, material de coleta não atende aos padrões mínimos de segurança.

Relacionadas ao item ***ambiente***: iluminação inadequada dificultado o manuseio do material.

Relacionadas ao item ***método***: procedimento de punção descrito não apresenta reencape como proibitivo, não há dispositivo para descarte próximo ao local da atividade.



O diagrama espinha-de-peixe é uma das 7 ferramentas da qualidade utilizada

Para o gerenciamento do controle de qualidade e sua composição leva em consideração de que as causas do problemas podem ser classificadas em 6 tipos diferentes de causas principais que afetam os processos (Método, Máquina, Medida, Meio Ambiente, Mão-de-Obra, Material).

Justamente pelo motivo da denominação das 6 causas principais iniciarem com a letra M, também pode ser chamado de 6M's.



Como fazer um diagrama de Ishikawa?

Para tanto, existe a divisão 6 M's, que enumera onde os problemas de um processo podem estar:

Mão de obra: quando um colaborador realiza um procedimento inadequado, faz o seu trabalho com pressa, é imprudente, etc.

Material: quando o material não está em conformidade com as exigências para a realização do trabalho.

Meio ambiente: quando o problema está relacionado ao meio externo, como poluição, calor, poeira, etc., ou mesmo, ao ambiente interno, como falta de espaço, dimensionamento inadequado dos equipamentos, etc

Método: quando o efeito indesejado é consequência da metodologia de trabalho escolhido.

Máquina: quando o defeito está na máquina usado no processo.

Medida: quando o efeito é causado por uma medida tomada anteriormente para modificar processo.

Vejam os então o significado de cada M:

- **Método** – É método utilizado para executar o trabalho ou um procedimento.
- **Matéria-prima** – A matéria prima utilizada no trabalho que pode ser a causa de problemas.
- **Mão de Obra** – A pressa, imprudência ou mesmo a falta de qualificação da mão de obra podem ser a causa de muitos problemas.
- **Máquinas** – Muitos problemas são derivados falhas de máquinas. Isto pode ser causado por falta de manutenção regular ou mesmo se for operacionalizada de forma inadequada.
- **Medida** – Qualquer decisão tomada anteriormente pode alterar o processo e ser a causa do problema.
- **Meio Ambiente** – O ambiente pode favorecer a ocorrências de problemas, **está** relacionada neste contexto a poluição, poeira, calor, falta de espaço, etc.

Os japoneses da Toyota, com seu novo sistema de gestão flexível e inteligente, procuravam investir na fiscalização de possíveis falhas internas e externas.

As internas são os desperdícios, com trabalhos desnecessários, problemas na comunicação, materiais. Possíveis despesas com produtos inválidos, que não tinham mais função, correção dos objetos com defeito, **um reexame dos produtos e do trabalho, bem como a triagem de peças de carro, por exemplo, que poderiam ser vendidas a preços inferiores.**

Um detalhe é a questão dos recalls, quando é necessário chamar os proprietários de um produto para encaminharem a empresa, para que essa efetue a troca de alguma peça com defeito. Esses recalls custam caro, dependendo do caso, são milhões que a indústria desembolsa.



2- Diagrama Ishikawa (Espinha de Peixe): tem como objetivo identificar as possíveis causas de um **problema** e seus efeitos, através da relação entre o efeito e todas as **possibilidades** de causa que podem **contribuir** para esse efeito.

O Diagrama de causa e efeito, também conhecido como diagrama de Ishikawa ou espinha de peixe é uma ferramenta utilizada para a análise de dispersões no processo. O nome Ishikawa tem origem no seu criador, Kaoru Ishikawa que desenvolveu a ferramenta através de uma idéia básica: Fazer as pessoas pensarem sobre causas e razões possíveis que fazem com que um problema ocorra.

Para montar o diagrama de Ishikawa, faz parte do procedimento reunir as pessoas em time para realizar um brainstorming (tempestade de idéias) de forma a levantar as causas raízes que originam um problema. Em virtude desta função, o diagrama de Ishikawa também pode ser denominado como diagrama de causa e efeito. O diagrama, quando elaborado, assemelha-se a uma espinha-de-peixe, motivo pelo qual ele também é conhecido por este nome.



EXERCÍCIOS

Elaborar um diagrama Ishikawa (Espinha de Peixe): para a seguinte situação

PROBLEMAS DE INTERRUPÇÃO DE ENERGIA NA ESCOLA PELO FATO DA CABINE PRIMÁRIA SER ANTIGA.



FMEA

Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos - FMEA

FMEA → *Failure Mode and Effects Analysis* (Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos).

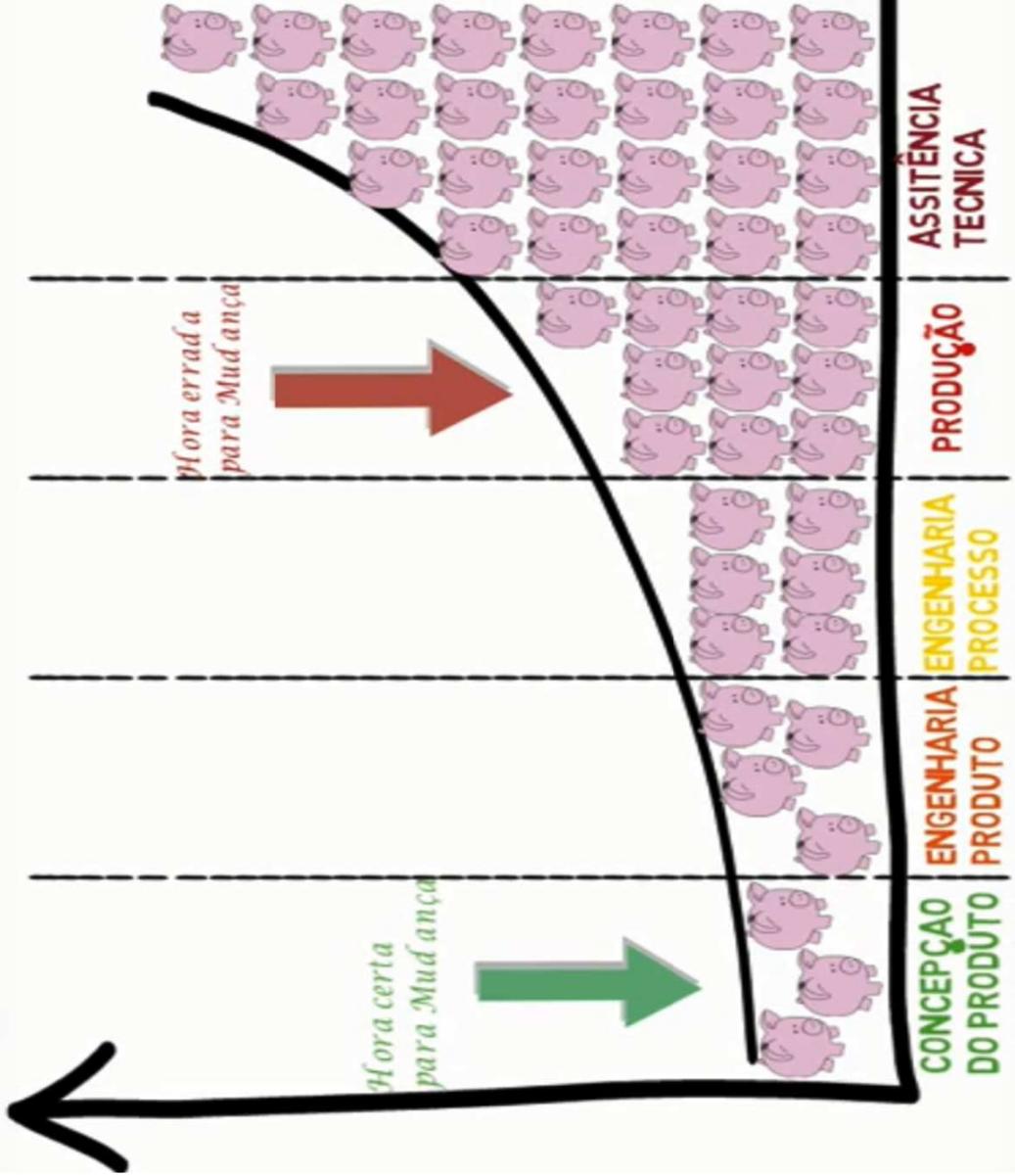
Utilizada em Engenharia de Qualidade e Confiabilidade → Análise de Falhas em Sistemas.

Origem → Departamento de defesa dos Estados Unidos, em 1949 → MIL-P-1629 (*Military Procedure MIL-P-1629: Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*).

Passou a ser utilizada pela indústria automobilística na década de 70.

Regulamentada pela ISO 9000 em 1988.

Custo



Tempo

- Melhoria na confiabilidade dos produtos e a satisfação dos clientes	
- Redução do tempo e custo do desenvolvimento	
- Aumento de competitividade da empresa	
- Registro e mapeamento histórico das melhorias	
- Padronização dos processos e produtos	
- Prioriza projetos de melhorias	

FMEA/FMECA – Objetivos

Objetivos da FMECA (SAE J1739 / 2009):

- Reconhecer e avaliar a falha de um produto ou processo e os efeitos dessa falha.
 - Identificar ações que possam eliminar ou reduzir as chances de uma falha ocorrer.
 - Documentar o processo de análise:
 - ✓ Estudos e desenvolvimentos futuros.
 - ✓ Comunicação e Treinamento.
 - Permite rastrear a análise suas decisões e ações recomendadas.
- Gestão do Conhecimento**
-

FMEA/FMECA – Tipos e Objetivos

Tipos de FMECA:

- Projeto → Falhas durante a Fase de Projeto.
 - ✓ Foco: Dimensionamentos, Especificações, etc...
- Processo → Falhas do Processo Produtivo.
 - ✓ Foco: Qualidade, Produtividade, etc...
- Sistema → Falhas dos Sistemas e seus Componentes.
 - ✓ Foco: Operação e Manutenção → Mão de Obra, Métodos, Materiais, etc...
- Serviço → Desempenho do serviço, antes que sua falha atinja o cliente.
 - ✓ Foco: Recursos Humanos, Satisfação do Cliente, etc...

Princípios Fundamentais

A FMEA se apoia em 5 princípios fundamentais:

- 1) Apoio da Gerência
- 2) Abordagem de equipe (não deve existir “FMEA de um homem só”, a FMEA deve sempre ser realizada em reunião por um grupo que contemple diferentes áreas da empresa, como produção, engenharia, compras..)
- 3) Relação de causa e efeito
- 4) Definição de cliente
- 5) FMEA como ferramenta “viva”: melhoria contínua

Iniciando o FMEA (1ª etapa): IDENTIFICAR OS RISCOS

Primeiro deve-se **identificar as funções da peça, seus requisitos e especificações**. A partir dos dados de entrada (desenhos, fluxos de processo, etc) relacionar todos os **modos de falhas** que possam ocorrer em cada etapa. **Um modo de falha é um não atendimento ao requisito**. Somente devem ser considerados modos de falha do processo sendo estudado: se você estiver fazendo a FMEA de um forjamento, deve considerar que a temperatura do batoque está dentro das especificações, pois este será um modo de falha do processo de aquecimento.

Exemplos de **Requisitos** para PFMEA:

- Aquecer até 950 °C
- Usinar espessura 8,5 mm
- Facear com rugosidade Ra 3,2
- Paralelismo 0,12 mm
- Montar 4 parafusos na seqüência especificada
- Compactar molde em areia verde
- Etc

Exemplos de Modos de falha para PFMEA:

- Temperatura abaixo do especificado
- Espessura fora do especificado
- Rugosidade acima do especificado
- Arestas com rebarba, furo fora de posição, diâmetro maior que especificado, sujo, rachado
- Montar parafusos fora da sequência especificada
- Permeabilidade da areia abaixo do especificado
- Etc

Exemplo desta primeira etapa de PFMEA concluída, cuja operação é “fazer chimarrão”:

Item: CHIMARRÃO _____ Responsabilidade pelo Projeto: _____
 Ano (s) Modelo (s) / Programa (s): _____ Data-chave: _____
 Equipe Central: _____

Etapa do Processo / Função	Requisito	Modo de Falha Potencial	Efeito (s) Potencial (ais) de Falha	Severidade	Classificação	Causa (s) Potencial (ais) de Falha	Processo Atual			NPR
							Controles Prevenção	Controles Detecção	Detecção	
Op. 30 Colocar água na cuia	Cevar a erva	Queimar a erva	Gosto amargo			Água muito quente	Chiado da chaleira	Experimentar chimarrão		

Avaliação de Severidade

Efeito	Severidade do Efeito no Produto (Efeito no Cliente)	Classificação
Falha em Atender a Requisitos de Segurança e/ou Regulatórios	Modo de falha potencial afeta a operação segura do veículo e/ou envolve não-conformidade com regulamentação governamental, sem prévio aviso.	10
	Modo de falha potencial afeta a operação segura do veículo e/ou envolve não-conformidade com regulamentação governamental, com prévio aviso.	9
Perda ou Degradação de Função Primária	Perda de função primária (veículo inoperável, não afeta a operação segura do veículo).	8
	Degradação de função primária (veículo operável, mas com um nível reduzido de desempenho).	7
Perda ou Degradação de Função Secundária	Perda de função secundária (veículo operável, mas as funções de conforto/conveniência estão inoperáveis).	6
	Degradação de função secundária (veículo operável, mas as funções de conforto/conveniência apresentam um nível reduzido de desempenho).	5
Incômodo	Aparência ou Ruído Audível, veículo operável, item não conforme e percebido pela maioria dos clientes (> 75%).	4
	Aparência ou Ruído Audível, veículo operável, item não conforme e percebido por muitos clientes (> 55%).	3
	Aparência ou Ruído Audível, veículo operável, item não conforme e percebido por clientes observadores (< 25%).	2
Nenhum efeito	Nenhum efeito perceptível.	1

Tabela 1: Critérios recomendados para avaliação de Severidade em DFMEA

Fonte: Manual do FMEA da AIAG, 4ª Edição

FMEA DE PROJETO

Avaliação de Detecção

Oportunidade para Detecção	Probabilidade de Detecção através do Controle do Projeto	Classificação	Probabilidade Detecção
Nenhuma oportunidade de detecção.	Nenhum controle de projeto anual. Não se pode detectar, ou não está analisado.	10	Praticamente Impossível
Improvável detectar em qualquer estágio.	Os controles de análise/detecção de projeto têm uma fraca capacidade de detecção. Análise Virtual (por exemplo, CAE, FEA, etc.) <u>não está correlacionada</u> às condições operacionais reais esperadas.	9	Muito Remota
Após o "Congelamento" do Projeto (momento a partir do qual não se deve mais modificar o projeto) e antes do lançamento	Verificação/validação do produto, após o "Congelamento" do Projeto e antes do lançamento, com ensaios <u>passa/falha</u> (testes de subsistema ou sistema, com critérios de aceitação tais como condução e manuseio, avaliação de transporte etc.).	8	Remota
	Verificação/validação do produto, após o "Congelamento" do Projeto e antes do lançamento, com ensaios de <u>teste para falhar</u> (testes de subsistema ou sistema, até que a falha ocorra, testes de interações de sistema etc.).	7	Muito Baixa
	Verificação/validação do produto, após o "Congelamento" do Projeto e antes do lançamento, com <u>ensaios de degradação</u> (testes de subsistema ou sistema após teste de durabilidade, por exemplo, verificação de função).	6	Baixa
	Validação do produto (ensaio de confiabilidade, testes de desenvolvimento ou validação), antes do "Congelamento" do Projeto, usando ensaios <u>passa/falha</u> (por exemplo, critérios de aceitação para desempenho, verificações de função etc.).	5	Moderada
Antes do "Congelamento" do Projeto	Validação do produto (ensaio de confiabilidade, testes de desenvolvimento ou validação), antes do "Congelamento" do Projeto, usando <u>teste para falhar</u> (por exemplo, até vazar, ceder, rachar etc.).	4	Moderadamente Alta
	Validação do produto (ensaio de confiabilidade, testes de desenvolvimento ou validação), antes do "Congelamento" do Projeto, usando <u>ensaios de degradação</u> (por exemplo, tendências de dados valores antes/depois etc.).	3	Alta
Análise Virtual – Correlacionada	Os controles de análise/detecção de projeto têm uma forte capacidade de detecção. Análise Virtual (por exemplo, CAE, FEA, etc.) <u>está altamente correlacionada</u> às condições operacionais reais esperadas antes do "Congelamento" do Projeto.	2	Muito Alta
Detecção não aplicável. Prevenção de Falha.	A causa de falha ou modo de falha não pode ocorrer porque foi totalmente prevenida através de soluções de projeto (por exemplo, padrão de projeto comprovado, melhor prática, ou material comum, etc.).	1	Praticamente Certa

Critérios:		Critérios:	
Efeito	Severidade do Efeito no Produto (Efeito no Cliente)	Efeito	Severidade do Efeito no Processo (Efeito na Fabricação/Montagem)
Falha em Atender a Requisitos de Segurança e/ou Regulatorios	Modo de falha potencial afeta a operação segura do veículo e/ou envolve não-conformidade com regulamentação governamental, sem prévio aviso.	10	Falha em Atender a Requisitos de Segurança e/ou Regulatorios
	Modo de falha potencial afeta a operação segura do veículo e/ou envolve não-conformidade com regulamentação governamental, com prévio aviso.		
Perda ou Degradação da Função Primária	Perda da função primária (veículo inoperável, não afeta a operação segura do veículo).	8	Interrupção Maior
	Degradação da função primária (veículo operável, mas com um nível reduzido de desempenho).		
Perda ou Degradação da Função Secundária	Perda da função secundária (veículo operável, mas as funções de conforto/conveniência estão inoperáveis).	6	Interrupção Moderada
	Degradação da função secundária (veículo operável, mas as funções de conforto/conveniência apresentam um nível reduzido de desempenho).		
Incômodo	Aparência ou Ruído Audível, veículo operável, item não conforme e percebido pela maioria dos clientes ($\geq 75\%$).	4	Interrupção Moderada
	Aparência ou Ruído Audível, veículo operável, item não conforme e percebido por muitos clientes ($> 55\%$).		
	Aparência ou Ruído Audível, veículo operável, item não conforme e percebido por clientes observadores ($< 25\%$).		
Nenhum efeito	Nenhum efeito perceptível.	1	Nenhum efeito

O Seis Sigma

Passo a Passo

Sumário

1. O que é Seis Sigma?
2. Como implementar o Seis Sigma
3. Como selecionar projetos Seis Sigma
4. Seleção de candidatos a Black Belts e Green Belts
5. Como garantir a consolidação da cultura Seis Sigma na organização
6. Tendências mundiais do Seis Sigma

1. O que é Seis Sigma?

- É um programa criado pela Motorola com o objetivo de reduzir a taxa de falhas dos seus produtos e adotado também pela GE, que divulgou seus resultados em 1997.

1. O que é Seis Sigma?

- Sigma é uma letra grega usada para medir a variabilidade de processos.
- Estatística: É usado para designar a distribuição ou dispersão sobre a média de um processo, também chamado desvio-padrão.

O alvo é atingir um nível de falhas inferior a 3,4 defeitos por milhão de oportunidades.

1. O que é Seis Sigma?

Estratégia gerencial disciplinada e **altamente quantitativa**, caracterizada por uma abordagem sistêmica, que tem como objetivo **aumentar drasticamente a lucratividade das empresas**, por meio da otimização de produtos e processos, com o conseqüente incremento da satisfação de clientes e consumidores.

Comparação entre o padrão mais usual (Quatro Sigma) e a performance SEIS SIGMA

Quatro Sigma (99,38% conforme)



Seis Sigma (99,99966% conforme)

Sete horas de falta de energia elétrica por mês



Uma hora de falta de energia elétrica a cada 34 anos

5.000 operações cirúrgicas incorretas por semana



1,7 operação cirúrgica incorreta por semana

3.000 cartas extraviadas para cada 300.000 cartas postadas



Uma carta extraviada para cada 300.000 cartas postadas

Quinze minutos de fornecimento de água não potável por dia



Um minuto de fornecimento de água não potável a cada sete meses

Um canal de TV 1,68 horas fora do ar por semana



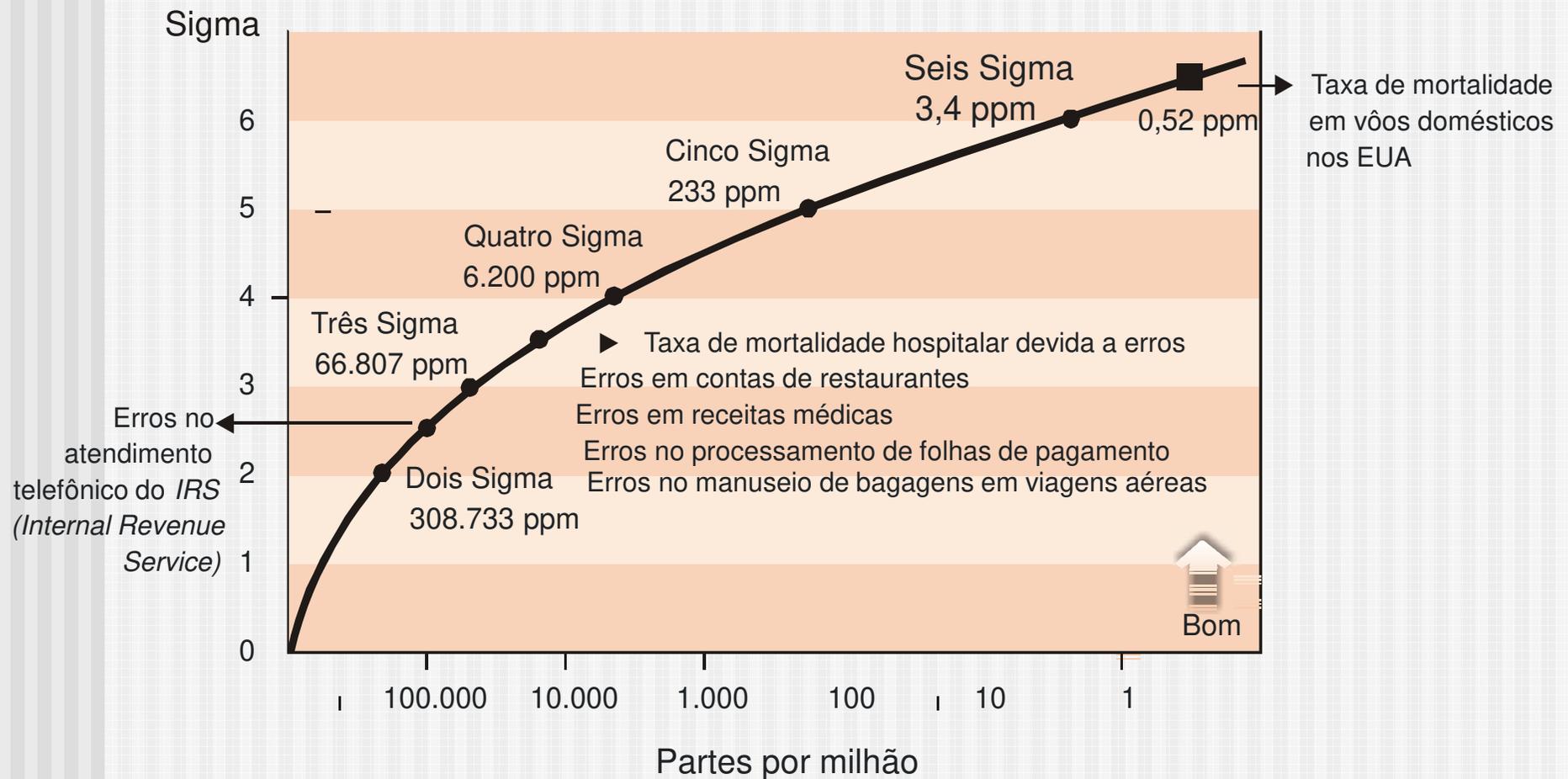
Um canal de TV 1,8 segundos fora do ar por semana

Uma aterrissagem de emergência no aeroporto de Guarulhos por dia



Uma única aterrissagem de emergência em todos os aeroportos do Brasil a cada cinco anos

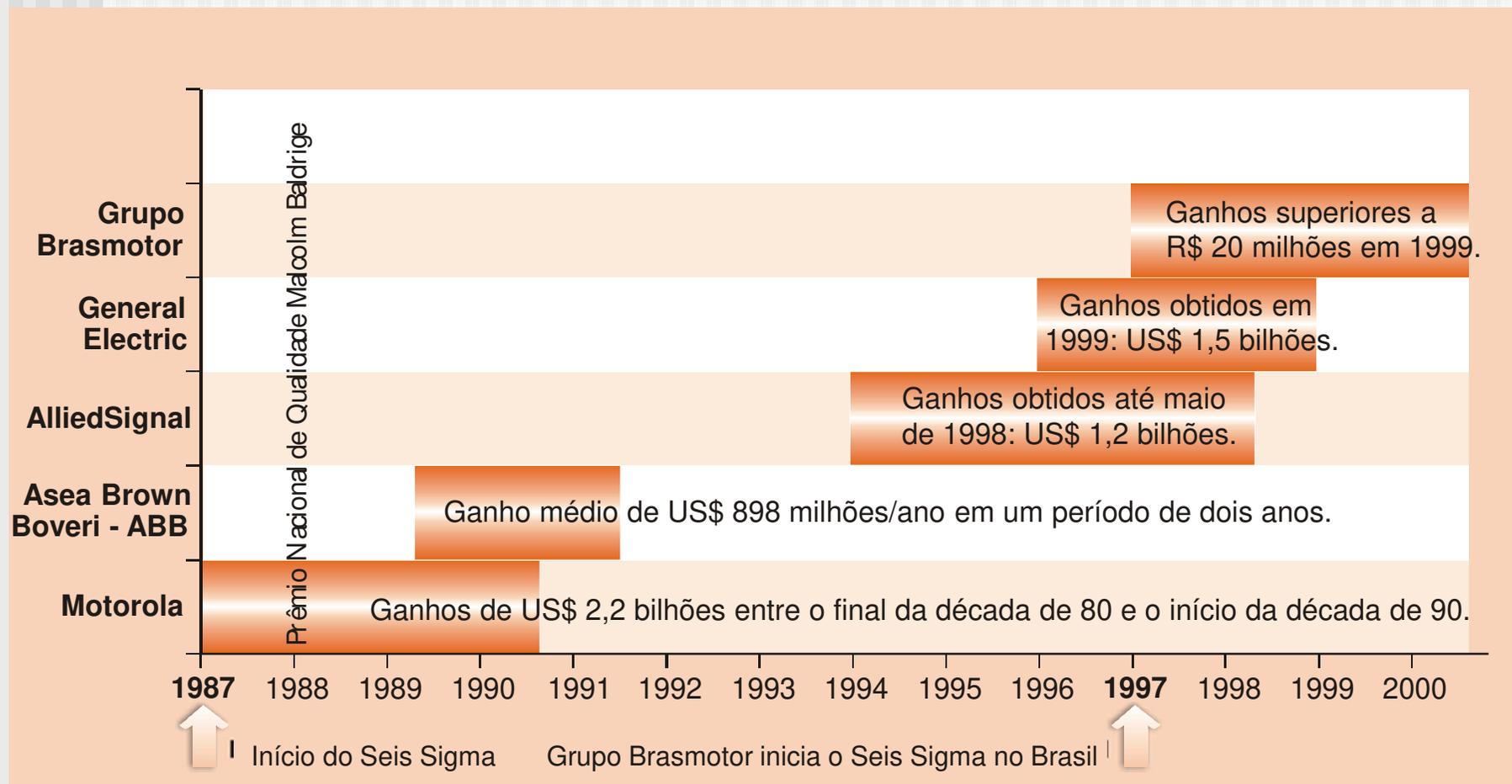
Exemplos de performances na Escala Sigma (Estatísticas dos EUA)



Tradução do nível da qualidade para a linguagem financeira

Nível da qualidade	Defeitos por milhão (ppm)	Percentual conforme	Custo da não qualidade (percentual do faturamento da empresa)
Dois sigma	308.537	69,15	Não se aplica
Três sigma	66.807	93,32	25 a 40%
Quatro sigma	6.210	99,3790	15 a 25%
Cinco sigma	233	99,97670	5 a 15%
Seis sigma	3,4	99,999660	< 1%

Resumo da história do Seis Sigma



O SEIS SIGMA NO BRASIL



Alguns exemplos de sucesso do Programa Seis Sigma na GE

GE Capital - cartão de crédito:

- Aumento da produtividade, rapidez e diminuição do custo por cartão de crédito:
 - Redução do número de faturas erradas.
 - O cliente passou a não precisar ligar para a GE solicitando correções.
 - Queda dos gastos com as verificações solicitadas pelos clientes.

GE Plastics - processo de produção de policarbonatos:

- Os policarbonatos atingiam os padrões internos extremamente altos estabelecidos pela GE, considerados satisfatórios pela maioria dos clientes.
- Problema: a GE Plastics ainda não havia atendido às exigências de desempenho da Sony para seus CD-ROMs e CDs de densidade superior.

O que há de novo no Seis Sigma?

O segredo do sucesso do SEIS SIGMA



\$\$\$ - mensuração direta dos benefícios do programa pelo aumento da lucratividade da empresa ("bottom-line results").

DMAIC – método estruturado para alcance de metas utilizado no Seis Sigma.

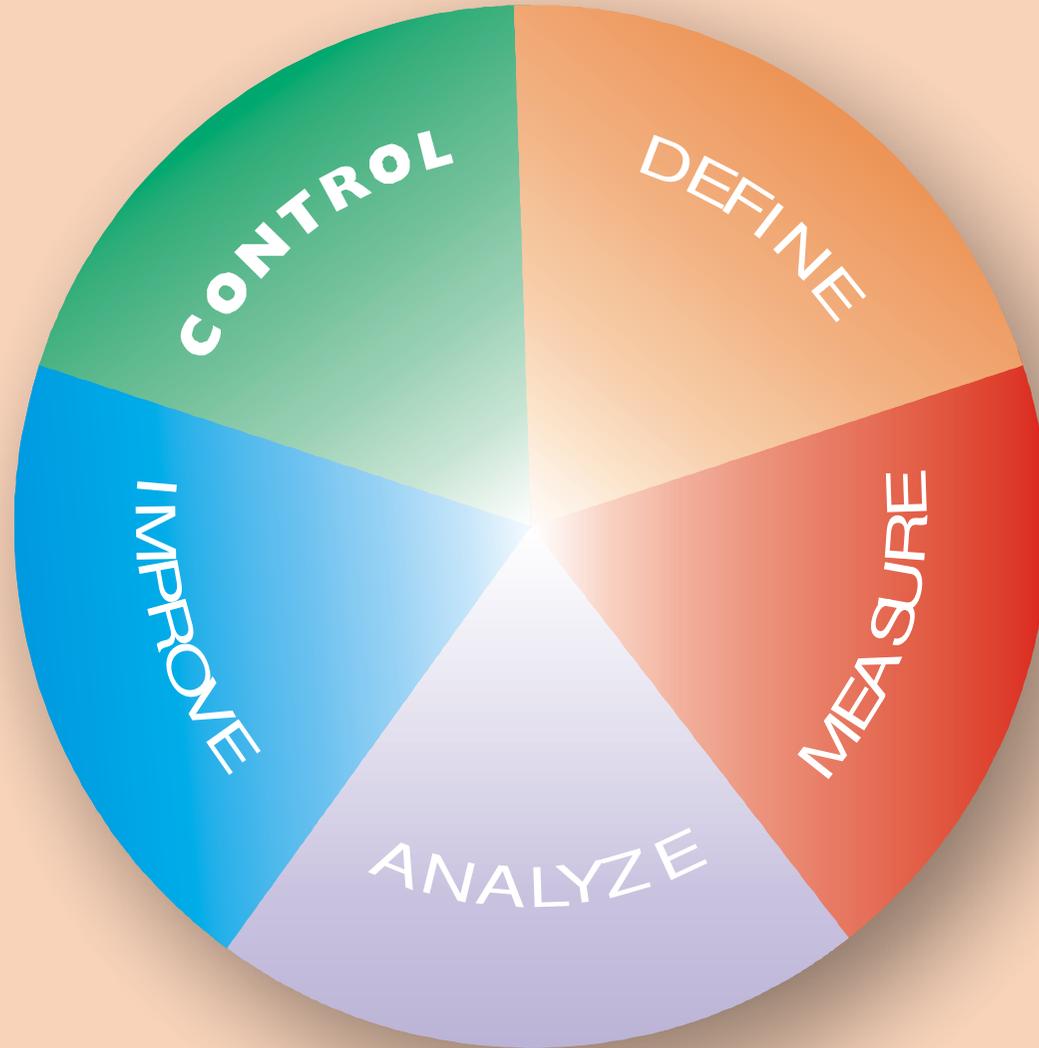
CEO – elevado comprometimento da alta administração da empresa.

- Outros aspectos fundamentais são:

- Foco na satisfação do consumidor
- Infra-estrutura criada na empresa, com papéis bem definidos para os patrocinadores e especialistas do Seis Sigma
- Busca contínua da redução da variabilidade
- Extensão para o projeto de produtos e processos (*Design for Six Sigma – DFSS*).
- Aplicação efetiva a processos administrativos, de serviços ou de transações e não somente a procedimentos técnicos.

O método *DMAIC*

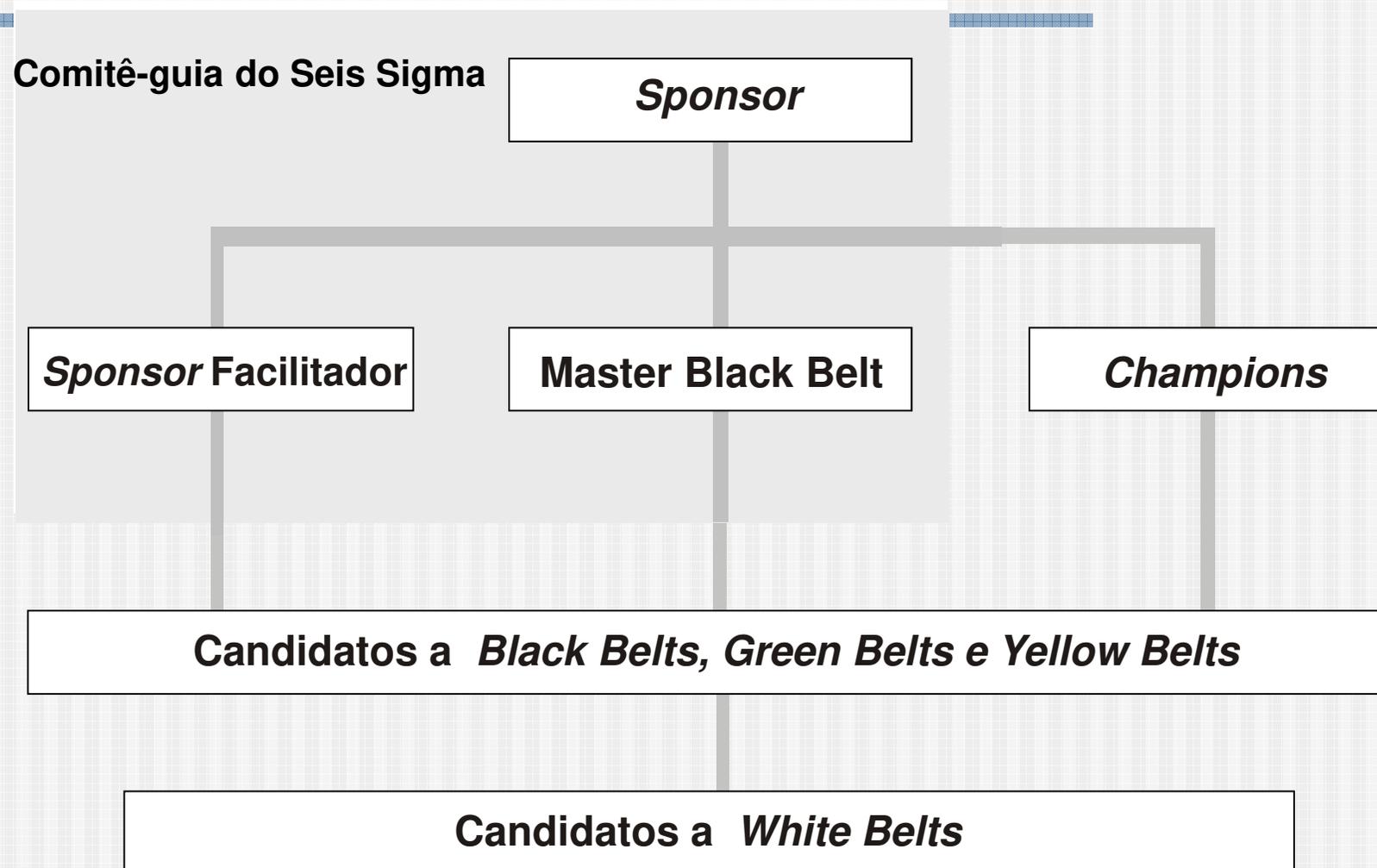
- **D** - *Define* (Definir): Definir com precisão o escopo do projeto.
- **M** - *Measure* (Medir): Determinar a localização ou foco do problema.
- **A** - *Analyze* (Analisar): Determinar as causas de cada problema prioritário.
- **I** - *Improve* (Melhorar): Propor, avaliar e implementar soluções para cada problema prioritário.
- **C** - *Control* (Controlar): Garantir que o alcance da meta seja mantido a longo prazo.



Sumário

1. O que é Seis Sigma?
2. Como implementar o Seis Sigma
3. Como selecionar projetos Seis Sigma
4. Seleção de candidatos a Black Belts e Green Belts
5. Como garantir a consolidação da cultura Seis Sigma na organização
6. Tendências mundiais do Seis Sigma

Patrocinadores e Especialistas do Seis Sigma



Etapas iniciais para a implementação do Seis Sigma

ATIVIDADE	OBJETIVO	QUEM EXECUTA
Lançamento do Programa Seis Sigma	<ul style="list-style-type: none">◆ Comunicar à organização a decisão de se adotar o programa, informando objetivos, forma de implementação, expectativas de participação e definição de papéis.	<ul style="list-style-type: none">◆ <i>Sponsor</i> do Seis Sigma, <i>Sponsor</i> Facilitador e Coordenador do Programa (com suporte da consultoria).
Entrevistas com gestores	<ul style="list-style-type: none">◆ Identificar os projetos potenciais e possíveis candidatos a <i>Black Belts</i> e <i>Green Belts</i>	<ul style="list-style-type: none">◆ Consultoria, gestores e coordenador.
Reunião com o <i>Sponsor</i> do Seis Sigma	<ul style="list-style-type: none">◆ Consolidar a estrutura de implementação do Seis Sigma na empresa e os resultados das entrevistas com os gestores.◆ Definir o grau de importância das metas estratégicas da empresa.◆ Definir o público-alvo do Seminário para a Alta Administração.	<ul style="list-style-type: none">◆ Consultoria, <i>Sponsor</i> do Seis Sigma, <i>Sponsor</i> facilitador e coordenador.
Seminário para a Alta Administração	<ul style="list-style-type: none">◆ Definir projetos, <i>Champions</i> e possíveis candidatos a <i>Black Belts</i> e <i>Green Belts</i>	<ul style="list-style-type: none">◆ Consultoria e participantes do seminário.

Etapas iniciais para a implementação do Seis Sigma

Workshop para a Formação de Champions

- ◆ Apresentar aos *Champions*:
 - O que é Seis Sigma.
 - Os patrocinadores e especialistas e seus papéis.
 - Etapas para a implementação do programa.
 - Como definir projetos Seis Sigma e candidatos a *Black Belts* e *Green Belts*.
 - Método *DMAIC*.
 - Algumas ferramentas Seis Sigma e sua integração ao *DMAIC*.
 - Decisões resultantes do Seminário para a Alta Administração.

- ◆ Consultoria e participantes do *workshop*.

Elaboração do *Business Case* de cada projeto

- ◆ Apresentar, para cada projeto, uma descrição do problema ou oportunidade, da meta a ser alcançada e dos ganhos resultantes.

- ◆ *Champions* (com suporte da consultoria e do coordenador).

Reunião com o *Sponsor* do Seis Sigma

- ◆ Apresentar e consolidar a estrutura para o desenvolvimento dos primeiros projetos Seis Sigma na empresa.

- ◆ Consultoria, *Sponsor* do Seis Sigma, *Sponsor* facilitador e coordenador.

Formação dos *Black Belts* e *Green Belts*

- ◆ Alcançar as metas dos projetos.

- ◆ Todas as partes envolvidas no programa Seis Sigma (empresa e consultoria).

Dedicação dos Candidatos a *Black Belts*

- ◆ É responsabilidade da empresa criar condições para que os candidatos tenham, durante os quatro primeiros meses, pelo menos 80% de dedicação ao treinamento e, posteriormente, 40% a 50% de dedicação (até a conclusão dos dois projetos).

Fatores críticos para o sucesso do programa – o que pode falhar na implementação do Seis Sigma?

- ◆ Patrocínio da alta administração da empresa – liderança *top-down*.
 - O Seis Sigma fracassará se não houver uma forte liderança do “número um” da organização.
- ◆ Gerenciamento estratégico do processo de mudança associado à implementação do Seis Sigma.
 - Os sistemas e estruturas da empresa devem refletir e incentivar a cultura Seis Sigma.
- ◆ Resultados dos projetos traduzidos para a linguagem financeira.

Fatores críticos para o sucesso do programa – o que pode falhar na implementação do Seis Sigma?

- ◆ Projetos Seis Sigma associados às metas prioritárias da empresa.
- ◆ Elevada dedicação dos especialistas do Seis Sigma ao desenvolvimento dos projetos.
- ◆ Primeiros resultados concretizados no curto prazo.
- ◆ Integração do Seis Sigma à realidade da empresa, especialmente a outros programas de qualidade vigentes.
- ◆ Especialistas com perfil adequado.
- ◆ Ampla divulgação, em todos os níveis da empresa, das etapas da implementação e dos resultados alcançados com o programa.
- ◆ Uso de ferramentas de análise apropriadas.
- ◆ Elevados níveis de competência e credibilidade da consultoria.

Sumário

1. O que é Seis Sigma?
2. Como implementar o Seis Sigma
3. Como selecionar projetos Seis Sigma
4. Seleção de candidatos a Black Belts e Green Belts
5. Como garantir a consolidação da cultura Seis Sigma na organização
6. Tendências mundiais do Seis Sigma

3 – Como selecionar projetos Seis Sigma

- ◆ Prazos dos projetos:
 - Médio Prazo – quatro a seis meses.
 - Longo Prazo – oito a doze meses.

Características dos projetos Seis Sigma

- ◆ Forte contribuição para o alcance das metas estratégicas da empresa.
- ◆ Grande colaboração para o aumento da satisfação dos clientes/consumidores.
- ◆ Chance elevada de conclusão dentro do prazo estabelecido.
- ◆ Grande impacto para a melhoria da performance da organização (ganho mínimo de 50% em qualidade, ganho financeiro mínimo relevante para o porte e tipo de negócio da empresa).
- ◆ Quantificação precisa, por meio do emprego de métricas apropriadas, dos resultados que devem ser alcançados no projeto.
- ◆ Elevado patrocínio por parte da alta administração da empresa e dos demais gestores envolvidos.

Cuidados na seleção de projetos Seis Sigma

1 – Complexidade dos projetos.

- ◆ Se, no estágio inicial de desenvolvimento, o projeto se mostrar muito amplo (ou muito simples), o escopo do trabalho deverá ser imediatamente alterado.
- ◆ É importante estabelecer metas ambiciosas, mas atingíveis, para os projetos Seis Sigma.

Cuidados na seleção de projetos Seis Sigma

2 – Tipos de ganhos resultantes dos projetos.

- ◆ O retorno financeiro a curto prazo é apenas uma parte dos ganhos resultantes do Seis Sigma.
- ◆ A chance de um projeto ser bem-sucedido será maior se o Champion for o responsável pela performance da área que será diretamente afetada pelos resultados do projeto.

Cuidados na seleção de projetos Seis Sigma

3 – Qualificações básicas de um projeto Seis Sigma:

- ◆ Existe uma lacuna entre a performance atual e a necessária.
- ◆ A causa do problema não é conhecida.
- ◆ A solução ótima para o problema não é conhecida.
 - Projetos com a solução já identificada – geralmente, o início do título de projetos deste tipo é *Implementar* – devem ser executados de acordo com os métodos para gerenciamento de projetos ou precisam ser redefinidos.

Exemplos de Metas de Projetos Seis Sigma

- ◆ Reduzir em 20% o custo de fabricação do componente WWX do produto XYZ até dd/mm/aa.
- ◆ Reduzir em 60% o scrap do componente TVZ do produto XYW até dd/mm/aa.
- ◆ Aumentar em 50% o índice de satisfação dos consumidores quanto ao atendimento da Rede Autorizada, até dd/mm/aa.
- ◆ Reduzir em 50% o volume total de produtos não faturados por incapacidade de atendimento aos pedidos, até dd/mm/aa.

Sumário

1. O que é Seis Sigma?
2. Como implementar o Seis Sigma
3. Como selecionar projetos Seis Sigma
4. Seleção de candidatos a Black Belts e Green Belts
5. Como garantir a consolidação da cultura Seis Sigma na organização
6. Tendências mundiais do Seis Sigma

4 – SELEÇÃO DE CANDIDATOS A *BLACK BELTS*

- ◆ Iniciativa / Entusiasmo / Dinamismo.
- ◆ Persistência / Criatividade.
- ◆ Habilidades de relacionamento interpessoal e de comunicação.
- ◆ Motivação para alcançar resultados e efetuar mudanças.
- ◆ Influyente/respeitado na área onde atua.
- ◆ Habilidade para trabalhar em equipe .
- ◆ Capacidade de concentração.
- ◆ Raciocínios analítico e quantitativo.
- ◆ Aptidão para gerenciar projetos.

Processo para seleção de candidatos a *Black Belt* e *Green Belts*

FIGURA 4.1

Apresentação aos gestores do perfil requerido para os *Black Belts* e *Green Belts*.



Indicação de nomes de possíveis candidatos ao coordenador do Seis Sigma.



Comunicação da indicação aos candidatos.



Apresentação do Programa Seis Sigma aos candidatos indicados.



Verificação da existência de candidatos que não tenham interesse em participar do Programa Seis Sigma.



Avaliação do perfil de cada candidato. *



Comunicação resumida do resultado da avaliação a cada gestor.

QUEM

- ◆ Coordenador do Seis Sigma na empresa
- ◆ Gestores
- ◆ Consultor

- ◆ Gestores
- ◆ Coordenador do Seis Sigma

- ◆ Gestores
- ◆ Candidatos

- ◆ Coordenador do Seis Sigma
- ◆ Candidatos

- ◆ Coordenador do Seis Sigma
- ◆ Candidatos

- ◆ Psicólogo
- ◆ Candidato

- ◆ Psicólogo
- ◆ Gestor
- ◆ Coordenador do Seis Sigma
- ◆ Consultor

Sumário

1. O que é Seis Sigma?
2. Como implementar o Seis Sigma
3. Como selecionar projetos Seis Sigma
4. Seleção de candidatos a Black Belts e Green Belts
5. Como garantir a consolidação da cultura Seis Sigma na organização
6. Tendências mundiais do Seis Sigma

5 – Como garantir a consolidação da cultura Seis Sigma na organização

- ◆ Promoção contínua da expansão do Seis Sigma – envolvimento de todas as áreas da empresa, fornecedores e clientes.
- ◆ Aprofundamento e adequação do uso da metodologia à realidade vigente e à visão que se busca alcançar.
- ◆ Ampla e freqüente divulgação dos resultados obtidos com o Seis sigma.
- ◆ Promoção de treinamentos específicos para os especialistas do programa, para a aquisição de novos conhecimentos no âmbito do Seis Sigma.

Sumário

1. O que é Seis Sigma?
2. Como implementar o Seis Sigma
3. Como selecionar projetos Seis Sigma
4. Seleção de candidatos a Black Belts e Green Belts
5. Como garantir a consolidação da cultura Seis Sigma na organização
6. Tendências mundiais do Seis Sigma

6 – Tendências mundiais do Seis Sigma

- ◆ Crescente implementação do programa em áreas administrativas, de vendas e de serviços.
- ◆ Adoção do Seis Sigma pela empresa como um todo – principalmente nos setores envolvidos diretamente no relacionamento com os clientes/consumidores – e não apenas nas áreas de manufatura.
- ◆ Disseminação do *Design for Six Sigma (DFSS)* como uma extensão do Seis Sigma para o projeto de novos produtos (bens ou serviços) e processos.

6 – Tendências mundiais do Seis Sigma

- ◆ Maior valorização dos chamados "*soft*" *savings* que podem ser gerados pelos projetos Seis Sigma.
 - Um exemplo de "*soft*" *saving* são os ganhos que resultam quando são evitadas perdas de clientes que poderiam ocorrer em consequência da deterioração da imagem da marca do produto e/ou da empresa.
- ◆ Envolvimento cada vez mais efetivo dos fornecedores da empresa no programa.

6 – Tendências mundiais do Seis Sigma

- ◆ Maior compreensão de que o Seis Sigma deve estar em contínua evolução, a partir de uma base sólida construída nos estágios iniciais de implementação do programa.
- ◆ Aproveitamento da aprendizagem obtida a partir das primeiras experiências (acertos e erros) com o programa, o que resulta, por exemplo, em projetos e candidatos escolhidos com mais critério e no maior entendimento dos papéis dos patrocinadores e especialistas do Seis Sigma.

6 – Tendências mundiais do Seis Sigma

- ◆ Ampliação do consenso de que o programa – quando ele realmente apresenta os requisitos necessários para receber a denominação “Seis Sigma” – “veio para ficar”, não sendo apenas mais uma moda passageira na área da qualidade.
 - O Seis Sigma já existe há cerca de 15 anos, a partir de seu nascimento na Motorola, e vem sofrendo aprimoramentos desde então, sendo adotado por um número cada vez maior de organizações.

6 – Tendências mundiais do Seis Sigma

- ◆ Alguns indicadores da consolidação mundial do Seis Sigma:
 - O lançamento da *ASQ Six Sigma Forum Magazine*.
 - A implementação do *ASQ Six Sigma Forum*.
 - A instituição do exame da *ASQ* para certificação de *Black Belts*.
 - O sucesso de *sites* como o www.isixsigma.com.