PCP – Planejamento e Controle da Produção

© SENAI-SP, 2007

Trabalho elaborado pela Escola SENAI Roberto Simonsen
do Departamento Regional de São Paulo.

Coordenação Geral	*José Carlos Dalfré*
Coordenação	*Laur Scalzaretto* *Waldir Muniz Hummig*
Elaborador	*Wagner Roberto Garo Junior*
Editoração	*Adriana Ribeiro Nebuloni* *Dennis Vinicius Fabricio*

Escola SENAI Roberto Simonsen
Rua Monsenhor Andrade, 298 – Brás
CEP 03008-000 - São Paulo, SP
Tel. 11 3322-5000 Fax. 11 3322-5029
E-mail: senaibras@sp.senai.br
Home page: http://www.sp.senai.br

Sumário

	Página
Introdução	3
Planejamento	5
Estudos para projeto de fábrica	13
Planejamento do processo produtivo	21
Custos industriais	51
Programação e controle da produção	53
Qualidade - Conceitos	59
Controle estatístico de processo	69
Metodologias de análise e solução de problemas	103
Gestão da Qualidade	121
ISO 9001:2000	127
Referências bibliográficas	143

Introdução

O desenvolvimento da qualidade dos produtos e serviços, assim como a aplicação de técnicas de planejamento tem se mostrados, na atualidade, como fundamental para que as empresas obtenham vantagens competitivas no mercado. Cada vez mais, a preferência dos clientes se voltara para os produtos de empresas que optaram por adequar-se aos novos paradigmas de administração dos negócios. Deste novo modelo podem-se destacar aspectos como:

- Foco no atendimento às necessidades dos clientes;
- Foco nos processos;
- Abordagem sistemática;
- Trabalho em equipe;
- Monitoramento constante do desempenho dos processo;
- Adequação aos padrões internacionais de qualidade (ISO 9000, ISO 14 000).

A motivação para a melhoria da qualidade é decorrente de necessidade de prover maior valor e satisfação aos clientes. Todo membro de uma organização deve se conscientizar de que os processos podem ser executados com mais eficiência e eficácia.

O aumento da eficácia e da eficiência beneficia os clientes, a organização e seus membros e a sociedade como um todo. A melhoria continua da qualidade aumenta a capacidade dos membros da organização em contribuir, crescer e superar-se.

Nem sempre a tarefa de atingir e manter tais objetivos é simples, devido à variedade e complexidade dos elementos que estão presentes e devem ser considerados. Exige um compromisso intenso no sentido do aprimoramento constante da competência profissional. Torna-se necessário, portanto, sustentar esse esforço com técnicas que possam facilitar a analise e o processo de tomada de decisão. Neste ambiente se enquadram as ferramentas da qualidade, como meio de facilitar o trabalho daqueles que são responsáveis pela condução de um processo de planejamento ou analise e

solução de problemas, visando a qualidade. Esses responsáveis pela qualidade, segundo a visão moderna, são todos os integrantes da organização.

Neste sentido, vale lembrar que essas técnicas devem ser assimiladas e utilizadas por todos. Isto significa que seu uso não restringe apenas à área de produção. Exigem portanto, o treinamento do pessoal das ares de planejamento, engenharia, vendas,compras, assistência técnica, etc.

É importante ressaltar que as *Ferramentas da Qualidade e planejamento* , a despeito da simplicidade de algumas, tem os seguintes objetivos:

- Facilitar a visualização e entendimento dos problemas;
- Sintetizar o conhecimento e as conclusões;
- Desenvolver a criatividade;
- Permitir o conhecimento do processo;
- Fornecer elementos para o monitoramento dos processos;
- Permitir a melhoria doa processos.
- Facilitar o planejamento e a tomada de ações preventivas

Não existem *Ferramentas milagrosas* capazes de solucionar todos os problemas. Caberá a cada profissional a arte de combiná-las reunindo tantas *Ferramentas* quantas forem necessárias ao desenvolvimento de um projeto especifico, criando novas abordagens e possibilidades.

Neste material, os alunos terão acesso à ferramentas que foram estruturadas, entre outras, para aplicação na área automotiva, tendo em vista a crescente necessidade de melhoria da qualidade e aumento da produtividade. Entretanto, o objetivo não é formar especialistas na área automotiva e sim mostrar que tais rotinas, que são exigências na área citada, podem contribuir de forma significativa para qualquer ramo, tendo em vista seus enormes benefícios.

Os formulários e anexos contidos nesta apostila servem apenas como referência.

Planejamento

Conceitos

Planejar é projetar um futuro que é diferente do passado, por causas sobre as quais se tem controle.

Segundo Peter Drucker, “o planejamento não diz respeito a decisões futuras, mas às implicações futuras de decisões presentes”.

Através destas definições, podemos entender a importância da rotina de planejamento na nossa vida profissional e pessoal.

Qualidade e produtividade não ocorrem sem planejamento, pois são frutos de esforços direcionados de um indivíduo ou grupo para fazer algo acontecer conforme o que foi anteriormente desejado e estabelecido.

Aparentemente complexo, um planejamento pode iniciar através da resposta de algumas perguntas, tais como:

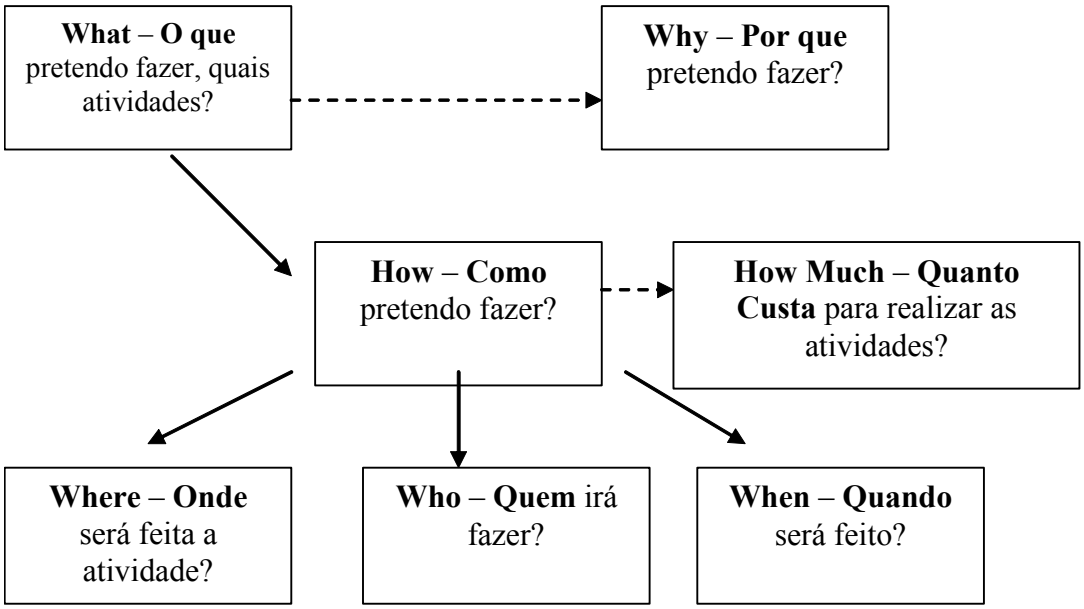
O que pretendo fazer, quando, como, quem, etc.

Além disso, devemos considerar que o planejamento provoca modificações em pessoas, métodos e ambiente de trabalho. Portanto, implantar qualquer rotina nova, seja ela um novo processo de fabricação, uma nova ferramenta de produtividade ou um sistema de gestão da qualidade significa alterar a cultura e meio ambiente de uma empresa.

Técnicas de Planejamento

5W 2 H

São questões que nos auxiliam no processo de planejamento, cujas respostas apresentam o delineamento das atividades a serem realizadas. São elas:



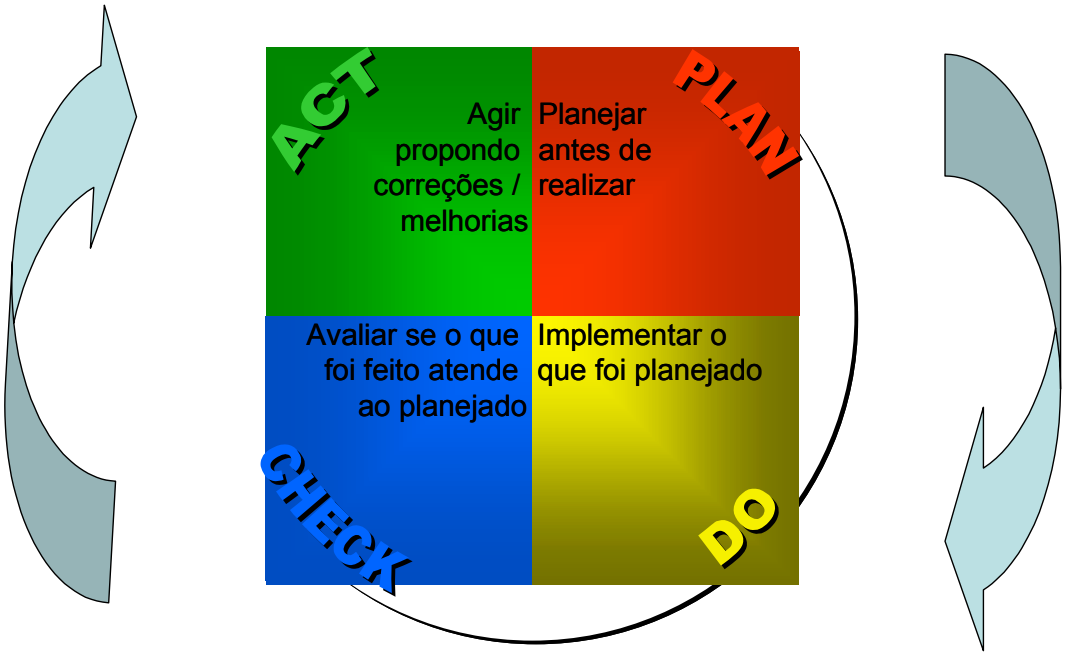
Existem variações deste modelo, conforme a necessidade e a expectativa de aplicação, tais como 4W1H ou 5W1H.

Uma maneira comum de apresentar um plano de trabalho para realização de um planejamento, também conhecido como “cronograma” ou “plano de ações” é através de uma planilha com colunas que representam as perguntas apresentas.

Exemplo: Planejamento de um processo de produção

O que	Como	Onde	Quem	Quando	Porque	Quanto
Elaborar desenho	Através do software de CAD	Engenharia	João	20/05	Criar o critério de aceitação do produto	2 horas de trabalho
Comprar material	Conforme procedimento de compras	Compras	José	30/05	Disponibilizar recursos para produção	1 hora de trabalho + custo do material

Ciclo PDCA



Consiste numa metodologia para validarmos um planejamento e estimularmos o processo de melhoria contínua.

Como vemos, a cada volta do ciclo estimulamos a melhoria da atividade planejada. Este método permite a medição dos dados e realimentação do planejamento.

Modelo DMAIC

O modelo DMAIC foi desenvolvido como ferramenta de planejamento e controle para projetos de melhoria do *modelo 6 Sgma* [1], e consiste em:
D – Definir as prioridades - o que melhorar
M – Medir – mapear o processo e avaliar a situação atual
A – Analisar as causas de variação – diagnóstico para melhoria
I – Melhoria *("improve")* – eliminar as causas dos problemas
C – Controle – controlar as melhorias

Gráfico de Gantt

O Gráfico de Gantt permite o acompanhamento das atividades ao longo do tempo planejado e ainda a visualização de atividades paralelas e independentes e atividades em série e dependentes.

Exemplo:

ATIVIDADES	DIAS																
	SIT.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Elaborar processo	P																
	R																
Comprar material	P																
	R																
Fabricar produto	P																
	R																

Atividades paralelas, independentes, ou seja, podem ser realizadas simultaneamente.

Atividade dependente, ou seja, só pode ser realizada após a conclusão das atividades anteriores. No caso de atraso das atividades anteriores, a atividade dependente atrasa proporcionalmente.

[1]Modelo 6 Sigma: Metodologia desenvolvida pela Motorola e aplicada por diversas empresas para melhoria da qualidade e produtividade.

Rede Pert-CPM

As redes Pert-CPM são muito eficientes para elaboração de cronogramas, permitindo monitorar com maior cuidado as tarefas cujo atraso pode implicar em problemas significativos na conclusão da atividade ou projeto planejado.

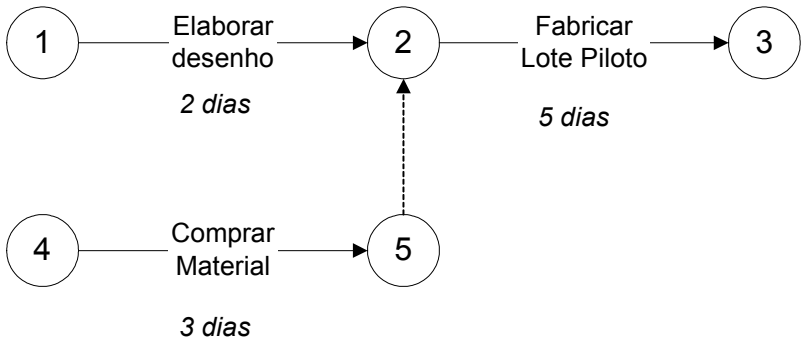
PERT-CPM – Program Evaluation and Review Technique – Critical Path Method ou Técnica de Avaliação de Programas – Método do Caminho Crítico.

a) Possíveis aplicações:

- Implementar planos para o desenvolvimento de novos produtos
- Implementar novos projetos na empresa (métodos para qualidade / produtividade)
- Projeto de fábrica
- Programação de produção e/ou prestação de serviços
- Programação de paradas de manutenção / reformas

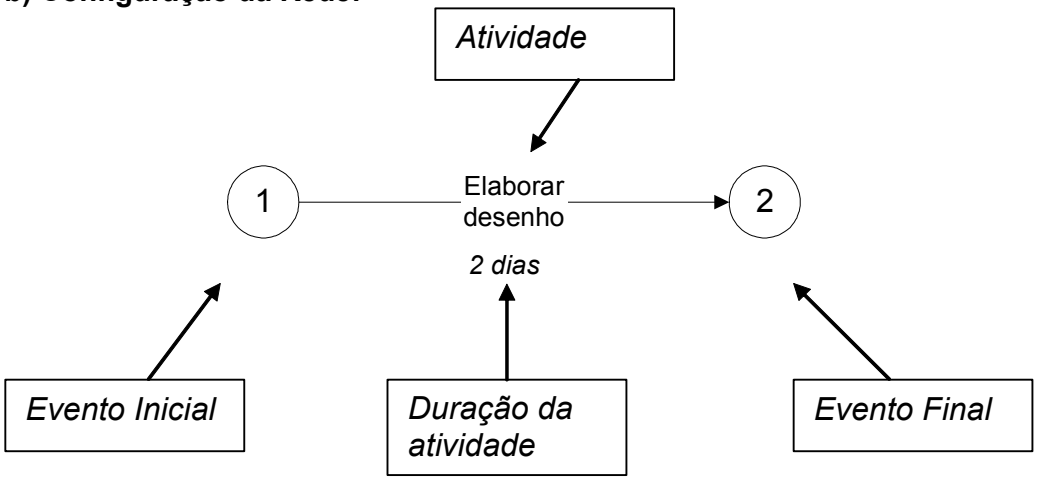
Exemplo:

Objetivo: Entregar amostras



Neste caso, a duração da rotina de entrega de amostras duraria 8 dias. O caminho crítico (atividades que não podem ter atrasos) seria representado pelas atividades de compra de material e a fabricação do lote piloto.

b) Configuração da Rede:



- Eventos: Não consomem tempo nem recursos. Consistem em marcos referenciais determinando o exato momento de início e término de uma atividade.
- Atividades: Consomem tempo e recursos.
- Duração da atividade: Tempo para execução da atividade.

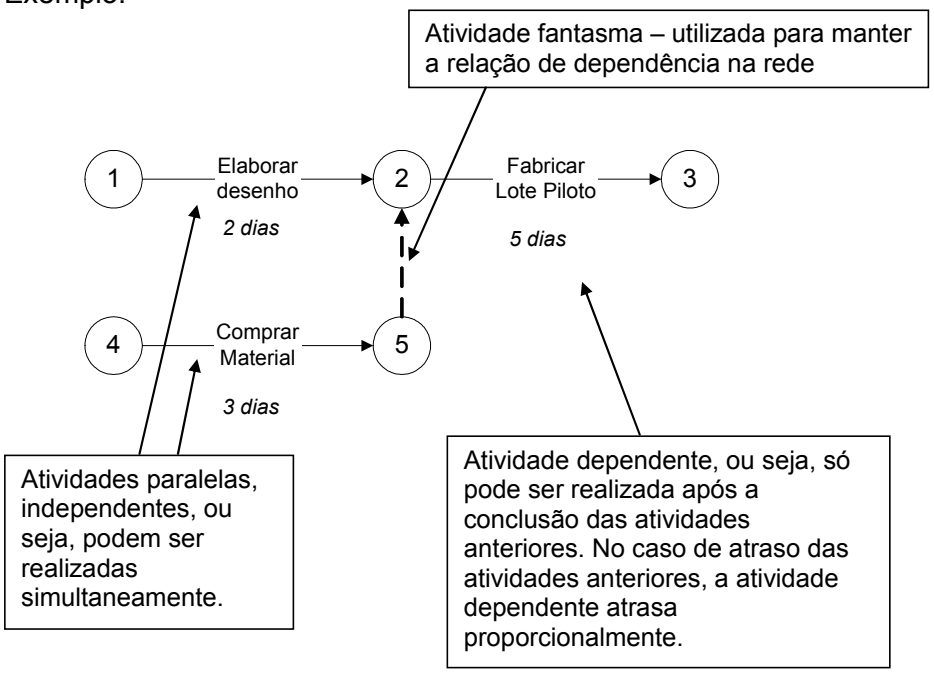
c) Atividades dependentes e independentes:

O processo de planejamento de um determinado projeto possui atividades que são dependentes umas das outras e atividades independentes. A definição destas atividades é fundamental para determinarmos a duração do projeto, tendo em vista que:

Atividades dependentes: devem, obrigatoriamente, ser dispostas em série, sendo necessária a conclusão da atividade antecessora para iniciar a atividade sucessora.

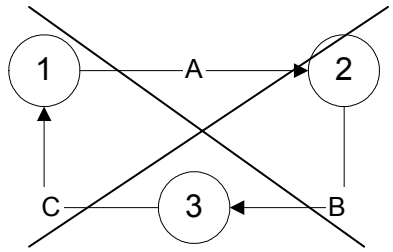
Atividades independentes: podem ser executadas em paralelo, ganhando tempo na execução do projeto.

Exemplo:

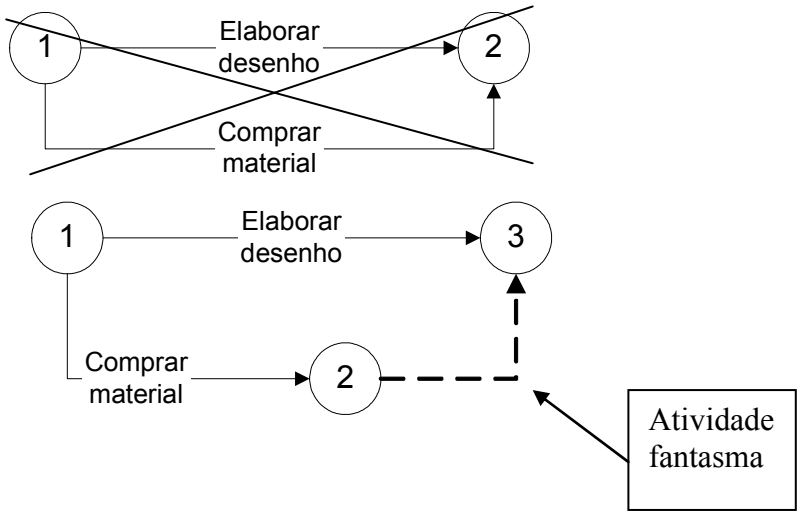


Notas importantes:

- Obrigatoriamente para iniciar uma atividade deve-se ter concluído a atividade antecessora.
- Não pode haver circuito na rede (atividades não retornam)

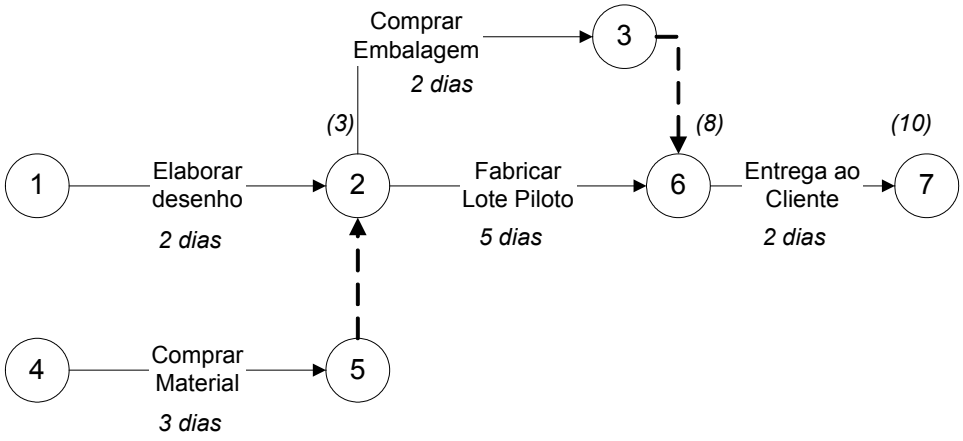


- Entre dois eventos somente uma atividade



d) Caminho Crítico:

É o caminho percorrido pelas atividades que possuem a maior duração, ou seja, cujo atraso podem implicar em atraso no prazo do projeto final.



Caminho Crítico- percorrido pelas atividades “comprar material”, “fabricar lote piloto” e “entrega ao cliente”, representado da seguinte forma:

CC = 4,5 ; 5,2; 2,6; 6,7

Duração do projeto: 10 dias.

As atividades que não pertencem ao caminho crítico possuem folgas.

e) Como elaborar uma rede PERT-CPM

- Elaborar uma lista das atividades a serem realizadas;
- Definir a seqüência de atividades;
- Definir a duração de cada atividade;
- Avaliar as atividades que serão realizadas em paralelo;
- Montar a rede;
- Determinar o caminho crítico;
- Determinar a duração do projeto.

Estudos para projeto de fábrica

Conceitos

Neste capítulo estaremos abordando alguns estudos que poderiam ser realizados para instalação de uma fábrica. O objetivo é de posicionar o aluno de alguns tópicos que deveriam ser considerados para a realização da instalação de uma empresa.

Arranjo Físico (Lay-out)

O arranjo físico de uma operação produtiva preocupa-se com a localização física dos recursos de transformação. Colocado de forma simples, definir o arranjo físico é decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção. Mudanças relativamente pequenas na localização de uma máquina numa fábrica ou dos bens em um supermercado, ou a mudança de salas em um centro esportivo podem afetar o fluxo de materiais e pessoas através da operação. Isto, por sua vez, pode afetar os custos e a eficácia geral da produção.

Princípios fundamentais para o projeto do arranjo físico

- Integração entre as operações
- Mínima distância – transporte interno deve tender a zero
- Obediência ao fluxo de operações (para empresas que fabricam diversos tipos de peças, buscamos extrair um fluxo principal)
- Uso do espaço (espaço volumétrico)
- Satisfação e segurança
- Flexibilidade

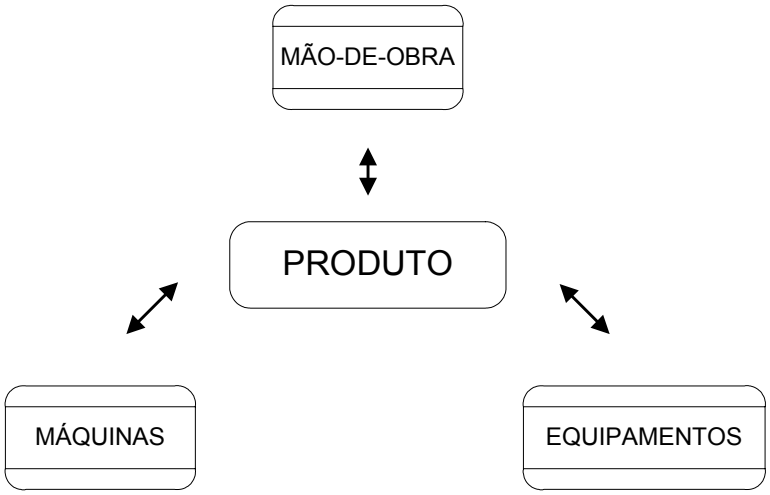
Tipos de arranjo físico

Dependendo do tipo de processo adotado pela empresa e ainda considerando a movimentação relativa dos recursos produtivos, o arranjo físico pode enquadrar-se em um dos tipos básicos abaixo:

- Arranjo físico posicional ou por posição fixada
- Arranjo físico funcional ou por processo
- Arranjo físico por produto ou linear
- Arranjo físico celular

A relação entre os tipos básicos de arranjo físico e os processos empregados não é totalmente efetiva, ou seja, um tipo de processo não implica necessariamente um tipo básico de arranjo físico em particular.

Arranjo físico posicional ou por posição fixada:
É o tipo de arranjo físico em que o recurso que está sendo transformado (produto, por exemplo), não se move entre os recursos transformadores (máquinas, por exemplo), mas sim o contrário.



Vantagens:

- Reduz a necessidade de movimentação interna pesada de material;
- Altamente flexível (aceita demanda variável)

Recomendações para escolha:

- Quando for difícil mover o material
- Quando for possível utilizar equipamentos leves ou portáteis
- Pequenos volumes de produção

Exemplos de aplicação:

- Construção de uma rodovia
- Fabricação aviões / navios
- Cirurgia

Arranjo físico funcional ou por processo

É o tipo de arranjo físico que tem como principal característica o agrupamento dos tipos de processos / equipamentos similares.

Retíficas	Tornos	Fresadoras

Vantagens:

- Facilita a utilização mais racional e produtiva dos equipamentos (reduz a ociosidade dos equipamentos)
- Adaptável a mudanças dos produtos (altamente flexível)
- Aceita uma demanda intermitente (aquela que é atendida através da produção simultânea ou não de quantidades diferentes de produtos diferenciados)

Recomendações para escolha:

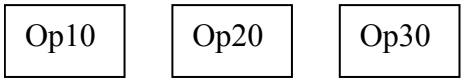
- Quando o equipamento for pesado
- Produção de vários itens diferentes (produção sob encomenda)
- Quando a demanda for intermitente
- Quando existir dificuldade para o balanceamento da produção

Exemplos de aplicação:

- Hospital
- Usinagem de peças
- Supermercado

Arranjo físico por produto ou linear

Consiste em localizarmos os recursos produtivos transformadores (máquinas/equipamentos) segundo a melhor conveniência do recurso que está sendo transformado.



Vantagens:

- Mão de obra menos qualificada (mais barata)
- Treinamento mais simples
- Supervisão mais fácil
- Menos controles intermediários
- Uma operação “empurra” a outra
- Mínima movimentação interna
- Produção mais ágil
- Utilização mais eficiente e produtiva dos recursos de fabricação e espaço físico

Recomendações para escolha:

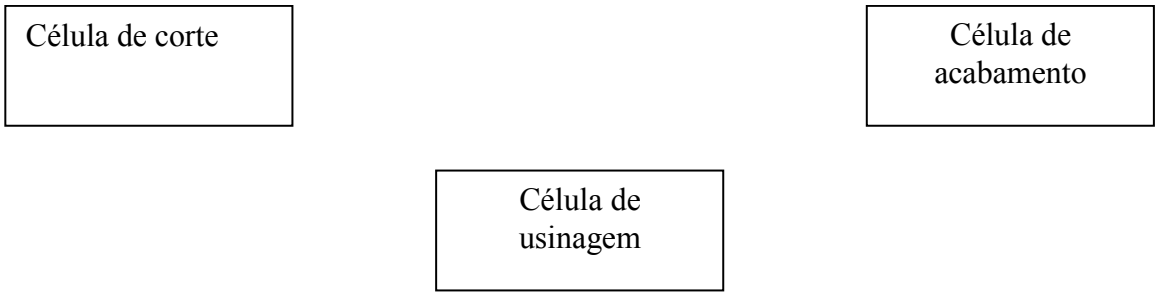
- Para produto padronizado (sem flexibilidade)
- Grande volume de produção
- Demanda contínua
- Tempos balanceáveis

Exemplos de aplicação:

- Montagem de automóveis
- Programas de vacinação

Arranjo físico celular

É um tipo de arranjo físico em que os recursos produtivos transformadores se posicionam em função do produto a ser fabricado. Podemos dizer tratar-se de uma derivação do arranjo físico por processo (funcional) ou por produto (linear). Os produtos podem migrar de uma célula a outra. Aplica-se também aqui o conceito de mini-fábrica



Vantagens:

- Podemos associar as vantagens do arranjo físico linear à flexibilidade do arranjo físico por processo.

Recomendações para escolha:

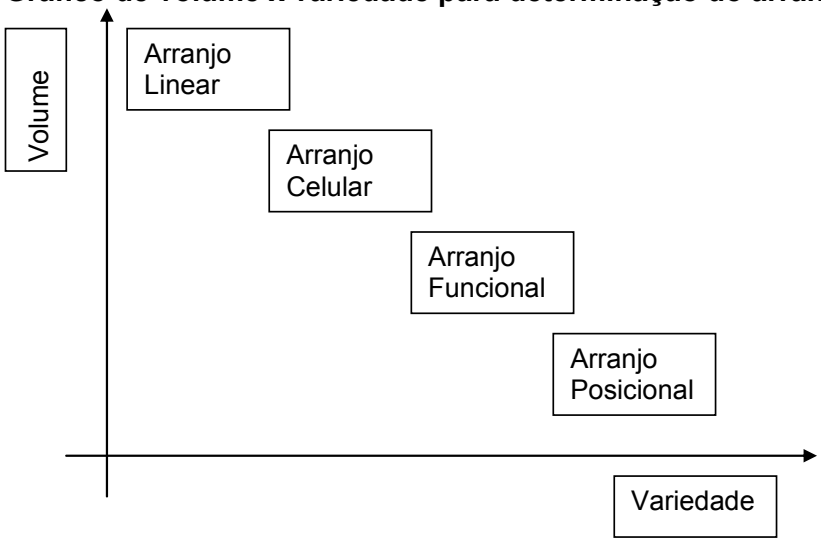
- Quando conseguimos classificar produtos por grupos e identificar seqüências parciais de operações produtivas que podem ser realizadas em conjunto.

Exemplos de aplicação:

- Área de produtos específicos em um supermercado (setor de lanches)
- Maternidades em hospitais
- Fabricação de um produto exclusivo de um cliente

Podemos utilizar também arranjos físicos mistos, mesclando os modelos básicos citados acima. O importante é manter o foco na redução de tempo ocioso e da movimentação interna.

Gráfico de volume x variedade para determinação do arranjo físico



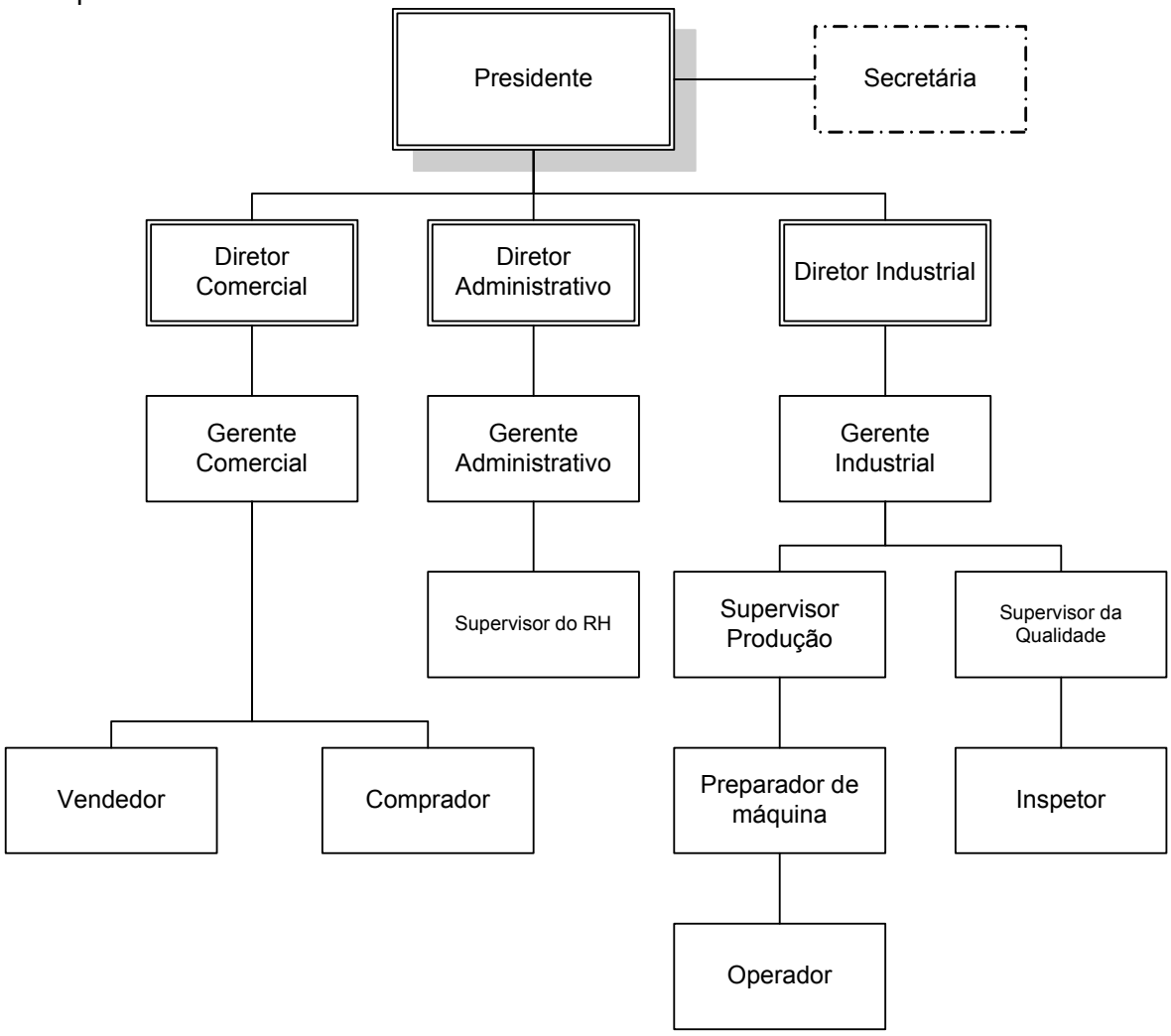
Organização

Toda empresa deveria preocupar-se com sua estrutura organizacional e departamental. Abaixo estaremos verificando ferramentas administrativas que nos auxiliam neste processo

Organograma

Organograma é um diagrama elaborado para representar a estrutura organizacional de uma empresa. É elaborado com base nas relações verticais dos funcionários e/ou setores da empresa.

Exemplo:



Note que os alinhamentos horizontais correspondem ao nível hierárquico equivalente entre as funções. Exemplo: Para o organograma acima, o comprador, vendedor, preparador de máquinas e inspetor possuem o mesmo nível hierárquico.

Além disso, note que as linhas verticais correspondem aos superiores hierárquicos de cada área, indicando quem é o superior imediato e subordinado imediato.

Descrições de Cargos

Para apoiar o organograma, podemos elaborar as descrições de cargo, cujo objetivo é a descrição das responsabilidades e autoridades inerentes a cada função do organograma, assim como podem ser estabelecidos os pré-requisitos de competência para ocupar a função.

Exemplo de descrição de cargos:

FOLHA DE DESCRIÇÃO DE CARGOS

FUNÇÃO: **GERENTE DA QUALIDADE**	***Nº Rev.*** **00**

RELACIONAMENTOS:

Reporta-se ao: *Diretor*
Supervisiona: *Não Aplicável*
Relacionamentos externos: *Clientes e Fornecedores*

RESPONSABILIDADES E AUTORIDADES:

- *Assegurar que os processos necessários para o sistema de gestão da qualidade sejam estabelecidos, implementados e mantidos;*
- *Relatar a Alta Direção o desempenho do sistema de gestão da qualidade e qualquer necessidade de melhoria;*
- *Assegurar que os processos necessários para o sistema de gestão da qualidade sejam estabelecidos, implementados e mantidos;*
- *Assegurar a promoção da conscientização sobre os requisitos do cliente em toda a organização.*
- *Contribuir para a manutenção e aperfeiçoamento da gestão da qualidade;*
- *Zelar pela organização e limpeza do local de trabalho;*
- *Cumprir os procedimentos e políticas da empresa*

Requisitos	**Competências Requeridas**	
Escolaridade	Mínimo Exigido	*Ensino médio*
	Desejável	*Ensino Superior*
Experiência	Mínimo Exigido	*2 anos na empresa ou 2 anos na área da qualidade*
	Desejável	*5 anos*
Habilidades	Mínimo Exigido	*Espírito de Liderança, Senso de organização,*
	Desejável	*Bom relacionamento interpessoal*
Treinamentos	Mínimo Exigido	*Curso ISO9001/2000*
	Desejável	*Curso de Auditor da Qualidade*

Planejamento do processo produtivo

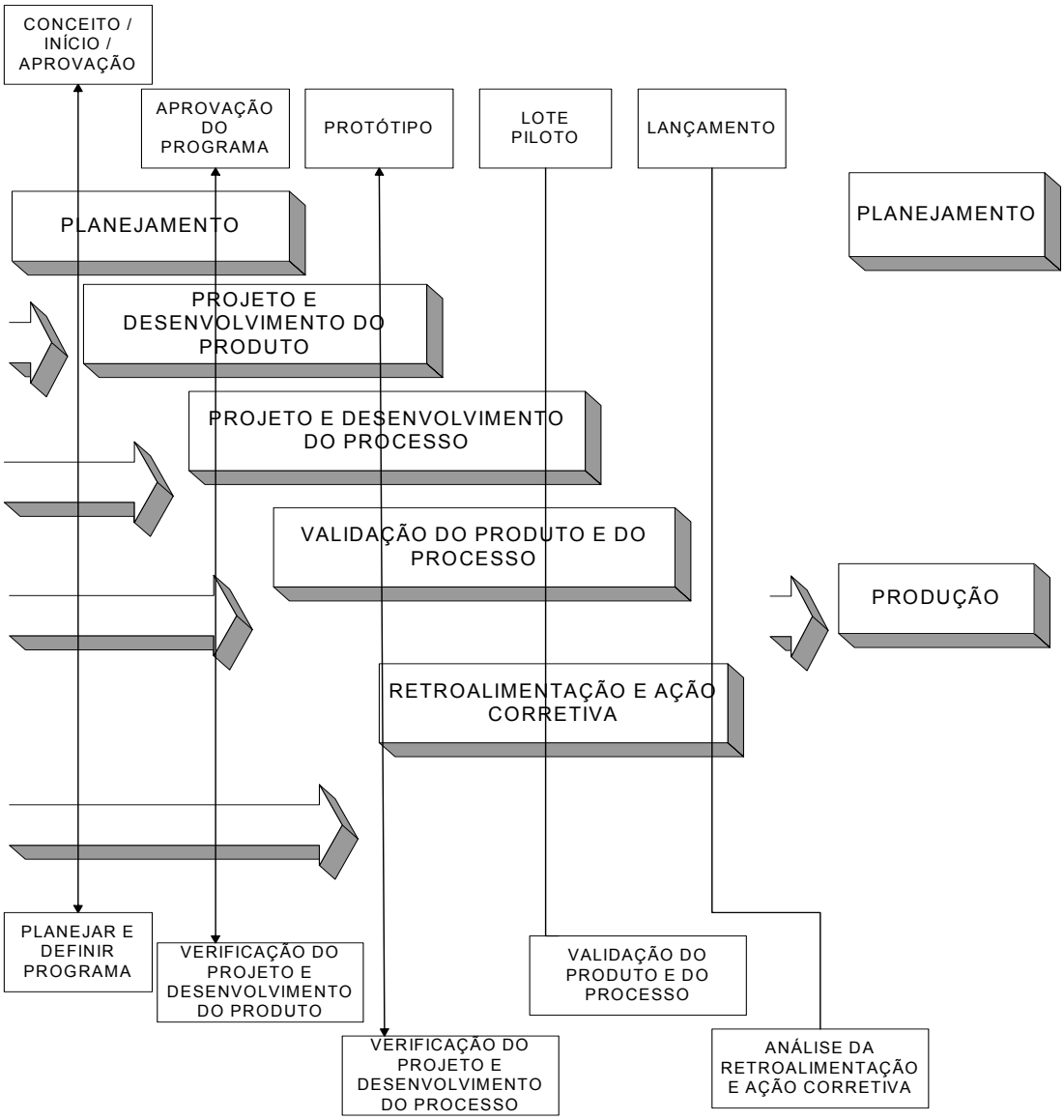
Neste módulo, estaremos estudando algumas ferramentas utilizadas para planejar produtos e processos. O objetivo é conseguirmos aprender métodos para desenvolver um produto com qualidade e dentro dos prazos previstos.

Planejamento avançado da qualidade do produto (APQP)

Introdução

Esta sistemática está prevista em um manual da norma QS9000 e determina uma rotina de atividades que tem por objetivo assegurar que o desenvolvimento de um produto / processo atenda às expectativas com relação à conformidade aos requisitos / especificações e atendimento aos prazos. Apesar da norma citada ser restrita à área automotiva, pode ser utilizada como referência para planejamento de processo produtivo. Este método de trabalho está baseado no ciclo PDCA.

Cronograma de planejamento da qualidade do produto



Fundamentos do APQP

- Direcionar recursos para satisfazer o cliente
- Promover a identificação antecipada de eventuais problemas
- Evitar adequações de última hora
- Oferecer um produto de qualidade, dentro do prazo, através de um projeto e processo definitivo.

O APQP é uma rotina que deve ser realizada de forma multidisciplinar, envolvendo os departamentos que possuem estreita relação com o produto. Em uma indústria, por

exemplo, espera-se que participem membros da engenharia, qualidade, produção e comercial. Este tipo de abordagem também é conhecida como engenharia simultânea.

Praticando o APQP

Avaliando a abrangência do projeto e suas interfaces

Primeiramente, deveremos avaliar a abrangência do projeto, considerando os tópicos abaixo:

- Coordenação / liderança da equipe
- Funções responsáveis pelas áreas representadas
- Identificar os clientes internos e externos
- Definir expectativas dos clientes
- Avaliar a viabilidade técnica e econômica
- Identificar custos, cronograma e restrições do projeto

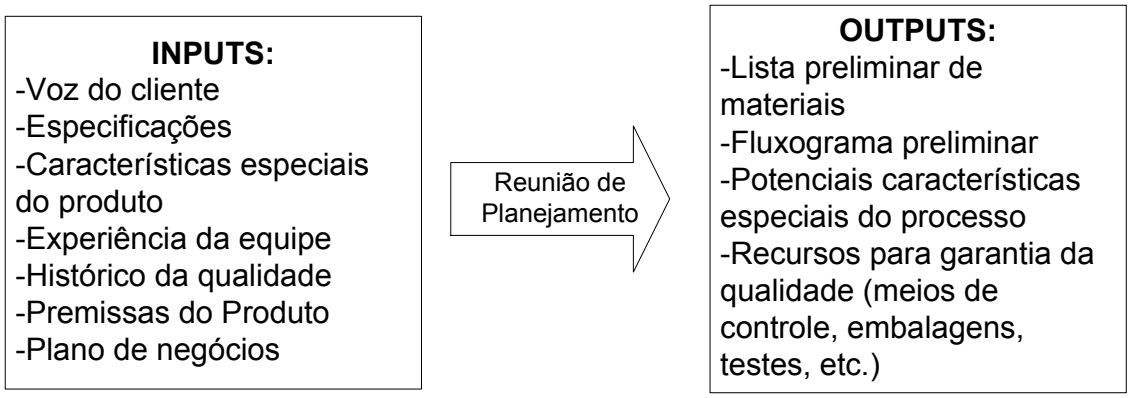
Não podemos esquecer de alinharmos as expectativas do projeto às expectativas das partes interessadas (clientes, fornecedores, etc), pois o sucesso do projeto pode depender da concordância e apoio destas partes.

Fases do APQP

1. Planejamento do programa
2. Projeto e desenvolvimento do Produto
3. Projeto e desenvolvimento do Processo
4. Validação do Produto e do Processo (PPAP)
5. Retroalimentação, avaliação e ação corretiva

Fase 1 – Planejamento do Programa

Nesta fase, devemos considerar as seguintes entradas e saídas:



Nesta fase a equipe se reúne, buscando avaliar as entradas acima e obter, através da discussão das informações, chegar as saídas deste processo.

Tipos de atividades que podem ser definidas nesta reunião, além das saídas:

- Matéria-prima
- Equipamento e ferramental necessários;
- Prazos para entrega;
- Meios de controle necessários;
- Treinamentos necessários para o novo produto.

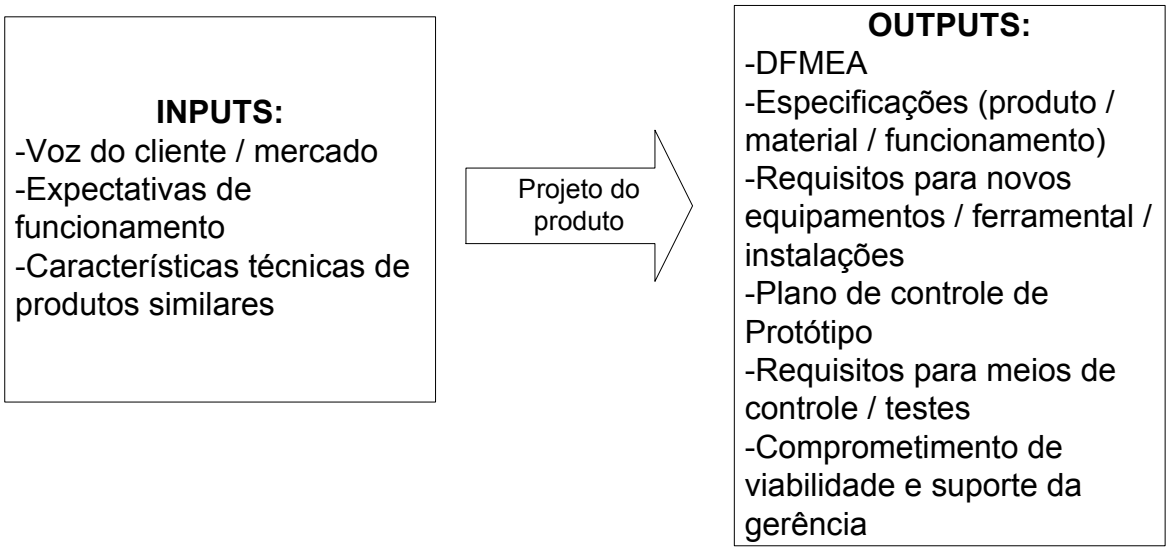
Registro e monitoramento

Após esta reunião, o coordenador do APQP irá registrar todos os dados num cronograma de desenvolvimento (anexo 1) e realizar o acompanhamento das ações a serem tomadas com os respectivos prazos. Caso necessário, convoca outras reuniões para solução de pendências sempre com o objetivo do cumprimento do prazo final que é o da conclusão do lote piloto e da melhoria contínua dos processos.

O resultado de um APQP pode ser evidenciado em um Plano de Controle, onde se especificam todos os controles previstos para o produto e os parâmetros de processo planejados.

Fase 2 – Projeto e Desenvolvimento do Produto

Esta fase é aplicável a empresas que possuem projeto do produto (que tenham responsabilidade técnica e civil pela especificação do produto). Como nas outras fases, segue abaixo as entradas e saídas:

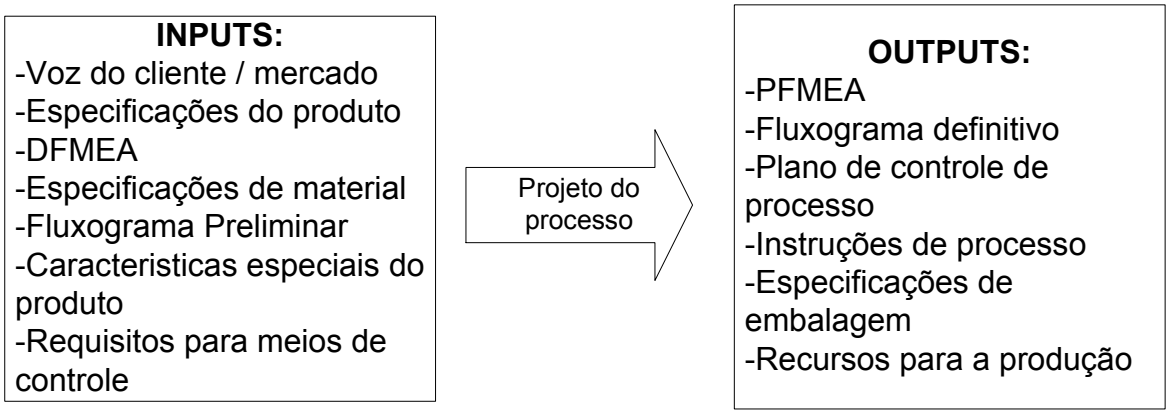


Esta fase consiste na concepção do projeto. Geralmente é mais próxima a área de engenharia de produto e não é aplicável a todas as empresas. Empresas prestadoras de serviço não aplicam esta fase.

Algumas atividades tais como FMEA de Projeto, realização do projeto (desenhos / normas / plano de contrtole de protótipo)

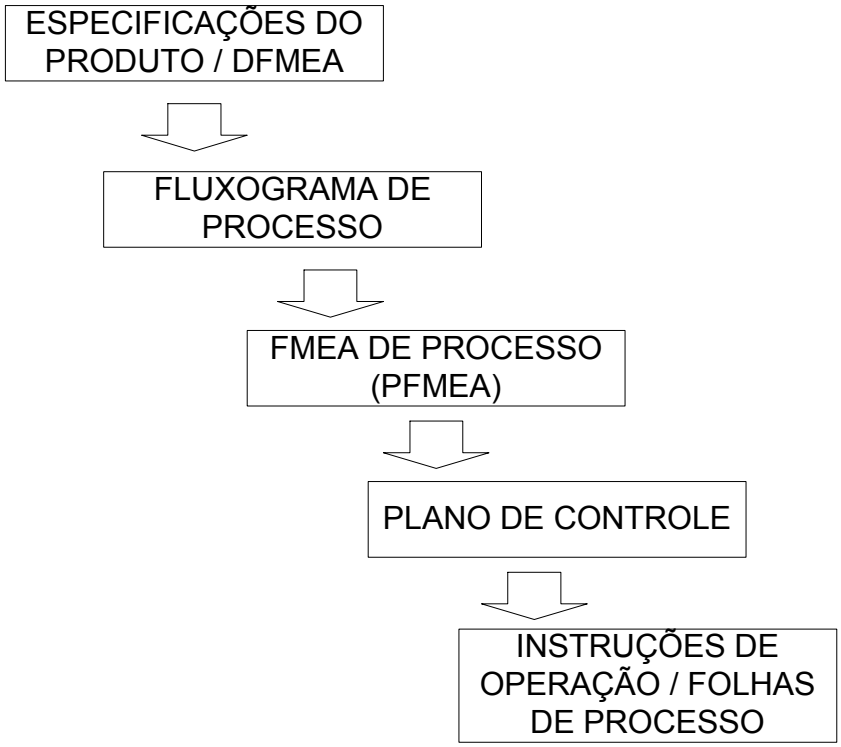
Fase 3 - Projeto e Desenvolvimento do Processo

Esta fase é aplicável na atividade de desenvolvimento de processos de produção. Seguem as entradas e saídas:



Consiste na determinação das especificações/instruções de processo, fluxograma de processo, layout das instalações, especificações de embalagem, etc.

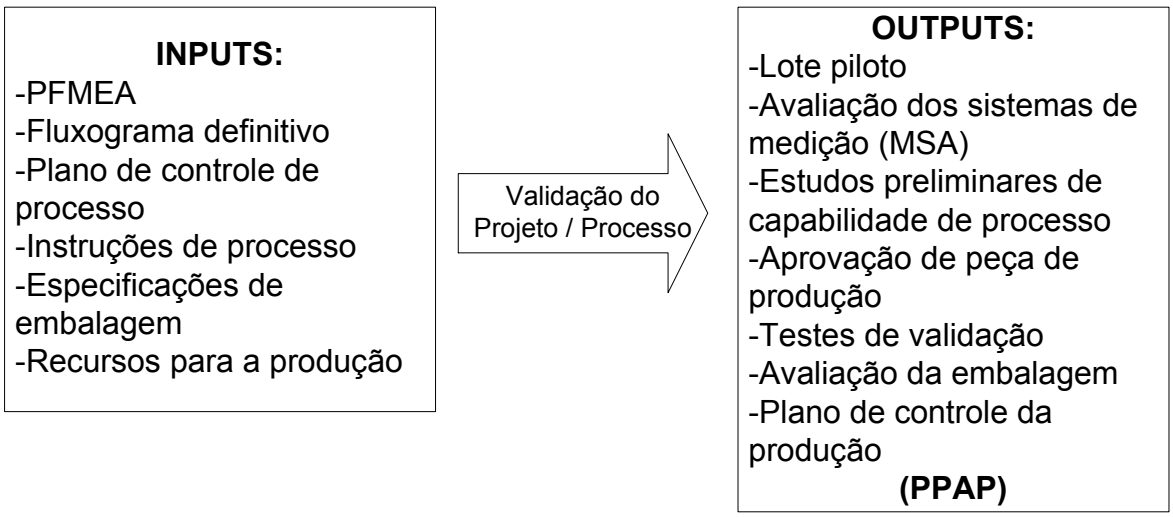
A seqüência para o planejamento do processo de produção deveria ser:



Desta forma conseguimos transmitir aos responsáveis pela produção todas as informações elaboradas no planejamento do processo. É importante que todas as informações estejam alinhadas nessa documentação.

Fase 4 – Validação do Produto e do Processo

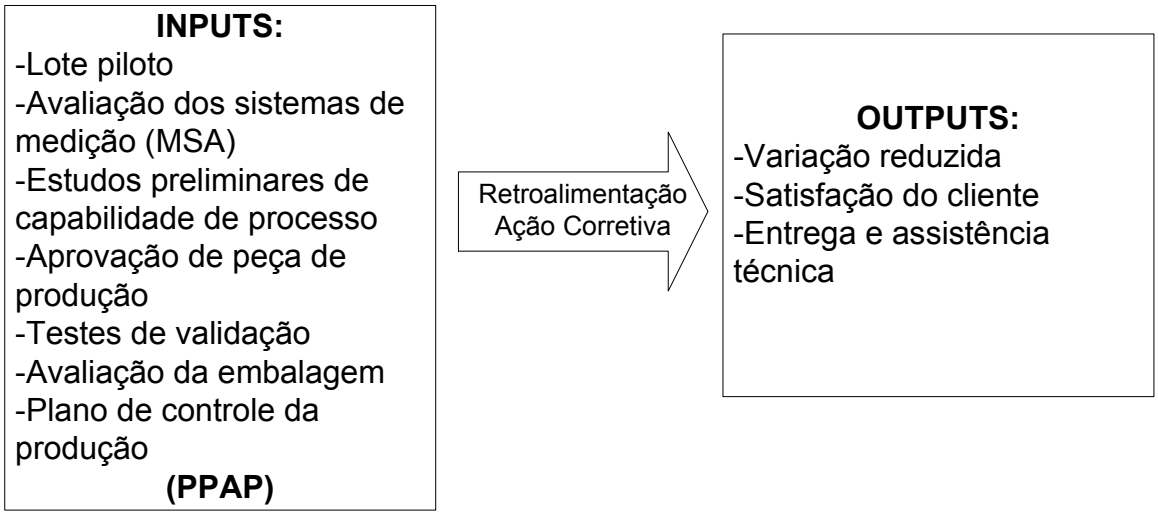
Nesta fase estaremos avaliando o resultado de todo o planejamento do produto, focando verificar se o protótipo e/ou lote piloto de um determinado produto atende às expectativas planejadas. Seguem abaixo as entradas e saídas:



As informações obtidas nesta fase serão suficientes para avaliarmos a conformidade (ou não) do produto e do processo. Com estas informações poderemos realimentar o ciclo de planejamento para propor ações corretivas e melhorias. Logo, após esta análise e implementação de eventuais correções, poderemos ter um produto e um processo de fabricação definitivo e conforme as expectativas.

Fase 5 – Retroalimentação, avaliação e ação corretiva

Nesta fase estaremos utilizando os resultados da fase anterior para melhoria do próprio projeto / processo planejado e ainda considerar tais informações para projetos posteriores.



Anexo 1 - Modelo de Cronograma de Desenvolvimento

Cronograma de Desenvolvimento

Cliente:	Nº da Peça:	Nome da Peça:
Data do Desenho:	Planta Cliente:	Data da Elaboração:
Nº do Desenvolvimento:		

Membros da Equipe	Função

Elementos do APQP	Data Programada	Data Fornecedor	Data Conclusão	Responsável	Observações
1 - Requisitos de entrada do cliente				Vendedor/Engenharia	
2 - Aquisição de Matéria – Prima				Logística/Comprador	
3 – Ferramental/Equip. produção				Produção/Engenharia/Afiação	
4 - Dispositivo de Usinagem				Produção/Engenharia/Comprador	
5 – Equipamentos de controle				Qualidade/Engenharia/Comprador	
6 - Fluxograma do processo de manufatura				Engenharia	
7 - **FMEA** de processo				Engenharia/Qualidade/Produção	
8 - Plano de Controle				Engenharia	

PLANO DE CONTROLE:

☐ Protótipo ☐ Pré-lançamento ☐ Produção	Contato:		Data Orig:	Data / Revisão
Nº do PC:	Tel:	Fax:		
Nome da Peça:	Nº do Cliente:		Revisão do Cliente:	Data:
Fornecedor:	Cód. do Fornecedor:		Elaboração:	Aprovação:
Equipe Principal:			Aprovação do Cliente:	

Nº O P	Descrição da Operação	Máquina, Disp., Padrão, Ferramentas p/ Manufatura	Características			Características Especiais	Métodos					Plano de Reação
			Nº	Produto	Processo		Especificação	Téc. de Aval. de Medição	Amostra		Método de Controle	
									Tamanho	Frequência		

PPAP

Definições:
Processo de aprovação de peça e produção (resultado do APQP – validação do desenvolvimento)

É um manual da QS9000 que visa disciplinar a produção das amostras de um produto sob várias situações com uma estrutura de documentação.

Objetivos:
O cliente, através deste processo de submissão de amostra, estará aprovando as peças submetidas (amostras) e o processo de fabricação das mesmas. Com isso, o cliente espera, através da fixação de um processo produtivo, eliminar problemas potenciais causados por mudanças repentinas de processo.

Algumas características:

Quando devo enviar um PPAP
- Peça ou conjunto novo
- Alterações de engenharia
- Correção de discrepância

Quando devo me comunicar com o cliente para saber da necessidade da submissão de um PPAP
- Alteração de matéria-prima
- Alteração de fornecedor
- Alteração no processo de fabricação
- Transferência de equipamentos para outra unidade de fabricação
- Alteração no ferramental / dispositivo
- Produção interrompida por mais de 12 meses.

O que compõe um PPAP?
- Capa (Certificado de Submissão – PSW) c/ cód. IMDS
- Relatório Dimensional
- Desenho mapeado
- Relatório Material
- Relatório de Aparência
- Fluxograma

- FMEA
- Plano de Controle
- Estudos de MSA c/ resultados
- Estudos iniciais c/ resultados
- Doctos. Anexos ao desenho (normas, comunicados, etc)
- Documentação de laboratório qualificado
- Planos de ação (p/ baixos índices de capabilidade)

A organização só pode iniciar a produção da peça com a aprovação do PPAP ou uma liberação excepcional por escrito (p. exemplo no pedido de compra).

Anexo 1 – PSW (Certificado de Submissão)

Certificado de Submissão de Peças de Produção

PPAP Nº

Nome da Peça: Número da Peça:

Item de Segurança / Regulamentação Governamental Sim ☐ Não ☐ Nível de Alteração de Desenho de Engenharia: Data:

Alterações Adicionais de Engenharia: _____ Data:

Exposto no Desenho nº: Nº Pedido de Compra: Peso Kg:

Auxiliar de Verificação nº: Nível de Alteração de Engenharia: Data:

Informações do Fornecedor:

Nome do Fornecedor e Código

Rua

CEP / Cidade / Estado

Informações de Submissão:

☐ Dimensional ☐ Material / Funcional ☐ Aparência

Nome do Cliente / Divisão:

Comprador / Código do Comprador:

Aplicação:

Nota: **Esta peça contém alguma substância de uso restrito ou declarável** ☐ Sim ☐ Não

Estão as peças plasticas identificadas com os códigos de marcação apropriados da ISO. ☐ Sim ☐ Não

RAZÃO PARA SUBMISSÃO:

☐ Submissão Inicial
☐ Alterações de Engenharia
☐ Ferramental: Transferência, Reposição, Reparo ou Adicional
☐ Correção de Discrepância
☐ Ferramental Inativo por mais de 1 ano
☐ Material / Construção Opcional
☐ Sub-Fornecedor ou Mudança na Fonte do Material
☐ Mudança no Processo da Peça
☐ Peças Produzidas em outra Localidade
☐ Outras - Explique

NÍVEL DE SUBMISSÃO REQUERIDO (Marque um):

☐ Nível 1 - Certificado apenas (e para os itens designados e aparência, um Relatório de Aprovação de Aparência) submetido ao cliente;
☐ Nível 2 - Certificado, com amostras peças de produção e uma quantidade limitada de dados de suporte submetidos ao cliente;
☐ Nível 3 - Certificado, com amostras peças de produção dados de suporte completos submetidos ao cliente;
☐ Nível 4 - Certificado e outros requerimentos definidos pelo cliente;
☐ Nível 5 - Certificado , com amostras de peças de produção e dados de suporte analisados criticamente no local de manufatura do fornecedor.

RESULTADOS DA SUBMISSÃO:

Os resultados de ☐ medições dimensinais ☐ ensaios de materiais e funcionamento ☐ critério de aparência ☐ dados estatísticos atendem a

Todos os requesitos de desenho e especificações: ☐ Sim ☐ Não (SE "Não" - explique abaixo).

Moldes/Cavidades/Processo de Produção _____

DECLARAÇÃO:

Por meio deste afirmo que as amostras representadas por este certificado são representativas das nossas peças, que foram fabricadas conforme os requisitos do manual de processo de aprovação de peça de produção, 3º Edição . Além disso certifico que estas amostras foram produzidas na razão de produção de ____ / 8 horas. Eu anotei qualquer desvio desta declaração abaixo.

EXPLICAÇÃO / COMENTÁRIOS:

Nome Legível: Cargo / Depto. Fax.:

Assinatura Autorizada pelo Fornecedor: Data:

PARA USO SOMENTE DO CLIENTE (SE APLICÁVEL)

Disposição de Certificação da peça: ☐ Aprovada ☐ Rejeitada

Aprovação Funcional da peça: ☐ Aprovada ☐ Derrogada

Anexo 2 – Relatório Dimensional

Aprovação de peça de produção				**PPAP**	**0**	
Resultados Dimensionais				**PAGINA** 01 **DE** 01		
FORNECEDOR:			NÚMERO DA PEÇA:	**0**		
LOCAL DE INSPEÇÃO:			NOME DA PEÇA:	**0**		
ITEM	DIMENSÃO / ESPECIFICAÇÃO	C	RESULTADOS DAS MEDIÇÕES		OK	NÃO OK
			FORNECEDOR	CLIENTE		

Anexo 3 – Relatório Material

Aprovação de peça de produção **PPAP** **0**

Resultados dos Ensaios de Materiais **PAGINA 01 DE 01**

FORNECEDOR:			NÚMERO DA PEÇA: **0**		
LOCAL DE INSPEÇÃO:			NOME DA PEÇA: **0**		
ITEM	NÚMERO DA ESPECIFICAÇÃO DO MATERIAL / DATA / ESPECIFICAÇÃO		RESULTADOS DOS ENSAIOS PELO FORNECEDOS	OK	NÃO OK

Agora que já aprendemos sobre o planejamento de um produto / processo de fabricação, estaremos estudando técnicas para assegurar condições favoráveis à obtenção de processos com alto nível de qualidade e produtividade.

Estudo de Tempos e Métodos

Histórico

Frederich Taylor (1856 ~ 1915)

- Percebeu a falta de organização industrial
- Iniciou a cronometrar o ciclo de trabalho do operário
- Após diversos cálculos, chegou a uma média de peças por dia
- Quando tentou melhorar o método para baixar os tempos foi dispensado da empresa.
- Como não tinha como estudar os métodos (movimentos) continuou com os estudos de tempo.

Conclusão de Taylor: Para se obter produção máxima, precisa-se de métodos definidos e tempos pré-determinados.

Frank Gilbreth (1868 – 1924)

- Era servente de pedreiro
- Sua mulher, Lílian Gilbreth, teve grande influência em seus estudos de movimentos
- Demonstrava preocupação com a ergonomia dos funcionários
- Percebeu que cada funcionário acentava um tijolo de forma diferente
- Filmava todos os funcionários trabalhando e à noite, junto com a esposa, analisa e melhora os movimentos, estudando a maneira que apresentava a melhor relação custo benefício.
- Ao definir o melhor método, encontrou 17 movimentos diferentes do corpo humano e batizou como Therblig. Estes movimentos prevalecem até hoje. Após a implementação destes métodos conseguiu construir um edifício em metade do tempo e com 1/3 dos funcionários.

Um longo tempo depois, as teorias de Taylor e Gilbreth foram associadas, denominadas como estudos de tempos e métodos.

Cada operação deve ter um método e um tempo

Definições:
Produção - É o conjunto das atividades ligadas aos recursos produtivos (mão de obra, máquinas, equipamentos, materiais, instalações e meios de uma forma geral) ou "aquilo que se produz"

Produtividade - É a relação entre o resultado da produção e os recursos empregados.

O aumento da produtividade deve ser objetivado. Entretanto, alguns critérios devem ser considerados:

- Cuidados com a segurança. A segurança do operador deve vir em primeiro lugar.
- Cuidados com os gargalos de produção (balanceamento de linha)
- O aumento na produtividade pode ser obtido por melhorias dos recursos produtivos (tecnologias, mão de obra especializada, melhoria da qualidade)

Definindo o método

O método nada mais é do que o "modo como é feito" uma determinada atividade. Focando um processo produtivo, podemos formalizar os métodos através de instruções e/ou fluxogramas.

Fluxograma ou diagrama de fluxo de processo
É a representação gráfica dos diversos passos ou eventos que ocorrem durante a execução de um processo. Empregamos essa técnica para registrar de forma compacta um processo para sua melhor compreensão e posterior melhoria.

INSPEÇÃO

OPERAÇÃO

OPERAÇÃO / INSPEÇÃO

TRANSPORTE/MOVIMENTAÇÃO

DEMORA / ATRASO

ARMAZENAMENTO

Procura do melhor método

Após a descrição detalhada do processo, devemos investigar através dos temas:

- Propósito – o que é feito, porque, é realmente necessário, poderia ser melhorado, etc;
- Pessoa – quem faz, precisa ser esta pessoa/função, etc;
- Lugar – onde é feito, porque, pode ser realizado em outro local, etc;
- Seqüência – quando é feito, porque neste momento, poderia ser em outra ocasião, etc;
- Meios – como é feito, porque é feito desta maneira, existe potencial de melhoria.

Procura-se:

- Eliminar: eliminar as atividades desnecessárias;
- Simplificar: simplificar as operações eliminando esforço, risco para o operador, facilitando o trabalho;
- Dividir: as operações complexas em outras mais simples, utilizar mão-de-obra menos especializada;
- Combinar: as atividades visando uma redução de manuseio dos materiais, ferramentas, demoras, etc;
- Mudar a seqüência: mudar a seqüência das operações buscando uma redução no manuseio em um melhor aproveitamento de máquinas / homens, etc.

SENAI	DIAGRAMA DE FLUXO			01 / 01
CLIENTE		REV. CLIENTE	DATA / REV.	NÚMERO DA PEÇA
DATA DA EMISSÃO	REVISÃO	NOME DA PEÇA		CÓDIGO - EMPRESA:

OPERAÇÃO	TRANSPORTE	INSPEÇÃO	ESPERA	ARMAZENAGEM

OPERAÇÃO OU EVENTO	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO / EVENTO	DURAÇÃO

Estudo dos tempos:

Introdução

O estudo dos tempos é o estudo empregado na determinação do tempo necessário para que uma pessoa bem treinada e qualificada, trabalhando num ritmo normal, leva para executar uma tarefa especificada ou um ciclo produtivo.

Principais uso do estudo de tempos

- PPCP
- Determinação do custo padrão
- Balanceamento de linhas de produção
- Determinação do custo para mão de obra

Equipamentos para o estudo dos tempos

- Cronômetro decimal (analógico ou digital)
- Máquinas de filmar
- Máquinas para registro de tempos

Execução do estudo de tempos

Dependendo do tipo de operação o procedimento a ser sugerido na execução do estudo do tempo varia com certa liberdade, porém, os usualmente necessários e empregados são:

a) Obter e registrar todas as informações possíveis sobre a operação e o operador
b) Dividir a operação em elementos
c) Observar e registrar o tempo gasto em cada elemento da operação
d) Determinar o número de ciclos a ser cronometrado
e) Determinar o tempo representativo de cada elemento da operação (TS)
f) Avaliar o ritmo do operador
g) Determinar o tempo normal de cada elemento da operação
h) Determinar as tolerância (necessidades pessoais, fadiga, espera)
i) Determinar o tempo padrão de cada elemento da operação

Método de cálculo:

- Providenciar as medições (quantidade suficiente – quanto mais medições / mais preciso)
- Calcular a média que será = TS
- Determinar o R (valor do ritmo do operador – adotado por obervação)
- Calcular o tempo normal (TN) - TN=TS x R/100

- Calcular o tempo padrão (TP) - TP= TN (1+TOL/100) - Tolerância deve ser adotada pela empresa – normalmente adota-se 15%)

FMEA

Conceitos/Terminologias

a) FMEA

É a abreviação de “Failure Mode and Effects Analysis” ou Analise dos tipos de falhas e efeitos.

b) Problema

É um desvio entre uma situação ideal (resultado esperado) e uma situação real (resultado obtido)

c) Padrão

Uma meta ou objetivo que se quer atingir, desempenho esperado de um produto ou serviço. Padrão é uma medida de referência.

d) Desvio

Uma inclinação, um afastamento ou uma mudança de direção da situação ideal ou seja, do Padrão.

Desvio Padrão: Índice de dispersão de grande valor no estudo de uma distribuição de freqüência.

e) Causa

Aquilo que determina um acontecimento: Princípios, motivos, origens, razão... É a responsável pela ocorrência da falha.

f) Efeito

Resultado de uma ação ou resultado de uma falha.

g) Modo/Tipo

Maneira, forma, método de ocorrência . A descrição da falha potencial.

h) Defeito

Desvio inaceitável . Situação não conforme a uma especificação.

i) Análise

- Decomposição de um todo em suas partes constituintes;
- Exame de cada parte de um todo;
- Processo por meio do qual se vai do composto ao simples;
- Dos efeitos às causas.

j) Ocorrência

Capacidade de ocorrer, acontecer.

k) Detecção

Capacidade de detectar, encontrar o defeito.

l) Ações Corretivas

Ações que atuam na causa raiz da não conformidade.

m) Ações Preventivas

Ações que atuam em causas potenciais, evitando a ocorrência de defeitos.

O que é FMEA?

É uma técnica para prevenir e/ou diminuir a ocorrência de falhas em projetos/processos.

Através do FMEA, é possível:

- Identificar itens críticos de Segurança.
- Determinar as características do produto que necessitam de um cuidado especial.
- Otimizar as condições de controle e de processo já existentes ou planejadas.
- Indicar oportunidades para ações preventivas, corretivas e melhoria.

Tipos de FMEA

- FMEA de projeto
- FMEA de processo
- FMEA de sistema
- FMEA de segurança industrial (APR)

*Neste curso abordaremos FMEA de Projeto e Processo.

Por quê o FMEA?

O FMEA, se feito de forma adequada, permite eliminar as possíveis causas das possíveis falhas. Desta maneira, o risco de defeito do produto, sistema ou processo será reduzido, melhorando assim a sua confiabilidade.

Quando utilizar o FMEA?

O FMEA deve ser utilizado para:

- Produtos ou processos novos;
- Alterações significativas em produtos ou processos, incluindo alterações de engenharia e de fornecedores;
- Existência de problemas da qualidade no processo.

Desenvolvendo o FMEA

Grupo de trabalho

O FMEA é uma atividade realizada em um grupo formado de 4 a 7 pessoas, escolhidas dentre as áreas interessadas, conforme indicação abaixo:

FMEA de projeto

- Projeto do produto
- Experimentação
- Técnicas Estatísticas
- Processos e Métodos
- Qualidade
- Assistência Técnica
- Compras
- Fornecedores
- Ferramentaria
- Marketing

FMEA de processo

- Processos e métodos
- Projeto (engenharia/cliente)
- Técnicas Estatísticas
- Qualidade
- Produção
- Compras
- Fornecedores
- Manutenção
- Ferramentaria
- Engenharia de máquinas/Equipamentos

Elementos chave para o grupo de trabalho

- Engenharia de produto/processo
- Processos e métodos
- Qualidade
- Produção

A falta de qualquer elemento chave pode comprometer o andamento do trabalho.

Componentes do grupo de trabalho

Coordenador

Pessoa que se responsabilizará por:

- Convocar o grupo de trabalho;
- Definir o tipo do FMEA (Projeto, processo, etc);
- Programar as reuniões;
- Elaborar cronograma das implantações
- Distribuir cópias aos envolvidos
- Programar e coordenar as revisões do FMEA
- Controlar o arquivamento do FMEA

O desenvolvimento do FMEA se faz geralmente através de reuniões periódicas e previamente programadas. Estas reuniões devem ser agendadas com bastante antecedência, considerando o número de participantes e seu nível de ocupação.

Líder/Moderador

Pessoa que detém o conhecimento da técnica FMEA e os métodos de sua condução. Deverá:

- Explicar a metodologia do trabalho;
- Conduzir as reuniões dentro da técnica e metodologia FMEA
- Definir o ritmo do andamento das reuniões, mantendo o foco no objetivo

Participantes

Pessoas envolvidas com o projeto ou processo (foco do FMEA ou similares) que fornecerão informações para o andamento do trabalho (possíveis causas, ações, etc).

Convidados

Pessoas com conhecimento específico (especialistas) que participarão como consultores do trabalho conforme definição pelo coordenador.

Documentação necessária para o FMEA

- Desenhos, especificações e normas relacionadas ao produto;
- Planos de produção (controle e processo);
- Fluxograma de processo de fabricação;
- Dados referentes a histórico de problemas com o produto ou produtos/processos similares, índices de capacidade de máquina, reclamações de clientes, etc.

Etapas do desenvolvimento do FMEA

Identificação
- Tipos de falha;
- Efeitos da falha;
- Causa da falha;
- Controle atual.

Classificação
- Definir os índices de severidade, ocorrência e detecção
- Calcular o índice de risco

Decisão
- Propostas de melhoria (ações recomendadas)
- Definição da responsabilidade e prazos

Implantação
- Implantar as propostas de melhoria

Reavaliação
- Ações tomadas, novo índice de risco

a) Identificação

O próximo passo é identificarmos no produto (objeto do projeto ou processo) as características de segurança, significativas, críticas e funcionais e correlacionarmos às funções de projeto ou processo e aplicação.

Exemplo - Ø eixo 10 mm

Aplicação – Mancal de rolamento (informação do cliente ou projetista)

Função de processo: Retífica Centerless (FMEA de processo)

Função de projeto: Engenharia de mancais (FMEA de projeto)

A partir de então, nas colunas apropriadas, partimos para as causas, ações, controles, etc.

b) Classificação

Agora, iremos pontuar as características com base nas informações abaixo:

- Índice de Severidade

  É o grau de gravidade do efeito da falha para o cliente. Para determinação do grau de severidade, devem ser analisados cuidadosamente os efeitos da falha. A determinação do grau de severidade é feita pelo engenheiro ou técnico responsável pelo projeto do produto. Caso o projeto não seja feito pela própria organização, este índice pode ser obtido junto ao cliente, por exemplo.

  Estes pontos variam de 1 a 10, conforme a tabela abaixo:

Efeito	Consequências	Grau ou índice
Mínimo	A falha não causará nenhum efeito real na performance do produto. O cliente provavelmente não notará a falha	1
Tolerável	A falha causará leve deterioração na eficiência do produto ou alguma inconveniência no processo de montagem do cliente. O cliente provavelmente notará a falha, podendo ocasionar retrabalho ou reclamação	2 - 3
Moderado	A falha causará uma perda moderada no rendimento do produto. O cliente ficará insatisfeito com a falha, que ocasionará reclamações e/ou retrabalho	4-5-6
Grave	A falha causará deficiência no funcionamento do produto e grande insatisfação do cliente. Pode requerer grandes retrabalhos ou por em risco a segurança do operador.	7-8
Muito Grave	A falha afetará a segurança do usuário, causando perda total da eficiência do produto, e/ou infringindo regulamentos ou leis. Este tipo de falha pode causar campanha de troca (recall)	9-10

  Nota:

  A tabela acima é utilizada para fins de referência. Empresas que atuam na cadeia automotiva deverão consultar tabelas normalizadas em manuais específicos, que podem ser obtidos no instituto da qualidade automotiva (IQA).

- Índice de Ocorrência

  É a freqüência com que um tipo de falha ocorre, devido a uma ou várias causas. O índice de ocorrência tem um significado mais importante que apenas seu valor.

  A única maneira de reduzi-lo é impedir que a causa aconteça. Estime a probabilidade de ocorrência entre 1 a 10.

  Veja a tabela abaixo:

Probabilidade de ocorrência da falha	Freqüência de ocorrência da falha	Índice
Remota	1 em 1.500.000 (cpk≥1,67)	1
Baixo	1 em 150.000 (cpk≥1,50)	2
Moderado	1 em 15.000 (cpk≥1,33)	3
	1 em 2.000 (cpk≥1,17)	4
	1 em 400 (cpk≥1,00)	5
Alto	1 em 80 (cpk≥0,83)	6
	1 em 20 (cpk≥0,67)	7
	1 em 8 (cpk≥0,51)	8
Proporções alarmantes	1 em 3 (cpk≥0,33)	9
	1 em 2 (cpk<0,33)	10

Nota:

A tabela acima é utilizada para fins de referência. Empresas que atuam na cadeia automotiva deverão consultar tabelas normalizadas em manuais específicos, que podem ser obtidos no instituto da qualidade automotiva (IQA).

- Índice de Detecção

  É a estimativa da probabilidade de detectar a falha no ponto de controle previsto no processo. Na avaliação do índice de detecção, deve-se assumir que a falha ocorreu, independente do índice de ocorrência. Um índice de ocorrência baixo não significa que o índice de detecção também será baixo. Os critérios são:

Detecção	Probabilidade de detecção	Índice
Muito Alta	Certamente será detectado	1
Alta	Grande probabilidade de ser detectado	2-3
Moderada	Provavelmente será detectado	4-5-6
Baixa	Provavelmente não será detectado	7-8
Nula	Certamente não será detectado	9-10

Nota:

A tabela acima é utilizada para fins de referência. Empresas que atuam na cadeia automotiva deverão consultar tabelas normalizadas em manuais específicos, que podem ser obtidos no instituto da qualidade automotiva (IQA).

A precisão e a exatidão na detecção das falhas, estão principalmente nos seguintes pontos:

- Confiabilidade dos meios de controle utilizados
- Exatidão do padrão de aceitação
- Eficácia da inspeção efetuada (amostragem)
- Existência de procedimentos escritos;

- Índice de Risco ou Número de prioridade de risco (NPR)
  É o produto dos índices de severidade, ocorrência e detecção. Seu objetivo é somente indicar as prioridades às ações recomendadas. Para se verificar a necessidade ou não de ações corretivas, devem ser analisados **conjuntamente os índices de severidade, ocorrência e detecção**. A simples análise ou comparação de risco não é suficiente para esta decisão.

  R= Severidade x Ocorrência x Detecção

Critério para Tomada de ação	Índice de Risco
Prioridade 0 Item vulnerável e importante. **Requer** ações **imediatas** e/ou preventivas	ALTO (ACIMA DE 100)
Prioridade 1 Item vulnerável e importante. **Requer** ações a **curto prazo** e/ou preventivas	MÉDIO (50 A 100)
Prioridade 2 Item pouco vulnerável. **Podem** ser tomadas ações corretivas/preventivas a **longo** prazo.	BAIXO (1 A 50)

(Esta tabela deve ser utilizada como referência. cada organização deverá modelar seus próprios limites)

c) Decisão

As ações recomendadas com base nos dados acima deverão ser determinadas com responsáveis e prazo. O coordenador efetuará o acompanhamento da implementação destas ações.

d) Implantação

As ações deverão ser implementadas nos prazos previstos pelos responsáveis. Caso a ação não esteja implementada na data prevista, o coordenador deverá agendar novo prazo até a sua implementação.

e) Reavaliação

Após a implementação das ações, a característica, objeto das ações, deve ser reavaliada através da análise após a alteração dos índices de ocorrência e detecção, esperando atingir um menor NPR.

ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DA FALHA POTENCIAL- FMEA

( )PROJETO ( )PROCESSO

CLIENTE: | CÓD. PRODUTO: | Nº DO FMEA: | REVISÃO:

PARTICIPANTES: | COORDENADOR: | APROVAÇÃO

FUNÇÃO DO PROCESSO	*MODO DE FALHA POTENCIAL*	*EFEITO POTENCIAL DA FALHA*	*SEV*	*CLAS*	*CAUSA POTENCIAL*	*OCOR*	*CONTROLE PREVENTIVO*	*CONTROLE DETECTIVO*	*DET*	*NPR*	*AÇÕES RECOMENDADAS*	*RESP/ DATA*	*AÇÕES TOMADAS*	*REAVALIAÇÃO SEV*	*REAVALIAÇÃO OCOR*	*REAVALIAÇÃO DET*	*REAVALIAÇÃO NPR*

Folhas de Processo

São documentos utilizados para transferir as informações do planejamento do processo para a produção, ou seja, todas as informações obtidas nas discussões de planejamento e na elaboração do processo deverão ser transferidas à produção para que o **método** seja padronizado.

Cada empresa tem seu próprio documento utilizado para este fim, muitas vezes com nomes e formatos diferentes dos abordados aqui. Logo, as informações desenvolvidas neste curso deverão ser consideradas como referências pelos alunos.

Pontos importantes que devem constar nas folhas de processo:

- Seqüência de trabalho
- Máquinas e/ou equipamentos para a realização do processo
- Características do produto
- Parâmetros de processo
- Ferramentas e dispositivos utilizados
- Parâmetros de qualidade (meio de medição, freqüência de controle, amostras, etc)
- Croqui ou figura indicativa para orientação do operador

Normalmente, as folhas de processo são elaboradas por operação produtiva.

Conceito de operação convencionado neste curso:

Cada fixação ou momento de trabalho no produto corresponde a uma operação.

Algumas operações, tais como montagens, não possuem muitos parâmetros de processo. Nestes casos, a “folha de processo” pode ser representada, por exemplo, através de um fluxograma de montagem e/ou instrução de montagem.

O uso de imagens (desenhos, croquis ou fotos) é altamente recomendável devido a facilitar a interpretação da instrução pelo usuário do documento.

Custos industriais

Introdução

Conhecer os custos de suas atividades é condição básica para “tocar” qualquer empresa, seja ela comercial, industrial ou de serviços, independente do seu porte (pequeno, médio ou grande).

Classificação dos custos

Podemos classificar os custos de diversas formas: custo diretos, indiretos, fixos e variáveis.

- Custos Diretos: São os custos ligados diretamente ao que foi consumido para o produto (matéria-prima, mão de obra).
- Custos Indiretos: São os custos necessários para a manutenção da estrutura (energia elétrica, aluguéis, mão de obra, material de limpeza, etc)
- Custos Fixos: São aqueles decorrentes da estrutura produtiva instalada da empresa que independa da quantidade de produtos fabricados.
- Custos Variáveis: São aqueles que aumentam ou diminuem em função das quantidades produzidas.

Composição de custos de um produto

A composição de um custo de produção baseia-se em três pontos

- matéria-prima, mão de obra direta, custos indiretos de fabricação

Matéria-Prima: pago ao fornecedor + perdas + impostos + armazenagem (se houver)

Mão de Obra: calculado em função do tempo de produção por hora direta de trabalho

Custos indiretos: materiais indiretos, mão de obra indireta, outros custos

Estes custos podem ser departamentalizados, em função de tecnologia, mão de obra especializada, etc.

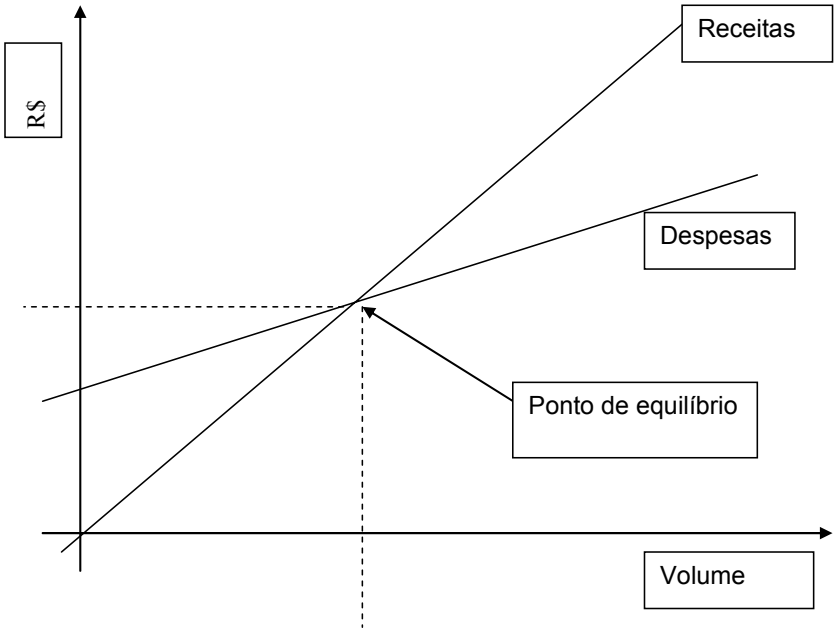
A obtenção dos custos indiretos por setor e/ou máquina deve-se por rateio.

Soma-se aos valores acima a matéria-prima e impostos (IPI, ICMS) e teremos o custo dos produtos. Acima deste valor, entra o lucro da empresa. O cálculo de custo é sempre feito em função do tempo de produção.

Ponto de Equilíbrio.

É o ponto de volume de produção que iguala as receitas às despesas. As empresas deveriam trabalhar com volume acima deste ponto para assegurar a rentabilidade.

Representação gráfica do ponto de equilíbrio.



Programação e controle da produção

Neste capítulo estaremos abordando a rotina de recebimento de pedidos dos clientes e administração das prioridades e necessidades de produção.

Conceitos e Definições:

Demanda de produção

A demanda de produção é determinada pelo mercado consumidor. Pode ser uma demanda constante ou sazonal.

Exemplos:

- Demanda constante: Fábricas de produtos alimentícios básicos, padaria, etc
- Demanda sazonal: Fábrica de brinquedos, ovos de páscoa, etc.

Estes valores de consumo podem ser estimados através de pesquisas de mercado e/ou históricos de consumo.

Previsão de produção

Para iniciarmos a organização de uma sistemática para programação e controle da produção, deve ser realizada uma previsão de produção. Esta previsão pode ser realizada através de dois métodos:

- Métodos qualitativos
- Métodos quantitativos (histórico – podem ter suporte de modelos matemáticos)

Os métodos qualitativos consistem em opiniões, suspeitas ou tendências intuitivas. Neste método as previsões são subjetivas.

Os métodos quantitativos levam em consideração o histórico de produção de um período anterior, podendo ser através da repetição dos valores, utilização média de produção ou outros modelos matemáticos.

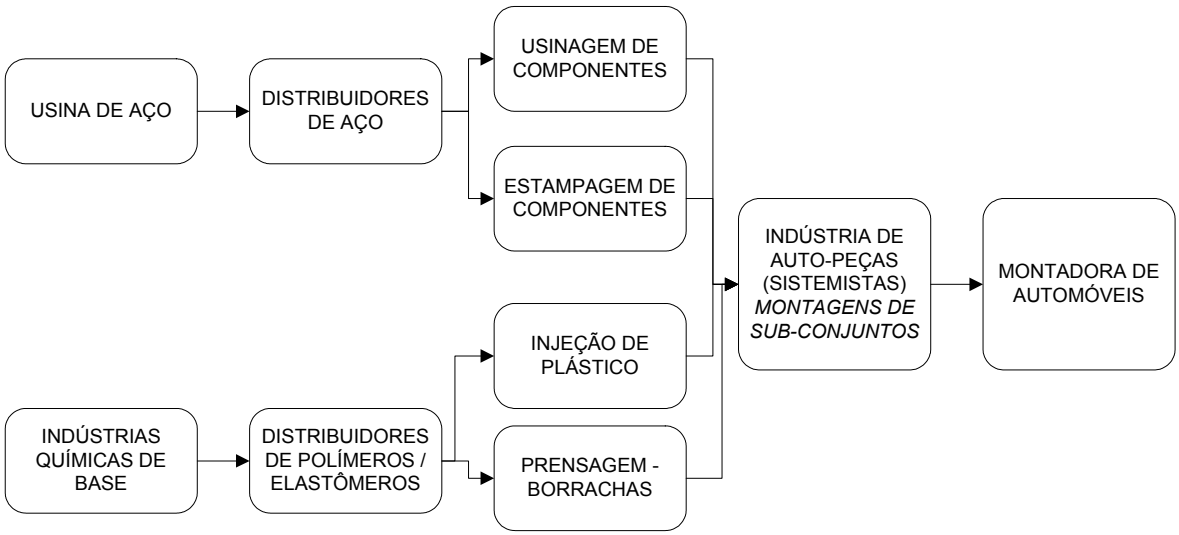
Lead Time de Produção/Entrega

É o tempo decorrente entre a colocação do pedido e a entrega do produto.

Cadeia de Suprimentos

É a estrutura necessária de fornecedores para a obtenção de produtos acabados.

Exemplo:
Cadeia de Suprimentos – produto automóvel



Estratégias de Fabricação

- Make-to-stock – Quando produtos são fabricados para repor o estoque.
- Assemble-to-order – Quando produtos são destinados à montagem conforme ordem.
- Make-to-order – Quando os produtos são fabricados conforme pedido/encomenda.
- Engineer-to-order – Quando os produtos são projetados e fabricados.

PPCP

Planejamento, programação e controle da produção

Questões de um sistema de programação de produção:

- O que se pretende fabricar a longo e a curto prazo?
- O que é necessário para fabricar o que se pretende?
- O que a empresa possui de disponibilidade?
- De que a empresa precisa?

Os níveis principais de um sistema de PPCP

Nível de planejamento	Objetivo	Horizonte	Freqüência de revisão
PLANO DE NEGÓCIOS	Metas da empresa/ visão de mercado	2 a 10 anos	Semestral ou anual
PLANO MESTRE DE PRODUÇÃO	Estabelecer níveis gerais de produção / estoque	6 a 18 meses	Trimestral
PROGRAMAÇÃO MENSAL		Mensal	Semanal / Mensal
MRP 1	Verificar a necessidade de materiais	6 a 18 meses	Qdo.necessário
MRP 2	Verificar a capacidade de produção	6 a 18 meses	Qdo.necessário
SEQUENCIAMENTO	Determinar a ordem da produção	Mensal	Diário / Semanal

MRP (Material Requirements Planning)

Consiste num método de levantamento de necessidades de materiais (Planejamento das Necessidades de Material) em função do plano de produção. Desenvolvido para uso através de software, tem como objetivo a manutenção de baixos estoques de materiais e solicitar materiais conforme a demanda.

MRPII (Manufacture Resources Planning)

Consiste num método de levantamento da capacidade de produção para atender ao plano mestre (Planejamento dos Recursos de Manufatura). Desenvolvido como um complemento ao MRPI, para uso através de software, tem como objetivo avaliar a capacidade atual em termos de máquinas, equipamentos e mão-de-obra em função das quantidades e prazos a serem atendidos.

Métodos de Programação e Controle da Produção (sequenciamento)

Consiste na determinação da seqüência de produção a ser seguida com o objetivo de atender aos prazos programados. Pode ser feita através de Pert-CPM ou Gráfico de Gantt, sendo este último usado com maior freqüência.

Gráfico de Gantt

O Gráfico de Gantt nos auxilia a identificar as ocupações das máquinas e o Lead Time dos produtos.

Consideremos a situação abaixo:

Produção de 1000 eixos, com as seguintes operações:

Operação	Set-up	Tempo Padrão por unidade	Tempo acumulado
10-Torneamento	2 horas	45 s	12,5h
20-Fresamento	1 hora	40 s	11,1h
30-Furação	1 hora	40 s	11,1h

Abaixo, vamos distribuir as necessidades num Gráfico de Gantt

	horas																	
Máquina	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**
Torno 1																		
Fresa 1																		
Furadeira1																		

Neste exemplo, o Lead Time, considerando que todos os recursos estejam disponíveis, é de 15 horas, ou seja, em torno de 2 dias. Para este exemplo, também desconsideramos o refugo, as paradas de máquina, etc., os quais, podem ser incluídos para facilitar o gerenciamento.

Ordens de Produção

São informativos emitidos para a produção, determinando a quantidade a ser produzida de um determinado produto, com respectivo prazo de entrega. Normalmente são numeradas para facilitar a rastreabilidade do processo.

Qualidade - Conceitos

Conceitos de controle e garantia da qualidade e suas evoluções

Histórico do Controle de Qualidade

Registrado por historiadores, desde 3000 a.C. já existia a prática de controle de qualidade. Era utilizado para uniformidade nas unidades de pesos e medidas. O mais antigo registro da função de inspetor é mostrado através de uma pintura egípcia em Tebas, datada de 1450 a.C., mostrando o corte e a medição das pedras.

No século XI, um decreto real na Inglaterra dava poderes aos oficiais para exigir uniformidade nos locais de fabricação, onde os encarregados dos artesãos eram nomeados para:

- verificar a qualidade e correção dos trabalhos defeituosos;
- reparar defeitos encontrados;
- punir os responsáveis;
- aplicar selo de aprovação somente em trabalhos de boa qualidade.

A evolução do controle de qualidade é estimulada pelas necessidades do mercado militar. Em 1664, Samuel Pepys (secretário da marinha) nomeia encarregados responsáveis pela construção naval para:

- garantir madeiras de boa qualidade;
- lonas de igual tamanho e qualidade aos padrões do escritório nava;
- âncoras de bom ferro espanhol, bem forjadas e acabadas;
- utilização de padrões físicos.

O desenvolvimento econômico e a diversificação conduziram ao aparecimento de padrões escritos contendo as principais especificações, sendo penduradas nas paredes das fábricas.

Histórico da Garantia da Qualidade

Durante o período da 2ª Guerra, podemos relatar:

- a qualidade era garantida basicamente através de inspeções finais , que separavam ítens bons e ítens ruins;
- a necessidade de produção de grande volume de armamentos levou os EUA a sérios problemas de qualidade destes produtos;
- os fornecedores (na sua maioria) não possuiam o “Know How”em tecnologia o que resultava em grande quantidade de produtos defeituosos.
- Surge então a **necessidade de prevenir** o sistema.
- Dr. Walter Shewart desenvolveu os primeiros conceitos de utilização de **técnicas estatísticas** como **“ferramenta de garantia da qualidade”** durante a fase produtiva. O esforço de guerra norte-americano não teria tido êxito se não fosse a sua capacidade de produzir armamentos de alta qualidade em larga escala.
- Após a 2ª guerra (1945-1950) estes conceitos desprezados pelos americanos foram levados ao Japão por W.E. Deming, onde a sua aplicação ganhou força e tornou-se o principal responsável pela transformação do Japão em potência econômica.
- Os japoneses perceberam a importância do planejamento e gestão da qualidade em todas as atividades da organização, sendo conhecida como TQM (gerenciamento total da qualidade).
- Na década de 70, os produtos japoneses invadem o mercado mundial e desperta o ocidente para novos conceitos de gestão da qualidade.

Qualidade

Atualmente, uma das definições não normativas da palavra qualidade é a atitude de **superar as expectativas do cliente**.

Não podemos esquecer ainda que, além de superar as expectativas dos clientes, devemos nos preocupar com a melhoria da nossa empresa, promovendo redução de custos através da qualidade dos produtos.

O CEP – Controle Estatístico de Processo – é uma excelente ferramenta para alcançarmos este objetivo.

Resumo – Histórico do CEP (Controle Estatístico de Processo)

1924

- Walter Shewhart desenvolveu a teoria do CEP

1940/1945

- Durante a segunda guerra mundial, o CEP foi aplicado para melhoria da qualidade no processo de fabricação de produtos bélicos

1945 - 1970

- O ocidente (EUA) despreza as técnicas preventivas e inicia a aplicação em do controle por detecção (inspeção da qualidade).
- O Japão começa a busca por ferramentas da qualidade e produtividade.
- Dr. Deming introduziu o CEP no Japão, junto ao Juran

Final da década de 70

- Produtos japoneses surpreendem o ocidente (EUA) em função dos preços competitivos e alta qualidade.
- São implementados os CCQs, que junto às sete ferramentas da qualidade, impulsionam a melhoria contínua dos produtos japoneses

Início da Década de 80

- Indústrias ocidentais (EUA) iniciam a implementação do CEP
- Ford do Brasil inicia a implementação do CEP

1987

- Normas ISO9001 são lançadas e recomendam a utilização de ferramentas estatísticas para controle do produto

1994

- São lançados os manuais QS-9000 pelas montadoras GM, Ford e Chrysler, exigindo a aplicação do CEP em seus produtos

2006

- Lançada a 2ª edição do CEP, sugerindo a aplicação de técnicas estatísticas mais avançadas para identificação de variações e melhoria do processo

Os 14 principios gerenciais do dr. Deming

1. Crie a constância de propósitos para a melhoria do produto e do serviço
2. Adote nova filosofia
3. Cesse a dependência da inspeção em massa
4. Acabe com a prática de aprovar orçamentos apenas com base no preço
5. Melhore constante e permanentemente o sistema de produção e de serviço
6. Institua o treinamento
7. Adote e institua lideranças
8. Elimine o medo
9. Elimine as barreiras entre os departamentos
10. Elimine slogans, exortações e metas para a mão-de-obra
11. Elimine os padrões de trabalho que se apóiem em metas numéricas
12. Remova as barreiras que privem pessoas do justo orgulho por trabalho executado
13. Estimule a formação e auto-aprimoramento de todos
14. Tome iniciativa para realizar a transformação

Controle x garantia da qualidade

Prevenção x detecção

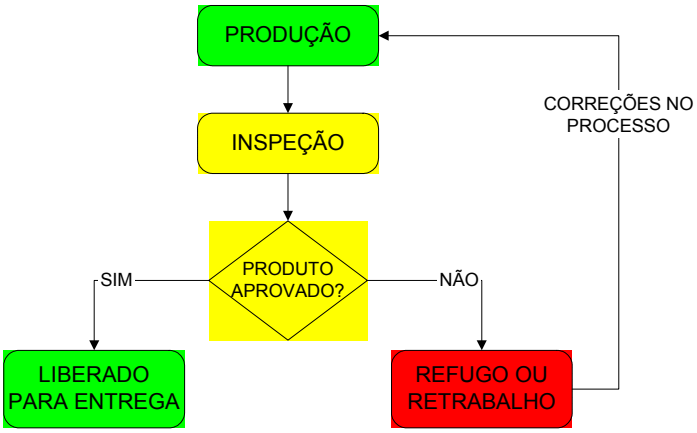
Detecção

O Controle da Qualidade consiste na atividade de detectarmos problemas através de inspeção.

Este conceito provoca a idéia de que o departamento de produção é responsável pela fabricação do produto enquanto o departamento da qualidade é o responsável por inspecionar o produto.

Nesse sistema, industrias estruturaram grandes aparatos de inspetores que tinham por objetivo controlar a qualidade fabricada pela produção. Esta atividade transmite a ilusão de segurança da qualidade pois os produtos estão sendo verificados. Em algumas situações esta verificação ocorre em 100% do lote, evidenciando, na teoria, 100% de qualidade.

Fluxo de Detecção



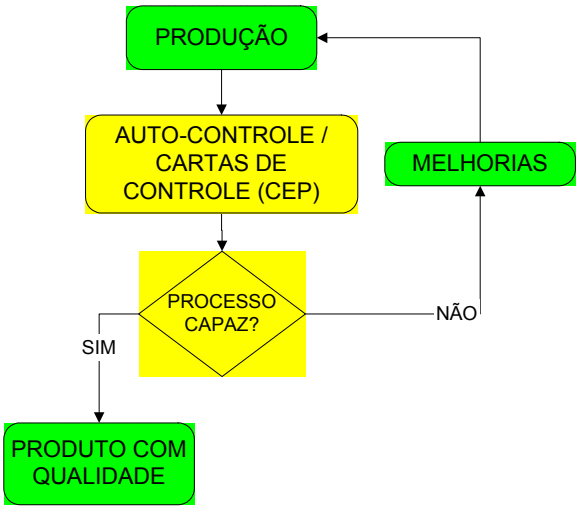
Prevenção

A prevenção evita que o problema ocorra, ou seja, que seja detectado após a sua ocorrência.

Se existisse uma forma de visualizar que o problema irá ocorrer e, atuássemos preventivamente evitando a sua ocorrência, evitaríamos os custos de refugo / retrabalho / inspeção.

Este método para prevenção existe e é conhecido como CEP – Controle Estatístico de Processo.

Fluxo de Prevenção



Variações

“Não é possível fazermos duas coisas exatamente iguais”

As variações estão presentes em cada fase de um processo. Esta falta de repetibilidade é que gera a necessidade de controle.

Podemos classificar diversas causas para estas variações:

- **Matéria-prima:** dureza, dimensional, tipo, cor;
- **Máquina:** Parâmetros (velocidade, temperatura, pressão), desgaste dos componentes;
- **Método:** Rotina inadequada de trabalho, falta de procedimento;
- **Mão-de-obra:** Treinamento, motivação, competência, saúde;
- **Meio ambiente:** Temperatura, umidade, higienização.

Se conseguirmos identificar, classificar e prever a ocorrência destas variações, teremos o processo sob controle.

Tipos de variações

Variações comuns ou aleatórias

São variações que ocorrem freqüentemente e são consideradas como *“inerentes ao processo”.*

A investigação das causas destas variações é mais trabalhosa pois envolve pesquisa e mudança de cultura.

As ações para minimizar o impacto destas variações geralmente envolvem a atuação da Gerência / Diretoria (AÇÕES NO SISTEMA).

Exemplos: Iluminação deficiente, falta de treinamento, arranjo físico inadequado, equipamento sem manutenção.

Variações causais ou especiais

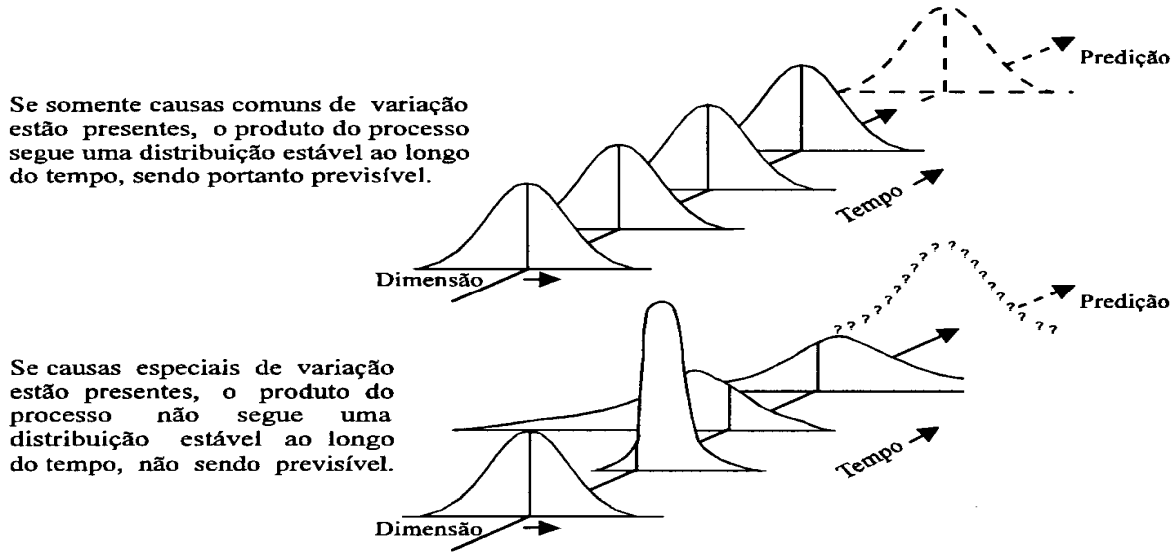
São variações que ocorrem raramente e são consideradas influenciadas diretamente por um fator externo, não rotineiro.

A investigação das causas destas variações é mais dinâmica pois é originada por uma fonte significativa de variação.

As ações são mais diretas e de baixo custo (AÇÕES NO LOCAL), podendo ser implementadas pelo operador.

Exemplos: Súbita desregulagem de máquina pela quebra de equipamento, operador substituto, novo fornecedor.

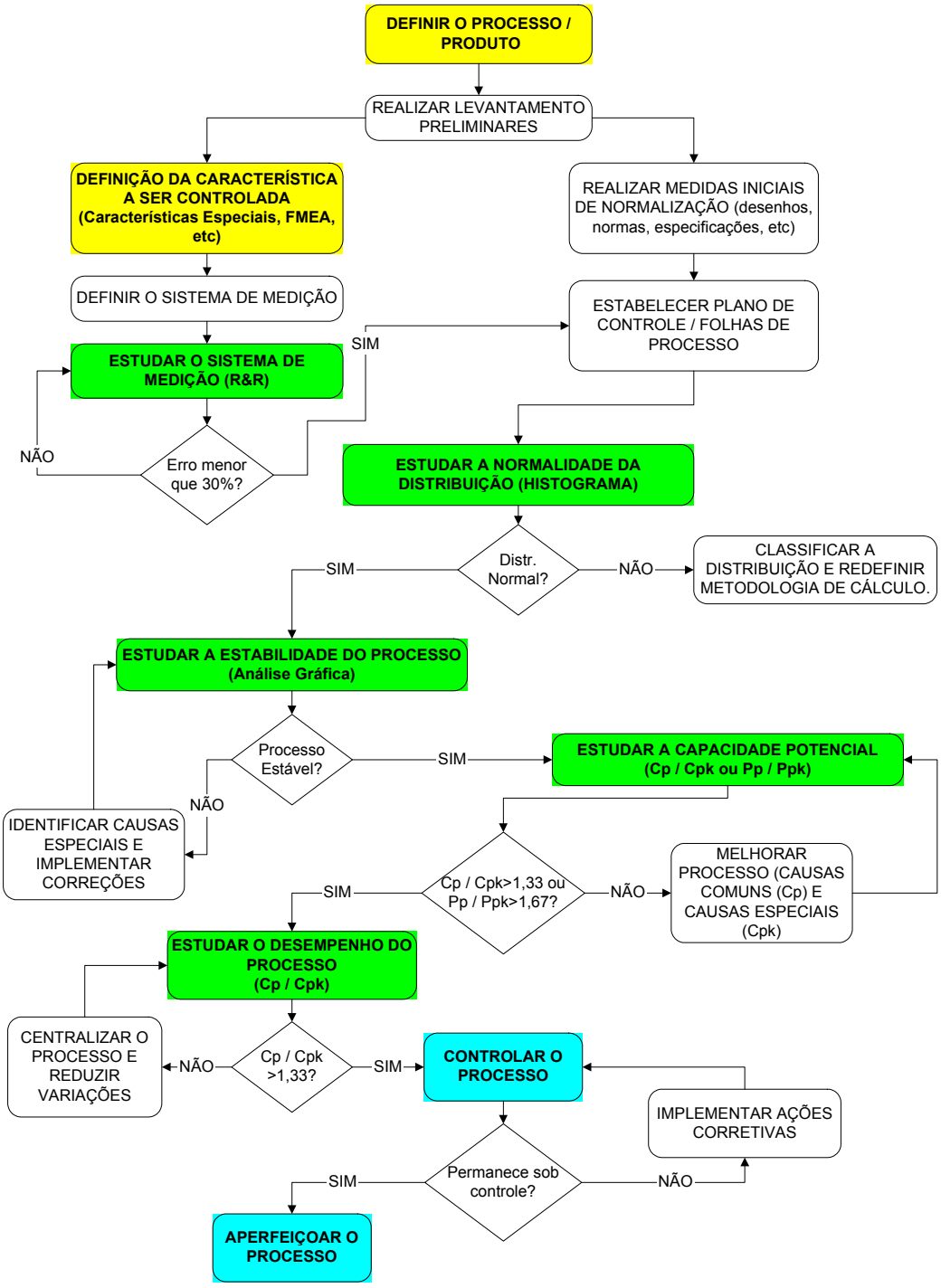
Exemplos para visualização das diferenças entre variações aleatórias e especiais.



Ciclo PDCA - Ciclo da melhoria contínua

Aplicando ao controle estatístico, podemos salientar:

Fluxograma de implantação do CEP



Controle estatístico de processo

Tipos de variáveis

Variável contínua

Uma variável contínua pode ser representada por quaisquer pontos fracionários ao longo de um intervalo especificado de valores.

Os dados são obtidos através de medições;

É conhecida como VARIÁVEL.

Exemplos: Diâmetro de um eixo, peso de uma embalagem; profundidade de um furo, pressão de gás de um redutor de pressão, temperatura de um forno, distância de impressão de textos, etc.

Variável discreta

Uma variável discreta pode ter valores observados somente em pontos isolados ao longo de uma escala de valores (números inteiros, por exemplo).

Os dados são obtidos através de classificações;

É conhecida como ATRIBUTO.

Exemplos: Quantidade de peças com cores variadas, quantidade de peças defeituosas de um lote, quantidade de itens reprovados com calibradores passa-não passa.

Histograma

Definição

É um gráfico de colunas que representa a forma como se distribui um conjunto numérico obtido numa coleta.

Objetivo

Os principais objetivos da utilização do histograma são:

- Apresentar o padrão de variação do processo;
- Possibilitar a visualização do comportamento do processo (**NORMALIDADE**, por exemplo);
- Comparar os resultados com as especificações ou padrões;
- Decidir sobre onde devem ser concentrados esforços para a melhoria.

Quando usar

Os histogramas são usados quando se deseja representar os dados coletados de forma clara e precisa, além de avaliar o tipo de distribuição de dados. Dentre as muitas aplicações que possui, podemos citar:

Pesquisas sociais

- Distribuição da renda da população, evidenciando a situação da maioria das pessoas;
- Distribuição da idade da população do país, para direcionar decisões políticas;
- Determinação do padrão de estatura dos habitantes de uma determinada região do país.

Controle da qualidade

- Determinação do número de produtos não-conformes produzidos por dia;
- Determinação da dispersão dos valores de dureza medida em peças de aço;
- Controle da variação do volume final de óleo lubrificante, no processo de enchimento;

Como fazer

Os passos a seguir são apenas uma diretriz e não regras rígidas a serem seguidas na construção de um histograma.

1. Planeje e colete os dados, considerando o objetivo e a variável de interesse. Anote os dados coletados numa folha de verificação.

   A folha de verificação a seguir foi construída para investigar a distribuição dos diâmetros de eixos de aço produzidos em um processo de usinagem.

Componente: Eixo cilíndrico Seção: Tornearia
Processo de trabalho: Torneamento Data da produção: 31/07/95
Quantidade produzida: 1.200 peças Inspetor: Wagner

Dados (medidas em milímetros)										Xmáx	Xmín.
34,0	34,2	34,5	33,6	33,3	35,3	35,7	36,2	34,9	33,6	36,2	33,3
34,3	34,9	36,0	35,6	33,9	33,5	34,8	35,0	35,2	34,1	36,0	33,5
34,6	34,2	33,8	33,4	34,5	33,9	34,1	34,7	34,2	34,7	34,7	33,4
36,8	36,3	35,9	35,4	33,3	33,7	34,7	34,4	34,8	36,4	36,8	33,3
35,9	35,6	35,1	33,2	33,8	34,7	34,5	34,3	33,9	33,5	35,9	33,2
34,5	34,9	36,1	35,6	35,2	33,0	33,4	34,4	34,6	34,4	36,1	33,0
33,3	33,2	34,2	34,3	34,6	33,6	35,8	34,6	34,8	34,0	35,8	33,2
33,1	33,2	33,9	33,7	34,2	34,3	34,9	33,6	33,4	33,1	34,9	33,1
35,0	35,2	35,4	36,0	35,3	33,4	34,1	35,1	34,0	33,8	36,0	33,4
33,3	34,8	34,5	34,3	35,5	35,1	35,4	34,1	33,0	33,7	35,5	33,0

   Observação

   Para que o histograma represente com precisão o comportamento do processo, o número de dados coletados deve ser maior ou igual a 30 ($n \geq 30$).

2. Identifique o maior e o menor dos valores observados.

   No exemplo:
   O maior valor (Xmáx.) = 36,8 mm;
   O menor valor (Xmín.) = 33,0 mm.

3. Calcule a amplitude da amostra do processo (R).

R = Xmáx. - Xmín.

No exemplo:
R = 36,8 - 33,0
R = 3,8 mm.

4. Defina o número de classes (K).

O número de classes (K) é a quantidade de colunas que o histograma terá ou poderá assumir.

O número de classes (K) é definido como sendo $\sqrt{n}$, onde n é o número total de elementos da amostragem.

No entanto, na maioria dos casos, poderemos utilizar a tabela abaixo, que define o número de classes (K) em função do número total de elementos (n) da amostra.

Nº de elementos (n)	**Nº de classes (K)**
30 a 50	5 a 7
51 a 100	6 a 10
101 a 200	7 a 12
mais de 250	10 a 20

5. Calcule o tamanho (amplitude) das classes (h).

O tamanho das classes é calculado seguindo a fórmula abaixo:

$$h = \frac{R}{K}$$

onde:
R = amplitude da amostra do processo
K = número de classes

No exemplo:

R = 3,8 mm então: $h = \frac{3,8}{10} \Rightarrow h = 0,38mm$, adotar h = 0,4mm.

K = 10 (valor obtido na tabela).

Observação:

O tamanho das classes (h) deve ter a mesma precisão dos dados coletados, ou seja, o mesmo número de casas decimais.

6. Calcule os limites das classes.

   Uma das formas de determinar os limites das classes é iniciar pelo menor valor da amostra (Xmín.) como limite inferior da primeira classe. A este, soma-se o tamanho da classe (h), de forma que teremos o limite superior da primeira classe, que também será o limite inferior da segunda classe.

   O *limite superior* da segunda classe será obtido somando-se ao inferior o tamanho da classe (h). Este será o *limite inferior* da terceira classe e assim sucessivamente, até que tenhamos classes suficientes para incluir o maior valor (Xmáx.) da amostra.

   No exemplo:

   1ª classe:
   Limite inferior = 33,0 mm;
   Limite superior = limite inferior + h;
   Limite superior = 33,0 + 0,4 => limite superior = 33,4 mm.

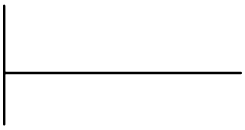
   2ª classe:
   Limite inferior = limite superior da 1ª classe (33,4 mm);
   Limite superior = limite inferior + h;
   Limite superior = 33,4 + 0,4 => limite superior = 33,8 mm.

7. Construa uma tabela de freqüência.
   A tabela de freqüência mostra os limites de cada classe e o número de dados (ou freqüência) em cada uma delas, isto é, quantos valores estão dentro de cada classe.

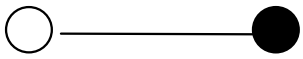
Tabela de freqüência					
Classes	Limites das classes			Tabulação	Freqüência
01	33,0	a	33,4	///// ///// /	11
02	33,5	a	33,8	///// ///// ///	13
03	33,9	a	34,2	///// ///// /////	15
04	34,3	a	34,6	///// ///// ///// ///	18
05	34,7	a	35,0	///// ///// /////	15
06	35,1	a	35,4	///// /////	10
07	35,5	a	35,8	///// ///	08
08	35,9	a	36,2	///// /	06
09	36,3	a	36,6	///	03
10	36,7	a	37,0	/	01
				Total ⇒	100

Simbologia de Intervalos

Intervalo fechado



Fechado Aberto



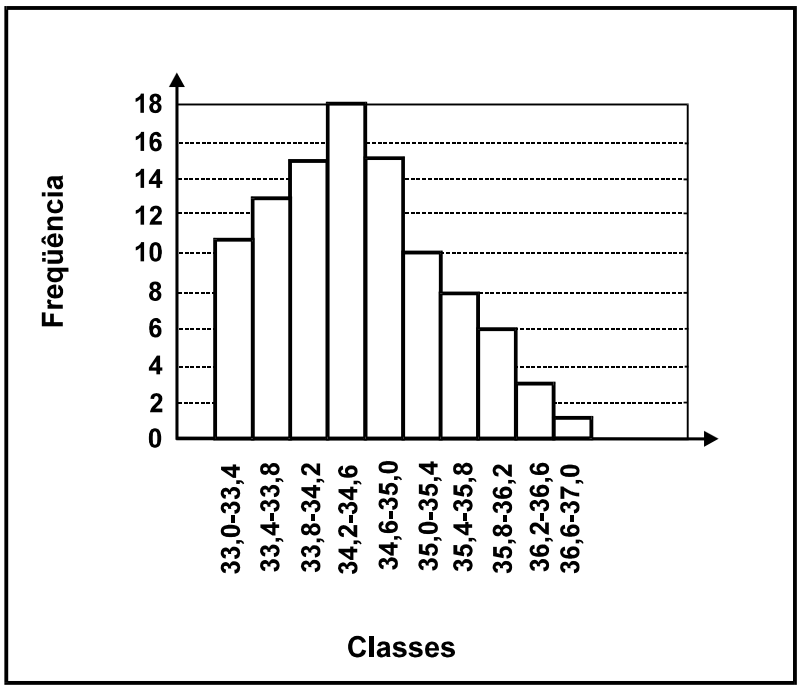
Aberto Fechado

Intervalo **fechado -** o valor limite pertence à classe.
Intervalo aberto - o valor limite não pertence à classe.

8. Desenhe o histograma.

Devemos estabelecer (adotar) escalas adequadas de valores para os eixos horizontal e vertical.

No eixo horizontal marcam-se os limites das classes. A partir deles erguem-se as colunas, cujas alturas correspondem às freqüências de cada classe.



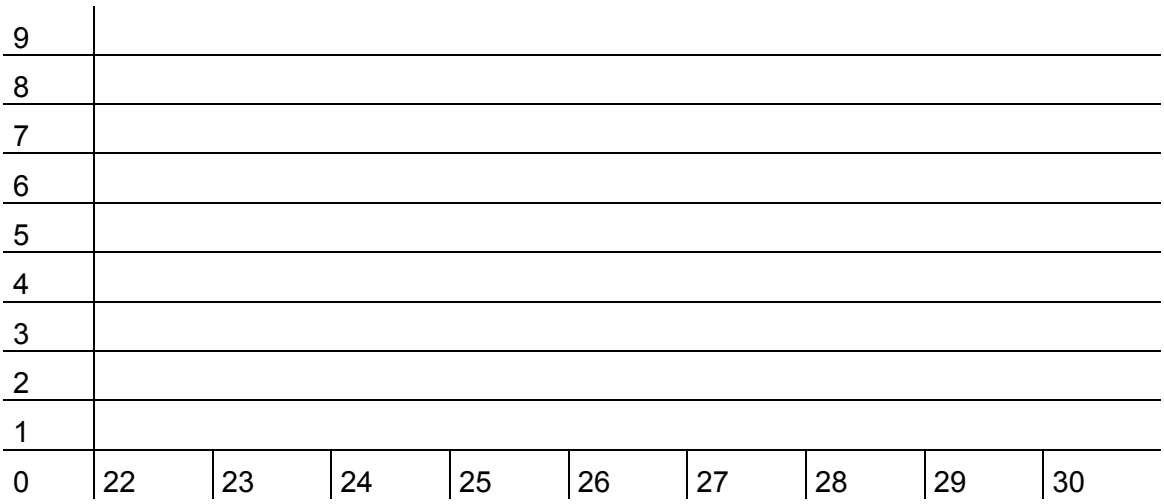
Exercício:

Elabore um histograma, dada a distribuição abaixo:

Amostra	Valores Encontrados – Ø base		
1ª	28	26	26
2ª	29	26	25
3ª	27	25	24
4ª	27	26	24
5ª	28	26	23
6ª	29	26	24
7ª	30	25	22
8ª	28	24	23
9ª	27	26	24
10ª	27	25	25

Classe	Contagem	Freqüência Observada	Freqüência Relativa
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			

Gráfico



O gráfico acima foi feito em relação à freqüência observada. Poderia ser feito com relação à freqüência relativa.

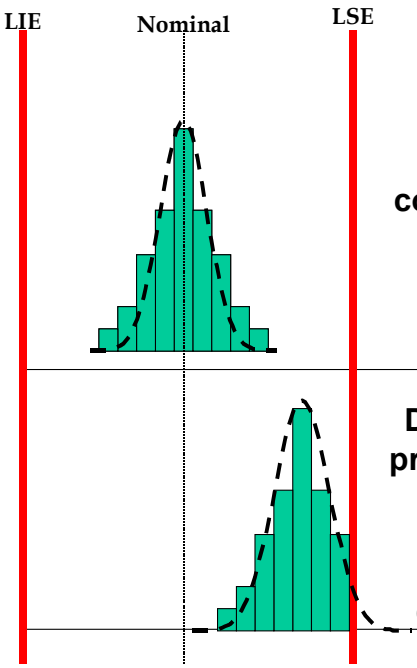
Exercício 2

Dada a tabela abaixo com resultados de medições realizadas, elabore o histograma.

21,2	22,5	24,5	32,6
25,5	23,4	23,9	24,6
23,8	23,7	26	22,9
26,6	24,3	24,3	27,2
17,1	25,6	27,8	23,5
20,4	24,1	25,9	28,6
18,9	19,9	14,6	26,8
19,5	24,2	21,3	18,4
20,8	23,2	27,3	24,8
22	25,9	22,6	20,9

Classe	Contagem	Freqüência Observada	Freqüência Relativa

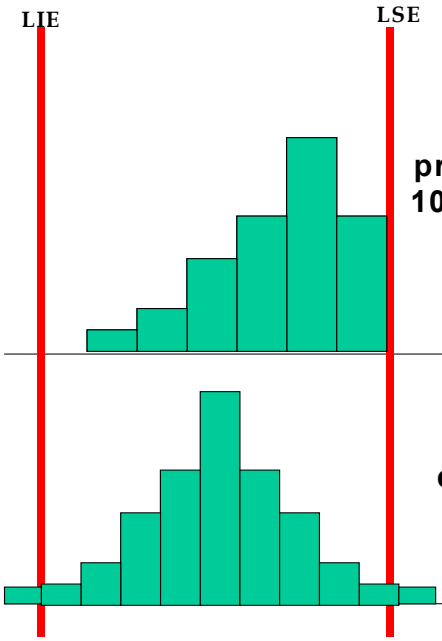
Interpretação dos Histogramas



Situação ideal - Dispersão baixa em relação a tolerância, o centro da curva coincide com o nominal da especificação (Ex. Cpk=1.67)

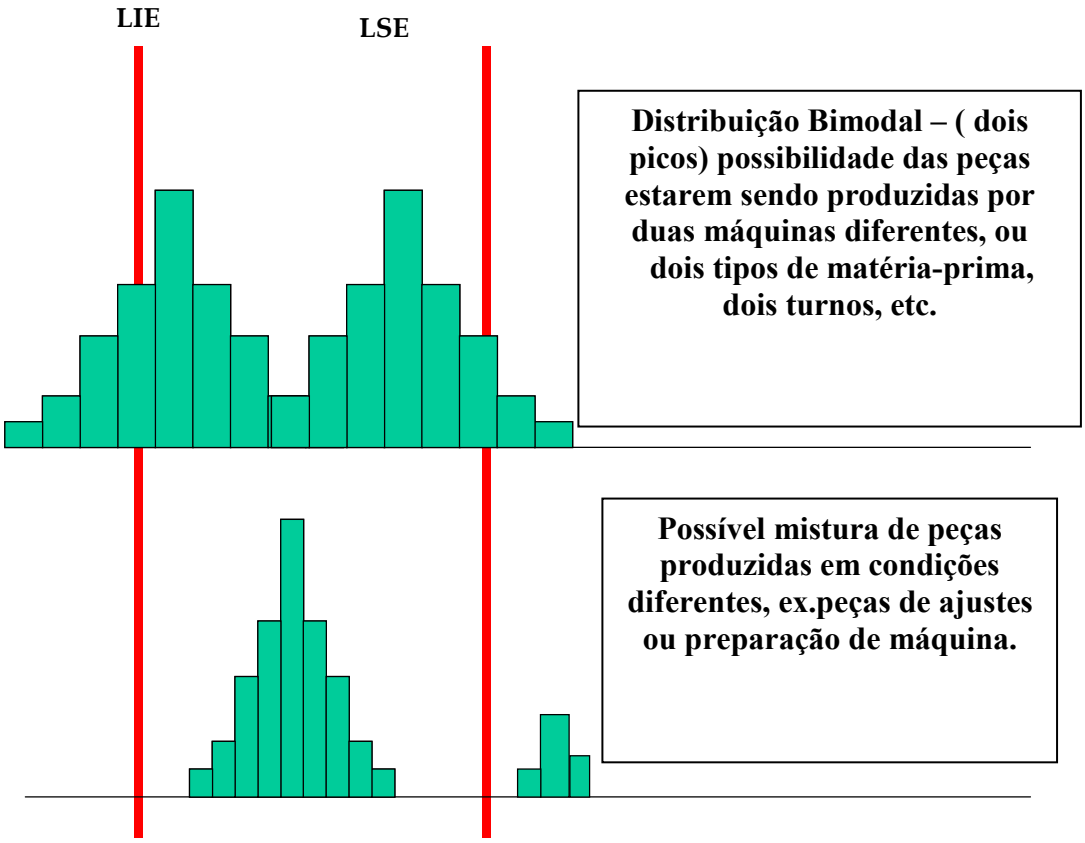
Manter a melhoria

Descentralizado em relação ao nominal, produção de peças além da especificação superior na população. Provável inspeção e retirada de peças além da espec. na amostra. Requer a centralização da média com o nominal



Distribuição truncada – O lote provavelmente sofreu uma inspeção 100% , onde foram retiradas as peças além do LSE – Não há o ajuste a distribuição normal.

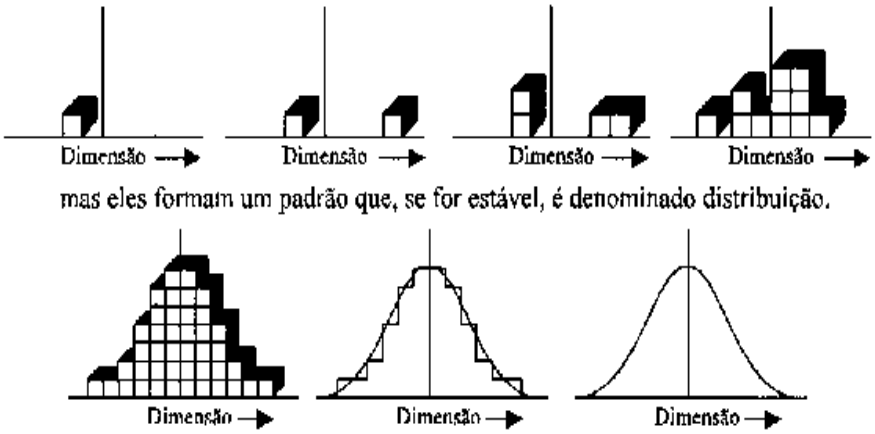
Dispersão alta – Probabilidade de produção de peças além do especificado. Requer a redução da variação e não necessita de deslocamento da média.



Distribuição normal

É uma das mais importantes distribuições e variáveis contínuas.

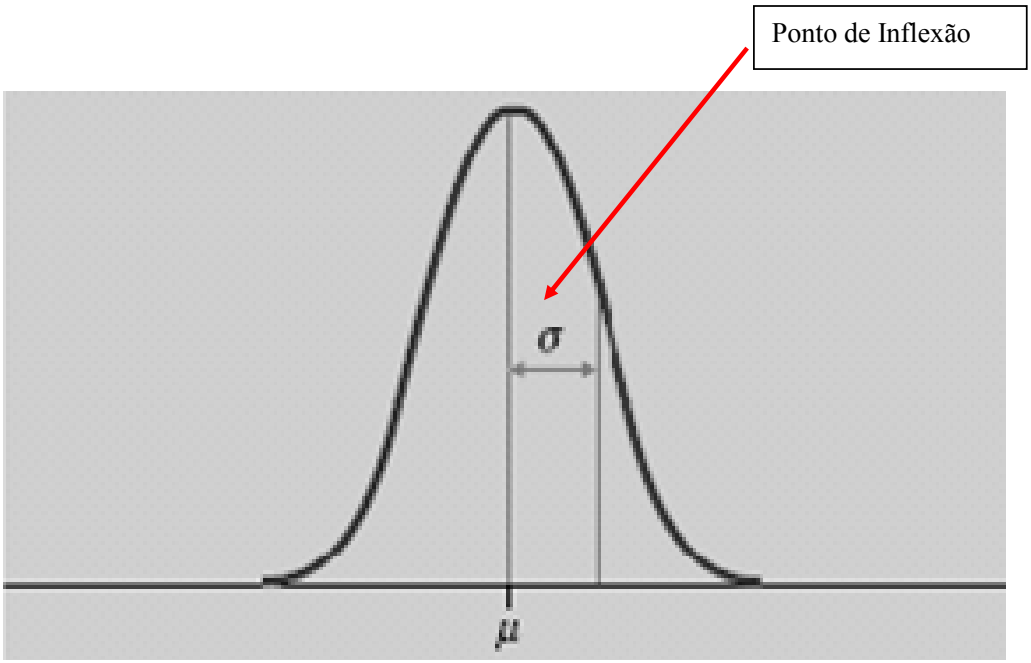
Se, após a construção do histograma, diminuirmos significativamente a amplitude das classes (largura das colunas), e conseqüentemente aumentarmos a quantidade de classes (quantidade de colunas) encontraremos a curva normal ou também conhecida **Curva de Gauss**.



A grande maioria dos processos possui uma distribuição normal. Muitas vezes ocorrem equívocos ao elaborar um histograma que resultam numa curva não normal. Excesso de ajustes (super-controle, por exemplo), alteram a configuração natural da curva, apresentando um formato diferente e levando o analista a uma interpretação inadequada (conforme visto na interpretação do histograma)

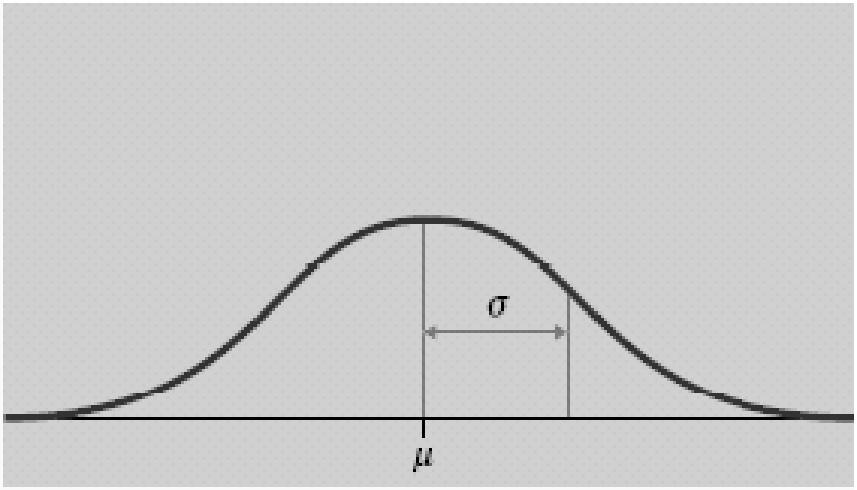
O tamanho da curva varia em função do comportamento do processo. A variação do processo, medida pelo Desvio Padrão, representado por "σ".

O Desvio Padrão é a medida do centro da curva normal até o seu ponto de inflexão.

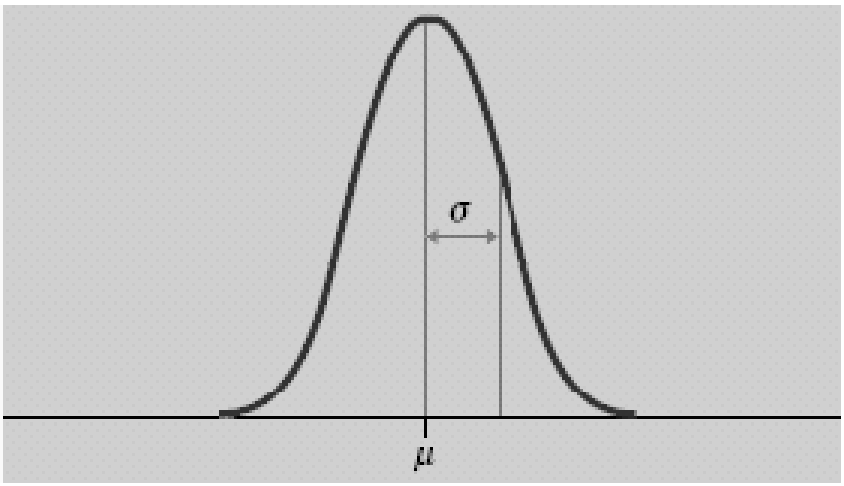


Podemos notar, através dos modelos abaixo, que em função da variação do processo (Desvio Padrão), existe uma variação proporcional no tamanho e formato da curva.

Processo com grande variação (maior Desvio Padrão):



Processo com pequena variação (menor Desvio Padrão):



Através da curva normal e ainda, dos valores de média e desvio-padrão, podemos determinar a porcentagem de valores encontrados em qualquer valor, ou melhor, podemos determinar qualquer probabilidade P(Z).

$Zi = \frac{X - LIE}{\sigma}$	$Zs = \frac{LSE - X}{\sigma}$

Medidas de tendência central (posição)

Na estatística existem diversas formas de estimarmos a posição de uma distribuição. Estudaremos para fins de Controle Estatístico de Processo a Média e a Mediana.

Média

A média é a forma mais comum para encontrarmos o centro de uma distribuição.

Para determinarmos, basta somarmos os dados de um conjunto de valores e dividirmos o resultado desta soma pela quantidade de valores somados.

$$\overline{X} = \frac{X1+X2+X3+Xn}{n}$$

ou

$$\overline{X} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} xi$$

Mediana

Em comparação à média, a mediana é um valor mais fácil de ser obtido. Entretanto menos preciso.

Para definirmos a mediana basta colocarmos os valores da amostra em ordem crescente e considerarmos o valor central.

O ideal é que utilizemos amostras em tamanho ímpar. No caso de utilizarmos amostra em tamanho par, devemos calcular a média dos dois elementos centrais.

Medidas de dispersão

O objetivo de calcularmos as medidas de dispersão é compreendermos a variação do processo. Sempre deve ser calculada em conjunto com as medidas de posição para um diagnóstico do processo. Estaremos utilizando dois conceitos:

Amplitude

Para o cálculo da amplitude devemos considerar a diferença entre o maior e o menor valor. A amplitude, apesar de não ser muito precisa, é de cálculo rápido e fácil.

R = X máximo – X mínimo

Desvio-padrão

Como já vimos, o desvio-padrão é a distância entre o ponto médio e o ponto de inflexão da curva normal. Na amostra, podemos defini-lo através da seguinte fórmula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(xi-\bar{x})^2}{n-1}}$$

Exemplo:

Calcular o desvio-padrão da amostra: 15, 12, 10, 17, 16

$$\bar{X} = \frac{15+12+10+17+16}{5} = 14$$

X	**$(X-\bar{X})$**	**$(X-\bar{X})^2$**
15	1	1
12	-2	4
10	-4	16
17	3	9
16	2	4
		Σ=34

desvio-padrão = 2,92

O Desvio-Padrão também pode ser representado pela letra “S” *(Standard Deviation)*

Estimador do desvio-padrão

O estimador do desvio-padrão é um facilitador para o cálculo (aplicado nas cartas de controle de médias e amplitudes). Para utilizar este estimador é necessário que o processo esteja ESTÁVEL, ou seja, sem causas especiais de variação.

Podemos aplicá-lo através da fórmula:

$$\sigma = R / d2$$

d2 = Fator tabelado em função do tamanho da amostra (n), disponível em tabela no final da apostila.

Cartas de controle

Cartas de controle são ferramentas gráficas para acompanharmos o desempenho de um processo. Através de seus resultados, podemos determinar os limites de controle que o processo consegue trabalhar, avaliar a estabilidade do processo e determinar a sua capacidade. A representação gráfica é fundamental para identificarmos eventuais causas comuns e especiais das variações, facilitando a tomada de ações. E a grande vantagem é que tudo isso é feito preventivamente, evitando a ocorrência do problema.

Podemos identificar fases distintas para implementação de uma carta de controle. São elas:

a) Coleta de dados
Consiste em agruparmos os dados na carta de controle

b) Preparação da carta de controle
Consiste em calcularmos os limites de controle

c) Preenchimento da carta de controle
Nessa fase o operador preenche a carta coletando os dados do processo e observando eventuais tendências e pontos fora de controle, ou seja, identificando eventuais **causas especiais de variação**.

d) Cálculo da capacidade de processo
Calcular os índices de capacidade de processo com base nos resultados das cartas, tendo a possibilidade de identificar eventuais **causas comuns de variação.**

Entre outras, podemos descrever algumas vantagens na utilização das cartas de controle, tais como:

- Estímulo do controle pelo operador;
- Fácil visualização e separação das causas comuns e especiais do processo;
- Possibilita a identificação PREVENTIVA de eventuais problemas da qualidade;
- Possibilita o cálculo objetivo do desempenho dos processos;
- Permite a identificação das causas, facilitando a tomada de ações;
- Melhora a comunicação entre os setores.

Tipos de carta de controle para variáveis

Em toda a carta de controle para variáveis, precisamos estudar duas características fundamentais:

- A Centralização ou Posição do processo (média, mediana)
- A Dispersão ou Variação do processo (amplitude e desvio-padrão)

Com base nessa necessidade de controlarmos a posição e a dispersão de um processo, foram desenvolvidos os tipos de carta abaixo:

- Médias e Amplitudes
- Medianas e Amplitude

- Médias e Desvios-Padrão
- Individuais e Amplitudes

A quantidade de amostras mais comum é de **25 amostras**, com **5 elementos cada**. Esta quantidade permite uma análise segura da estabilidade, assim como da capacidade do processo.

Para a carta individual, devemos considerar 25 amostras.

Qual tipo usar:

Em termos de precisão
Os índices mais precisos de posição e dispersão são, respectivamente, média e desvio-padrão. Logo, o ideal seria a utilização da carta Xbarra,S. Contudo, sabemos que o cálculo do desvio-padrão e complexo para ser feito ao longo da produção. Caso seja utilizado um software para coleta de dados, poderíamos aplicar esse tipo de carta por ser o mais preciso.

Em termos de facilidade
A carta que praticamente elimina a necessidade de cálculo é a mediana – amplitude. Entretanto, esta carta é muito imprecisa e está em desuso.

Melhor relação custo benefício
A melhor opção neste caso seria a carta Média – Amplitude ou Xbarra / R. Sua utilização é muito ampla em função da precisão da média associada à facilidade de cálculo da amplitude.

$\overline{X}$, R

Preparação das cartas de controle

Devemos tomar alguns cuidados para preparação / preenchimento das cartas de controle. Seguem abaixo:

Coleta de dados
- Verificar se as especificações estão disponíveis;
- Verificar se os operadores conhecem as instruções / rotinas de trabalho;

- Verificar se não existe risco de mistura de peças de dois lotes / processos diferentes;
- Verificar se o operador tem alguma dúvida quanto ao preenchimento da carta de controle;

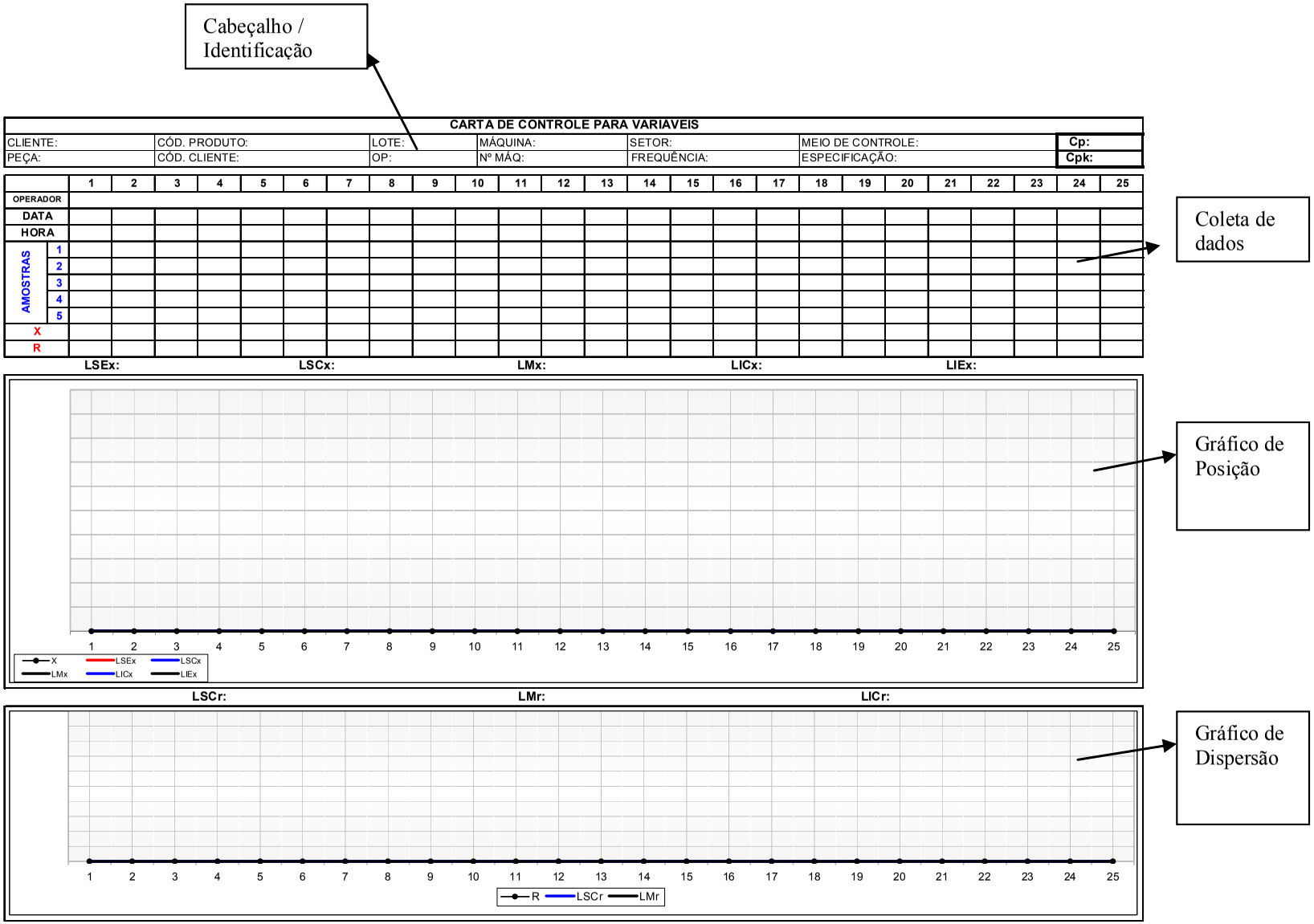
Escolha do tamanho / frequência da amostra

O tamanho da amostra deve ser escolhido de tal forma que seja pequena a variação entre as unidades que a compõe, em uma freqüência suficiente para identificarmos variações de processo

Recomenda-se a utilização de **5 elementos por amostra**, com **freqüência de hora em hora**. Esta recomendação pode variar de processo para processo e não se aplica a carta individual.

Número de amostras

Como já citado, recomenda-se que sejam analisadas **25 amostras** para uma decisão segura. Entretanto, caso não seja possível, que se defina uma quantidade suficiente para identificar fontes de variação do processo.


Cabeçalho / Identificação
CARTA DE CONTROLE PARA VARIAVEIS
CLIENTE:
CÓD. PRODUTO:
LOTE:
MÁQUINA:
SETOR:
MEIO DE CONTROLE:
Cp:
PEÇA:
CÓD. CLIENTE:
OP:
Nº MÁQ:
FREQUÊNCIA:
ESPECIFICAÇÃO:
Cpk:
OPERADOR
DATA
HORA
AMOSTRAS
X
R
LSEx:
LSCx:
LMx:
LICx:
LIEx:
Coleta de dados
X
LSEx
LSCx
LMx
LICx
LIEx
Gráfico de Posição
LSCr:
LMr:
LICr:
R
LSCr
LMr
Gráfico de Dispersão

Diário de bordo

O diário de bordo, localizado no verso da carta de controle, é a principal ferramenta do controle estatístico. Neste diário, o operador anota todas e quaisquer ocorrências anormais que possam afetar direta ou indiretamente a qualidade da característica que está sendo controlada.

Recomenda-se que quando houver uma causa especial de variação, o diário seja preenchido descrevendo:

O problema

A provável causa do problema

A ação tomada para resolver o problema e a causa

Além destes problemas, deve-se registrar todas as alterações (5Ms) ocorridas ao longo do processo, tais como: troca do operador, troca do lote de matéria-prima, substituição da ferramenta, ajustes significativos na máquina.

Exemplo de formulário “Diário de Bordo”:

Diário de bordo		
Data	Hora	Ocorrências

Carta $\overline{X}$ e R

Cálculo das linhas médias

Carta das médias (posição)

LM = $$\overline{\overline{X}} = \frac{\overline{X1} + \overline{X2} + \overline{X3} + \overline{X4} + ... + \overline{Xn}}{n}$$

Carta das amplitudes (dispersão)

$$R = \frac{R1 + R2 + R3 + R4 + ... + Rn}{n}$$

Limites de controle

Os limites de controle são parâmetros estabelecidos em função do tamanho da amostra. São utilizados, assim como as linhas médias, para referência ao operador para posterior análise de estabilidade.

Carta das médias

$LSC_X = X + A2.R$ $LIC_x = X - A2.R$

Carta das amplitudes

$LSC_R = D4.R$ $LIC_R = D3.R$

A2, D3 e D4 – Fatores tabelados em função do tamanho de amostra (n). Ver anexos no final da apostila.

Traçados das linhas médias, limites de controle e limites de especificação

Linhas médias: linhas cheias

limites de controle: linhas tracejadas

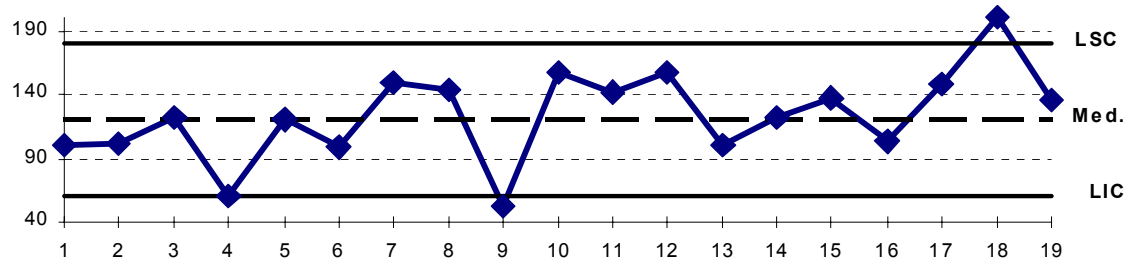
limites de especificação: linhas cheias

Interpretação da carta de controle

Análise da estabilidade do processo

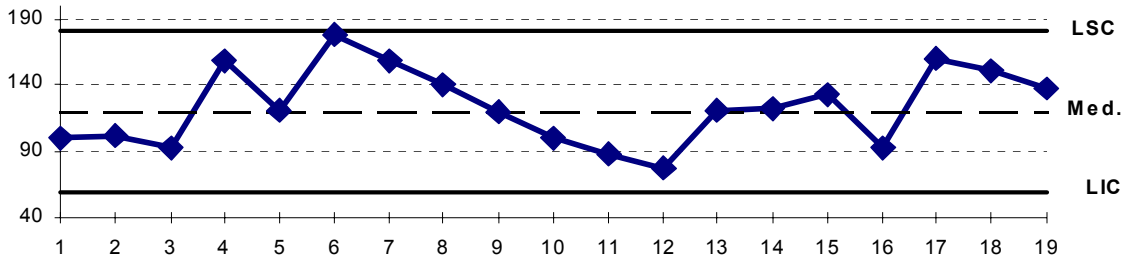
Ao longo do preenchimento da carta de controle, o operador deve ficar atento a possíveis **causas especiais de variação**. Algumas situações que podem ocorrer tanto no gráfico de posição (média) como no de dispersão (amplitude) podem indicar tais variações. Seguem estas situações:

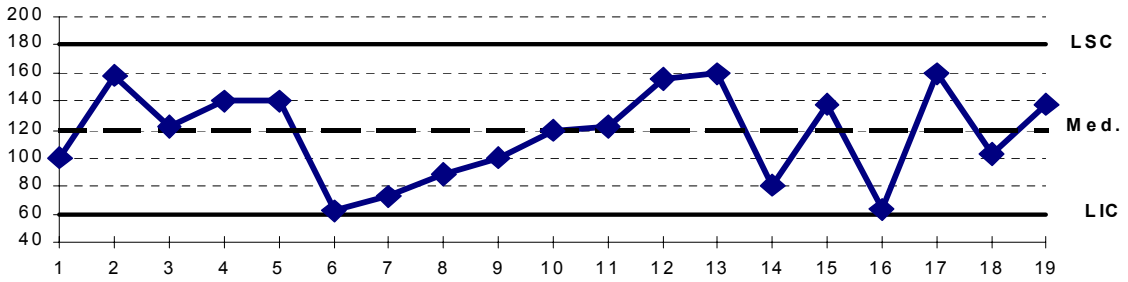
1. **Pontos fora dos limites de controle**



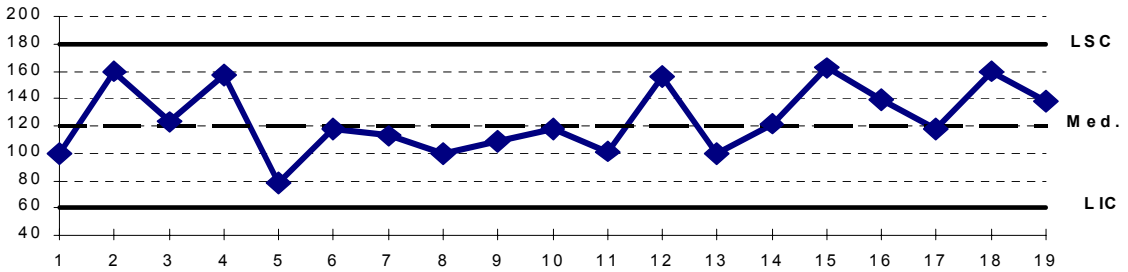
2. Tendências

7 pontos consecutivos crescentes ou decrescentes

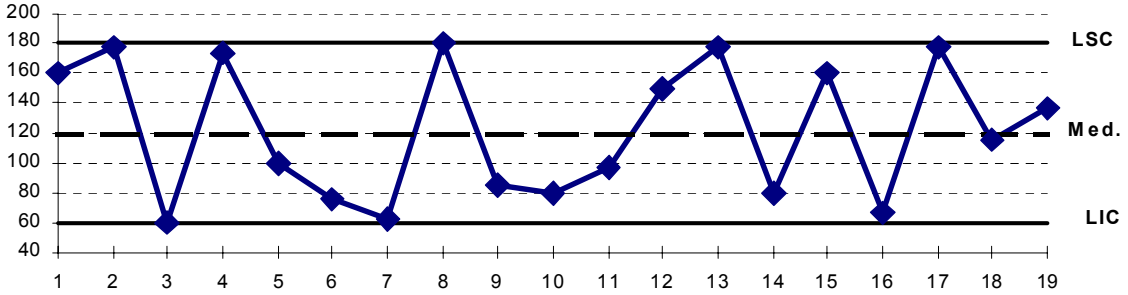


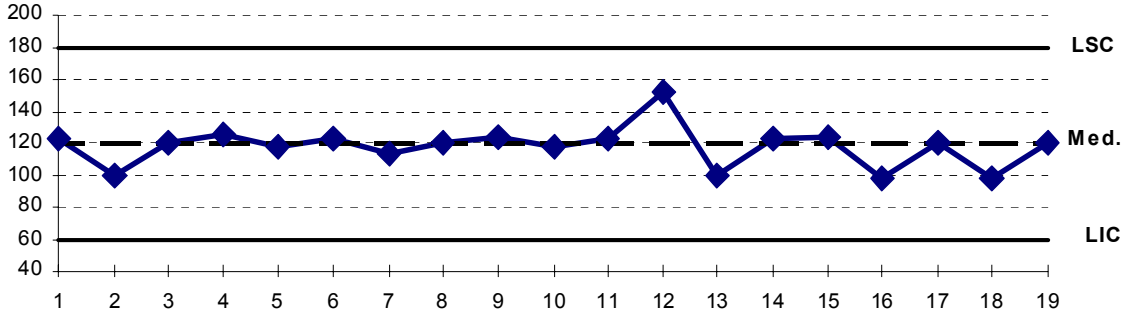


7 pontos consecutivos acima ou abaixo da média



3. Pontos muito próximos à média ou aos limites





4. **Qualquer outro sinal de instabilidade**
    - 14 Pontos consecutivos alternados
    - 15 Pontos consecutivos no terço-médio
    - 08 Pontos consecutivos fora do terço-médio

Determinação e correção das causas especiais

Para os pontos de instabilidade que indicam possíveis **causas especiais de variação**, devem ser implementadas **ações imediatamente** para correção. Essas informações devem ser registradas no **diário de bordo**.

Após o preenchimento da carta de controle, os limites de controle deverão ser recalculados e, na ocorrência de causas especiais, as mesmas devem ser desconsideradas para este cálculo.

Exercício

Considerando as informações abaixo e ainda a tabela com valores obtidos de um processo de usinagem, resolva as questões:

- Verifique se a distribuição do processo é normal (histograma)
- Construa uma carta de controle para variáveis Xbarra e R
- Calcule e identifique os limites de controle
- Avalie a estabilidade do processo (interpretação da carta de controle)

Dados do produto/processo:

Peça: Eixo de tração

Característica: Ø 60 a 90 mm

Instrumento de medição: Paquímetro – 0,05

Máquina: Torno Automático nº 2

Operador: (seu nome)

Tamanho da amostra: n=5

Freqüência: 1 x hora

Tabela com valores das medições

Amostra	Dia	Hora	Valores observados				
1	10/07	8	78	77	81	81	74
2		9	80	75	81	71	77
3		10	75	81	75	72	78
4		11	73	78	75	74	71
5		12	78	74	71	73	68
6		13	74	74	77	72	72
7		14	76	73	78	74	70
8		15	73	75	78	78	76
9		16	71	75	79	77	67
10		17	79	75	74	73	74
11	11/07	8	76	83	73	77	79
12		9	79	71	73	73	76
13		10	74	79	82	71	76
14		11	71	83	75	80	69
15		12	75	83	77	81	74
16		13	75	80	76	73	77
17		14	75	81	78	80	80
18		15	71	77	78	74	75
19		16	74	78	78	80	76
20		17	84	78	69	68	75
21	12/07	8	69	75	72	79	75
22		9	81	79	75	77	80
23		10	77	79	74	77	76
24		11	83	81	77	76	79
25		12	85	74	78	81	69

CARTA DE CONTROLE PARA VARIAVEIS

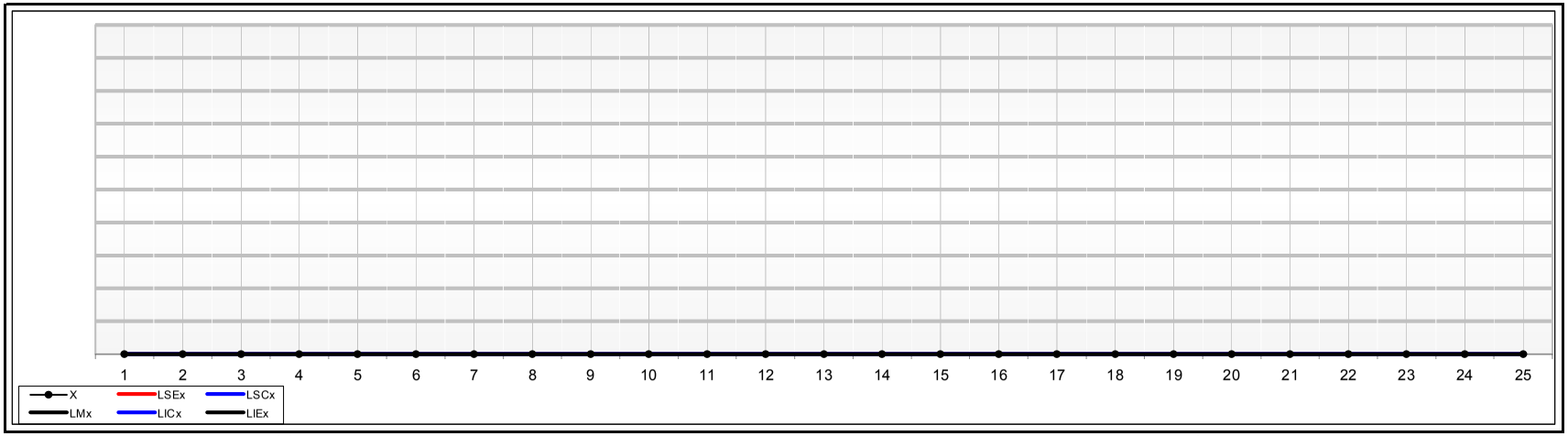
CLIENTE:	CÓD. PRODUTO:	LOTE:	MÁQUINA:	SETOR:	MEIO DE CONTROLE:
PEÇA:	CÓD. CLIENTE:	OP:	Nº MÁQ:	FREQUÊNCIA:	ESPECIFICAÇÃO:

Cp:

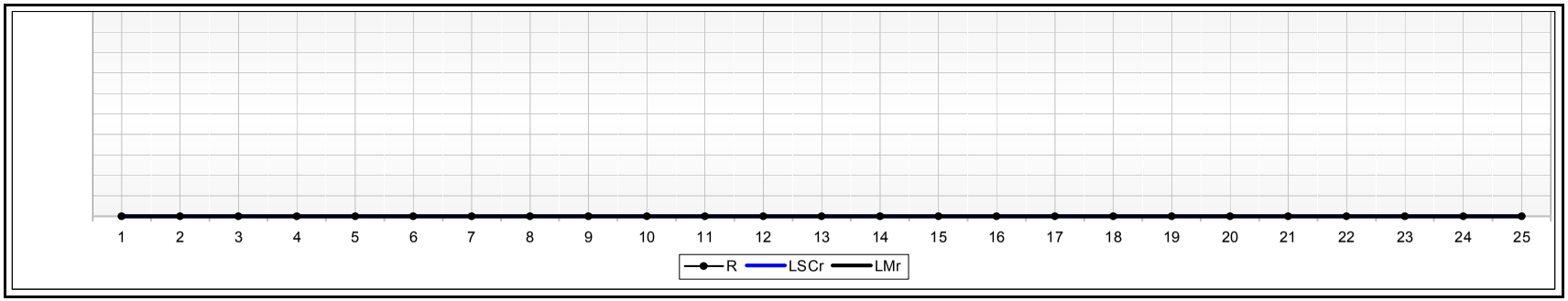
Cpk:

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
OPERADOR																										
DATA																										
HORA																										
AMOSTRAS	1																									
	2																									
	3																									
	4																									
	5																									
X																										
R																										

LSEx: **LSCx:** **LMx:** **LICx:** **LIEx:**



LSCr: **LMr:** **LICr:**



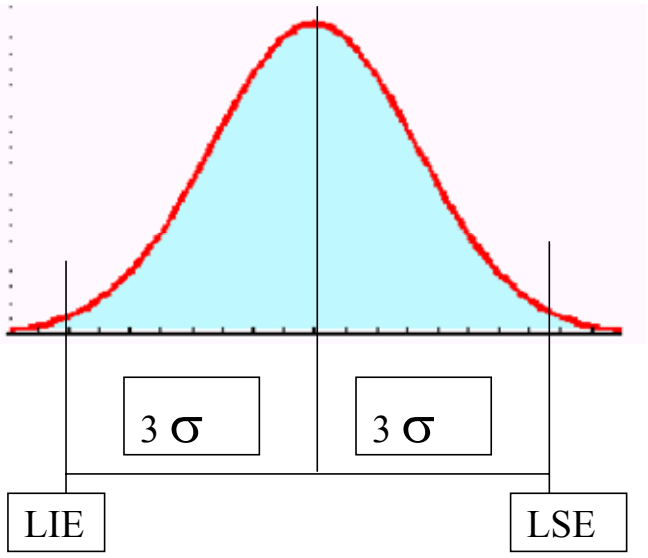
Medidas de capacidade do processo

Potencial do processo

O índice de CP mede a capacidade potencial do processo

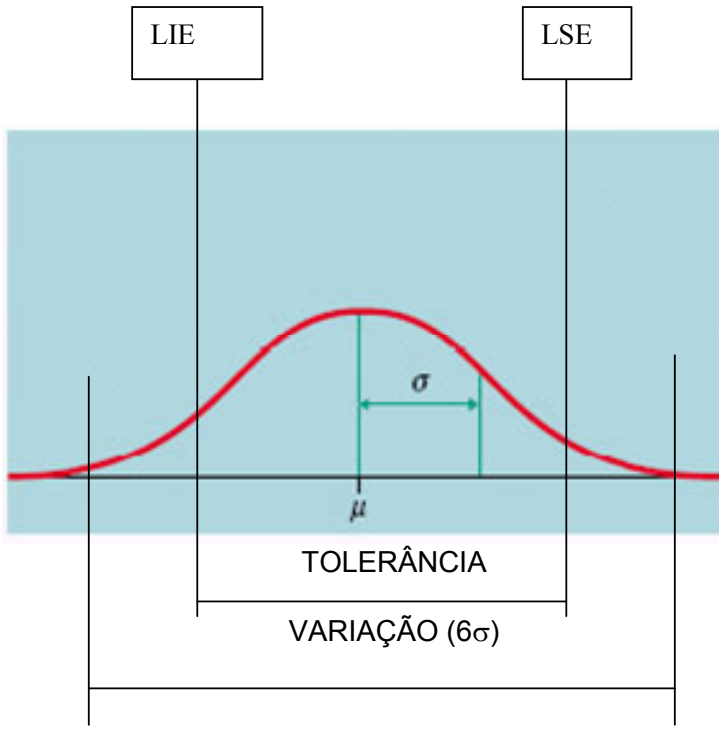
A fórmula para obtenção é a seguinte:

Note abaixo que as distâncias entre a tolerância (LSE-LIE) e a variação natural do processo (6σ) são as mesmas. Logo, se dividirmos um pelo outro teremos o valor "**1**".

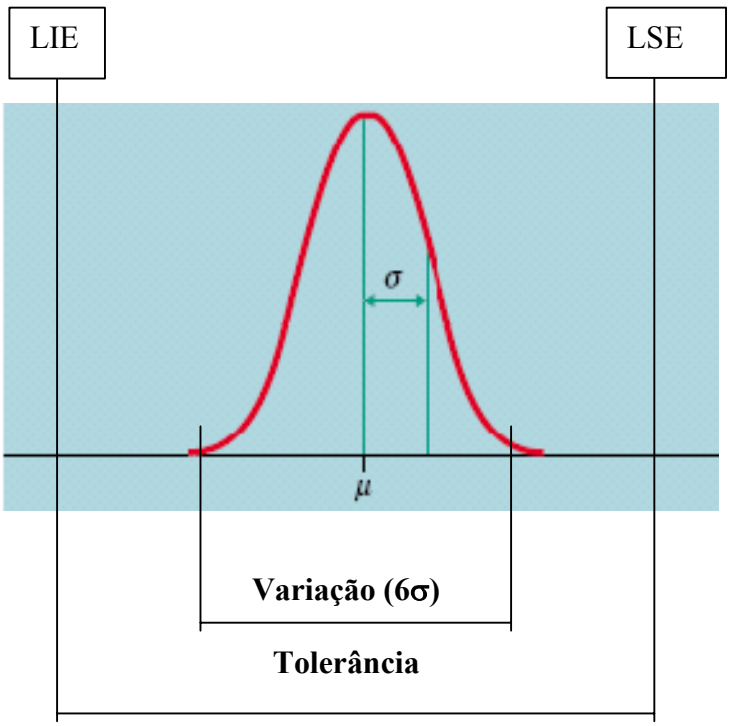


*Teoricamente, 99,73% das peças fabricadas neste processo estarão conforme a especificação.

Exemplos de variações do CP



Note no exemplo acima, o processo com um CP abaixo de 1. O processo tem uma variação maior que a especificação.



Já neste exemplo, o processo está com um CP acima de 1. O processo tem uma variação menor que a especificação.

Notas:
Para medidas unilaterais (especificações mínimas ou máximas) não podemos definir o potencial do processo.

Somente ter potencial, não significa que o processo é bom. Além de potencial, é preciso **desempenho**.

Desempenho do processo

Para calcularmos o desempenho de um processo, utilizamos um índice denominado Cpk.

Podemos definir a medida de desempenho como a avaliação da "posição" ou "centralização" do processo.

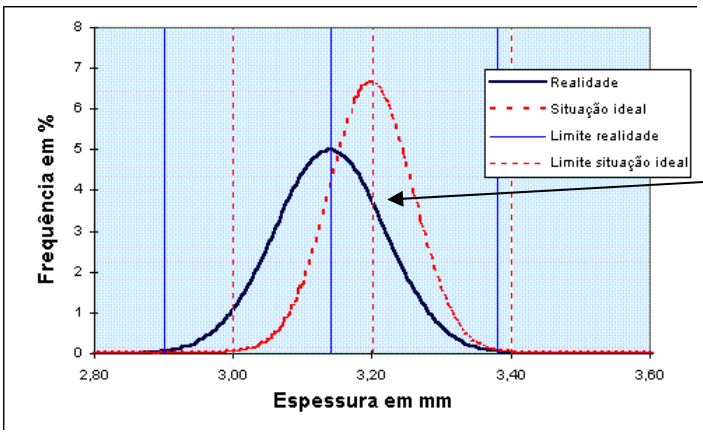
Para isso, estaremos utilizando as fórmulas:

$$Zi = \frac{X - LIE}{\sigma}$$

$$Zs = \frac{LSE - X}{\sigma}$$

$$Cpk = \frac{Z\ mín.}{3}$$

Z mínimo = menor valor entre os cálculos de Zi e Zs.



No exemplo ao lado, notamos que o processo está ligeiramente deslocado em relação ao ideal. O Cpk avalia justamente este

Avaliação dos resultados de capacidade ou capabilidade

Para considerarmos um processo capaz, ele deve atender com folga as especificações, tanto para Cp quanto para Cpk.

Um processo pode ser considerado capaz quando:

$$Cp \text{ e } Cpk \geq 1{,}33$$

Para o ramo automotivo, todas as características especiais devem ter Cp e Cpk $\geq$ 1,67.

Quanto maior for o índice, melhor será a capacidade do processo.

Tratamento dos processos não capazes

Para processos não capazes devemos:

- Instituir inspeção 100% até a melhoria do processo ou,
- Alterar a especificação, adequando ao processo ou,
- Implementação de melhorias no processo para alcançar a capacidade desejada.

Geralmente as melhorias a serem implementadas em processos com baixa capabilidade são direcionadas a eliminar causas comuns. Lembrando o que já foi visto, para correção destas causas faz-se necessário o envolvimento gerencial pois geralmente requerem investimentos em maquinários, treinamento da mão de obra, etc.

Análise por PPM

Podemos correlacionar os índices de capabilidade de processo com a análise por PPM (Partes Por Milhão). Veja a tabela abaixo:

Cpk	PPM	(%)
0	500.000	50
0,5	133.600	13,36
1,0	2700	0,27
1,33	64	0,0064
1,67	0,58	0,000058
2,0	0,002	-
2,33	0,000002	-

Exercícios:

Determine os índices de Cp e Cpk para os casos abaixo:

a) LSE = 50 X=45 σ= 1,3
LIE = 40

b) LSE = 50 X=45 σ= 1,0
LIE = 40

c) LSE = 50 X=42 σ= 1,0
LIE = 40

d) LSE = 50 X=40 σ= 1,5
LIE = 40

Outros índices de capacidade de processo

Capabilidade preliminar do processo

Utilizados para obter informações sobre o desempenho de processos novos ou alterados. É um requisito para o ramo automotivo, aplicado a todas as características especiais.

Para a realização deste estudo, são necessárias, no mínimo, 100 medições, divididas em subgrupos compostos por 4 ou 5 medições cada um.

No cálculo, utilizamos o desvio-padrão real.

$$\sigma_s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(xi-\bar{x})^2}{n-1}}$$

As fórmulas são as mesmas, substituindo o desvio estimado pelo desvio acima. Os nomes dos índices são Pp e Ppk, que substituem respectivamente Cp e o Cpk.

O processo é considerado capaz quando o resultado for **maior ou igual a 1,67**.

Capabilidade potencial de máquina

Utilizamos o estudo de capabilidade potencial de máquina nas seguintes situações:

- Aquisição de máquinas, ferramentas e dispositivos
- Modificações na produção / arranjo físico
- Reforma de equipamentos
- Concorrência entre fornecedores de máquinas

Procedimento de estudo

- Ferramentas, regulagens e sistemas auxiliares idênticos às condições normais de operação;
- Durante o período de estudo, nenhum ajuste ou regulagem deve ser feito;
- Instrumentos de medição calibrados e qualificados para tal medição;
- Isolar apenas a variação da máquina, mantendo os demais fatores (mão-de-obra, material, meio-ambiente e método constantes);
- A máquina deve ser ciclada em vazio por um certo período (1 a 4 horas);

- Fazer 50 peças consecutivas e dividi-las em 10 amostras de 5 peças consecutivas cada.

Fórmulas

$$Cm = \frac{LSE - LIE}{6\,\sigma máq}$$

$$Cmk_s = \frac{LSE - X}{3\,\sigma máq}$$

$$Cmk_i = \frac{X - LIE}{3\,\sigma máq}$$

$$\sigma máq = \frac{R}{d2}$$

$d2 = 2{,}326 (n=5)$

Análise dos resultados (Cm/Cmk)

Cm /Cmk	Situação	Conceito
0,9 ou menor	Incapaz	-A máquina não é capaz – implementar seleção 100%
1,0 a 1,32	Relativamente incapaz	-A máquina não é confiável e requer um controle contínuo (operador + qualidade)
1,33 a 1,99	Relativamente capaz	-A máquina é pouco confiável pois os operadores não conseguem controlá-la
2,0 ou maior	Capaz	-A máquina é altamente confiável e os operadores tem total controle.

Metodologias de análise e solução de problemas

Neste módulo, estaremos estudando algumas ferramentas utilizadas para análise e solução de problemas. O objetivo é conseguirmos aprender métodos para agrupar os problemas, indicar graficamente, definir as prioridades para a tomada de ações, investigar a causa raiz de um problema e implementar um método disciplinado para tomada de ações.

Grafico de Pareto

Definição

Forma especial do gráfico de barras verticais, que dispõe os itens analisados desde o mais freqüente, ate o menos freqüente.

Objetivo

Estabelecer prioridades na tomada de decisão, a partir de uma abordagem estatística.

Principio de Pareto

Analisando a distribuição de renda entre os cidadãos, o economista italiano V. Pareto concluiu que a maior parte de riqueza pertence a poucas pessoas. Essas mesma conclusão foi depois constatada em outras situações, sendo estabelecida a relação que fico conhecida como principio de Pareto ou relação 20-80. Segundo esse principio, 20 por cento das causas responsáveis por 80 por cento dos efeitos.

Análise de Pareto

No campo da qualidade, o Dr. J. M. Juran aplicou esse principio demonstrado que alguns poucos fatores são responsáveis pela maioria dos efeitos observados. Estabeleceu assim um método que permite classificar os problemas da qualidade, identificando os poucos problemas que são vitais e diferenciando-os dos muitos, que são triviais. Esse método foi por ele denominado *Analise de Pareto.*

A forma gráfica de apresentar os dados estudados por esse método ficou conhecida como *Gráfico de Pareto* ou ainda *Diagrama de Pareto*

Quando usar

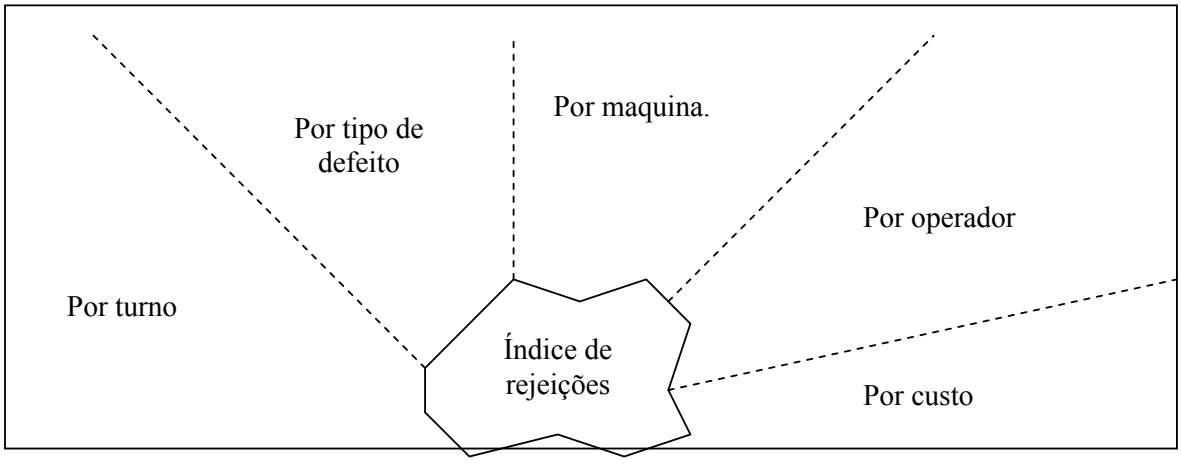
O gráfico de Pareto é usado sempre que for preciso ressaltar a importância relativa entre problemas ou condições, no sentido de:

- Escolher ponto de partida para a solução de problemas;
- Avaliar o progresso de um processo;
- Identificar a causa básica de um problema.

Como fazer

1. Defina o objeto da analise (por exemplo: índice de rejeições).

2. Estratifique o objeto a analisar.



3. Colete os dados, utilizando uma folha de verificação (veja o exemplo abaixo)

Componente : conjunto ABC
Seção: linha de montagem
Processo de trabalho: Montagem
Data produção: 31/07/95
Quantidade produzida: 1.000 peças
Inspetor: XXXXXXX

Tipo de Defeito	Tabulação	Freqüência do item	Classificação	% individual	% Acumulada
Alinhamento	///// ///// //	12			
Solda	///// ///// ///// ///// /	21			
Parafuso solto	///// ///// ///// ///// ..... ///// /////	68			
Junção	///// ///// /////	15			
Sujeira	///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// /	41			
Riscos	///// ///// ///// ///// ///// /////	29			
Trinca	///// /////	10			
Rebarba	///// /	06			
Bolha	/	01			
	Total➔	202			

4. Classifique cada item em decrescente e anote sua posição na coluna classificação da folha de verificação

Componente : conjunto ABC
Seção: linha de montagem
Processo de trabalho: Montagem
Data produção: 31/07/95
Quantidade produzida: 1.000 peças
Inspetor: XXXXXXX

Tipo de Defeito	Tabulação	Freqüência do item	Classificação	% individual	% Acumulada
Alinhamento	///// ///// //	12	6º		
Solda	///// ///// ///// ///// /	21	4º		
Parafuso solto	///// ///// ///// ///// ..... ///// /////	68	1º		
Junção	///// ///// /////	15	5°		
Sujeira	///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// /	41	2º		
Riscos	///// ///// ///// ///// ///// /////	29	3º		
Trinca	///// /////	10	7º		
Rebarba	///// /	06	8º		
Bolha	/	01	9º		
	Total➔	202	--		

5. Calcule a porcentagem individual e anote na coluna % individual da folha de verificação.

   Para calcular esta porcentagem utilize a seguinte formula:

$$\% \text{ individual} = \frac{\text{Freqüência do item}}{\text{Freqüência total}} \times 100$$

Exemplo:

No item alinhamento temos:

$$\% \text{ individual} = \frac{12}{202} \times 100 = 6\%$$

6. Reorganize os dados em ordem decrescente, numa nova folha de verificação.

Componente : conjunto ABC ***Seção***: linha de montagem ***Processo de trabalho***: Montagem ***Data produção***: 31/07/95 ***Quantidade produzida***: 1.000 peças ***Inspetor***: XXXXXXX

Tipo de Defeito	Tabulação	Freqüência do item	Classificação	% individual	% Acumulada
Parafuso solto	///// ///// ///// ///// ..... ///// /////	68	1º	34 %	
Sujeira	///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// /	41	2º	20%	
Riscos	///// ///// ///// ///// ///// /////	29	3º	14%	
Solda	///// ///// ///// ///// /	21	4º	10%	
Junção	///// ///// /////	15	5°	07%	
Alinhamento	///// ///// //	12	6º	06%	
Trinca	///// /////	10	7º	05%	
Rebarba	///// /	06	8º	03%	
Bolha	/	01	9º	01%	
	Total➔	202	--	100%	

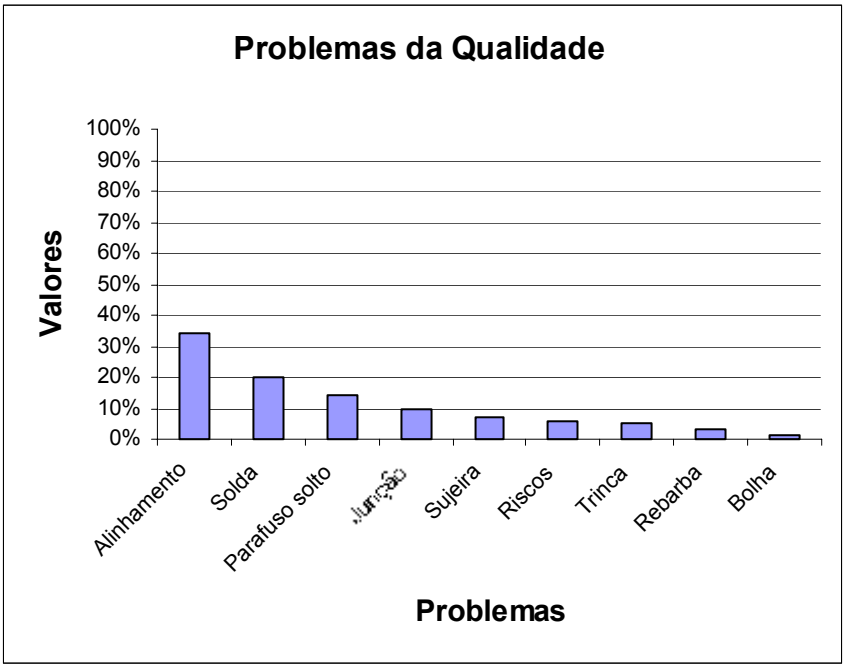
7. Calcule a porcentagem acumulada e anote na coluna % acumulada da folha de verificação.

   Para tanto, soma-se à porcentagem individual do item em questão a porcentagem acumulada ate o item imediatamente anterior.

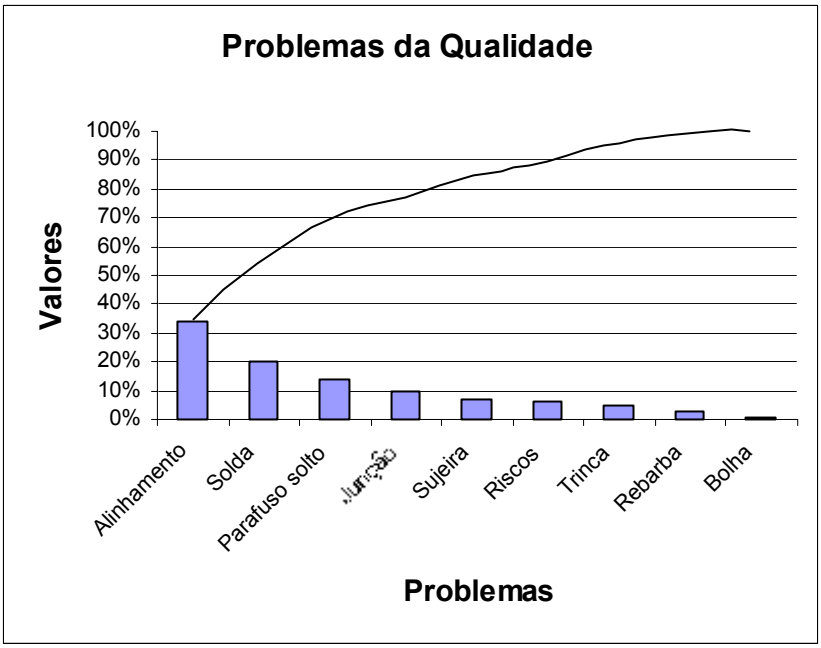
   Exemplo:

Tipo de Defeito	Tabulação	Freqüência do item	Classificação	% individual	% Acumulada
Parafuso solto	///// ///// ///// ///// ..... ///// /////	68	1º	34 %	34%
Sujeira	///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// /	41	2º	20%	54%
Riscos	///// ///// ///// ///// ///// /////	29	3º	14%	68%
Solda	///// ///// ///// ///// /	21	4º	10%	78%
Junção	///// ///// /////	15	5°	07%	85%
Alinhamento	///// ///// //	12	6º	06%	91%
Trinca	///// /////	10	7º	05%	96%
Rebarba	///// /	06	8º	03%	99%
Bolha	/	01	9º	01%	100%
	Total➔	202	--	100%	

8. Construa o gráfico, após determinar as escalas do eixo horizontal e vertical.



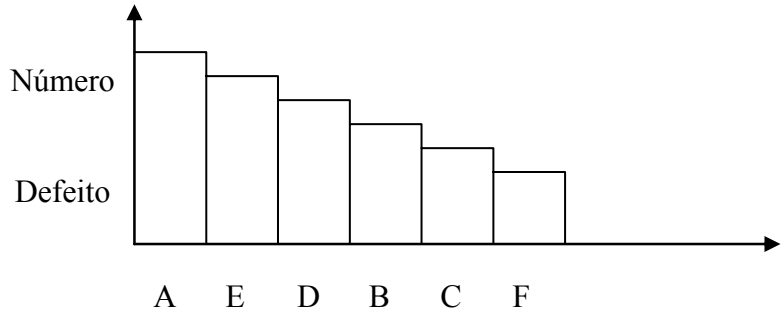
9. Construa a curva da % acumulada. Ela oferece uma visão mais clara da relação entre as contribuições individuais de cada um dos fatores.

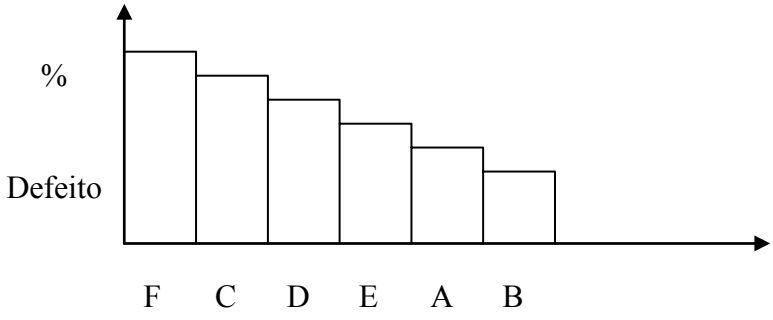


Consideração de custos na elaboração do gráfico:

Já que os problemas da qualidade, na maioria dos casos aparecem sob a forma de perdas (itens defeituosos, seus custos, etc), o gráfico de Pareto é uma ferramenta extremamente importante para esclarecer a forma de distribuição das perdas.

Produto	N° defeito	Quant. Produzida	% Defeitos	Custo / Defeito	Custo total
A	98	10.000	1%	$ 2,50	$ 245,00
B	20	2.010	1%	$ 4,50	$ 90,00
C	15	20	75%	$ 7,00	$ 105,00
D	35	200	18%	$ 11,00	$ 385,00
E	60	600	10%	$ 5,00	$ 3600,00
F	05	6	83%	$ 300	$ 15,00





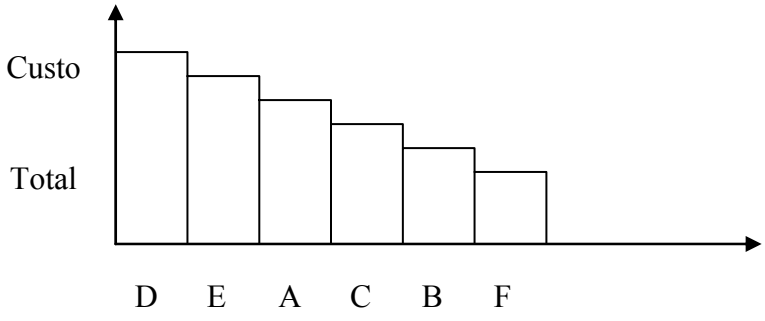


Diagrama de causa e efeito – Ishikawa – 6M

Definição

Estrutura que permite da dados ou informações possibilitando a identificação das possíveis causas de um problema ou efeito.

Este diagrama é também conhecido como diagrama de ishikwa em homenagem ao Dr. Kaoru ishikawa que primeiro o utilizo. Também é conhecido como diagrama de espinha de peixe, em virtude de seu formato.

Objetivo

Analisar criteriosamente e expor as relações entre um determinado efeito (como por exemplo a variação de uma característica da qualidade) e suas causas potenciais.

Quando usar

Embora possa ser utilizado individualmente, a principal qualidade do diagrama de ishkawa é sua capacidade de focalizar a discussão em grupo, estimulando a participação de todos e aproveitando ao Maximo o conhecimento de cada pessoa. Permite, assim, a organização das idéias e sua visualização agrupada, destacando os grupos de possíveis causas mais significativas.

Como fazer

1. Identifique e defina o problema ou efeito, tomando cuidado para que esteja claramente entendido por todos.

2. Identifique os principais grupos de possíveis causas

   Nesta fase, caso os fatores não estejam claros para toda a equipe recomenda-se utilizar os seguintes grupos, bastante abrangentes:

   - Mão de obra
   - Maquinas
   - Matéria prima
   - Meio ambiente
   - Método
   - Meio de Controle

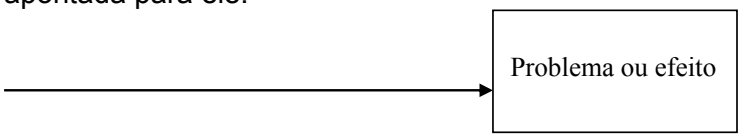
   Os 6M acima não devem ser fator limitante. Outros grupos de possíveis causas poderão ser considerados em função da complexidade do processo, como exemplos que seguem:

   - Clima organizacional
   - Gerenciamento
   - Manutenção
   - Medição
   - Etc

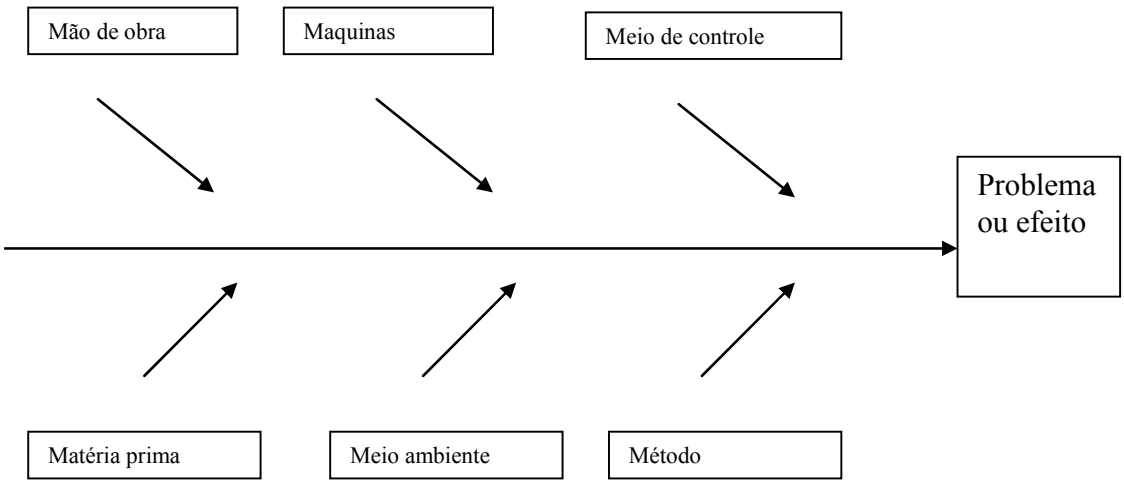
3. Construa o diagrama

   Para a construção do diagrama sugere-se seguinte seqüência:

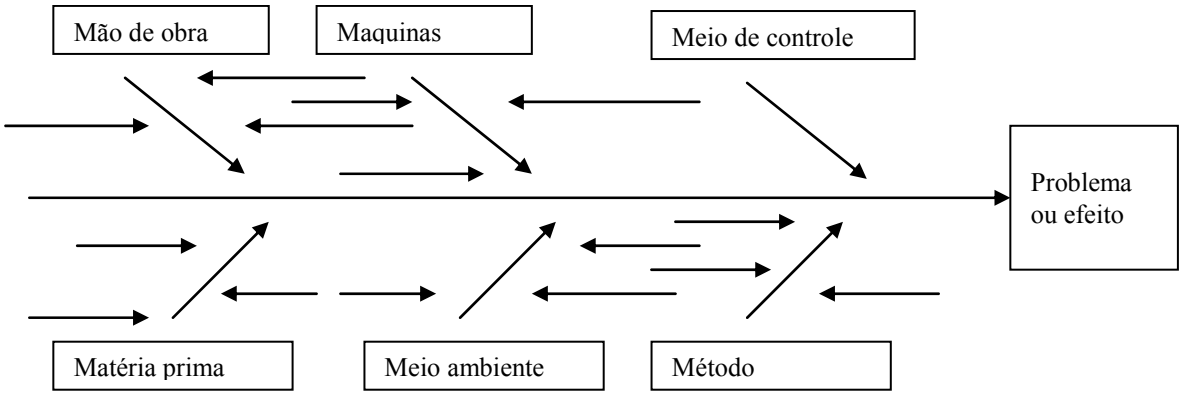
   Escreva o problema ou efeito definindo no lado direito e desenhe um longa flecha apontada para ele.



   Disponha os grupos identificados conforme a figura abaixo.



4. Realize um Brainstorming
   Nesta fase identificam-se as causas prováveis relacionadas aos grupos básicos (6M)



5. Escolha as causas mais prováveis
   Através de uma analise criteriosa do diagrama, a equipe deve buscar as principais causas.

6. Comprove a relação causa-efeito.
   As causas escolhidas devem ser tratadas com prioridade. Preferencialmente deve se efetuar a confirmação deste com base em dados

Precauções na elaboração do diagrama de causa e efeito

- Construir um diagrama em separado para cada problema ou efeito
- Entender claramente cada causa;
- Na definição do problema a equipe deve se restringir à sua área de responsabilidade, para minimizar frustrações.

Metodologia “8 disciplinas” ou 8 passos

O que é?

- Ciclo PDCA dividido em 8 disciplinas;
- É um método disciplinado para identificação de causas e solução de problemas.
- Orientado para o trabalho em equipe.

Por que usá-la?

- Disciplina e sistematiza o trabalho
- Enfatiza decisões com base em fatos e não apenas em opniões
- Evita as armadilhas do tipo: -atacar o sintoma e não a causa raiz;
- Implantar as mesmas soluções repetidas vezes.

Quando usar?

- Reclamações técnicas de produtos ou processos (internas/clientes)
- Reclamações técnicas de sistema (auditorias internas)
- Reclamações técnicas à fornecedores

Como usar?

As disciplinas de trabalho são as seguintes:

Após a comunicação do problema/reclamação:

1ª disciplina - formação do time

a) Reunir os envolvidos com o problema (qualidade, planejamento, produção, operador da máquina, etc);
   Com base na complexidade do problema, o departamento responsável pelo preenchimento do RNC seleciona as funções participantes da reunião.

b) A composição do time deverá ter :
   - Membros (especialistas, clientes, fornecedores)
   - Moderador (conduz o trabalho do time)

O moderador tem a responsabilidade de conduzir o time sempre dentro das disciplinas com foco na solução do problema. Não necessariamente precisa ser hierarquicamente superior.

c) O time deve ter a menor quantidade de pessoas possível (4 a 10 pessoas)

2ª disciplina - Descrição do problema

O problema deve ser descrito de forma adequada para atingirmos um bom efeito na análise.

Algumas perguntas que devem ser feitas para identificação do problema:

- O que?
- Quem?
- Quando?
- Quantas vezes?

Além dos limites do problema:

- Onde mais poderia estar ocorrendo?
- Por que não ocorreu até agora?
- Existe histórico deste problema ou parecido?

3ª disciplina – Ações corretivas imediatas (ação de contenção)

É a ação imediata para “estancar” ou amenizar o efeito do problema. Com esta ação deveremos ganhar tempo para a definição da causa e ação corretiva.

Para definição desta ação, devemos considerar:

- a qualidade acima de tudo
- parada de produção
- inspeção 100%
- aumento da troca de ferramentas ou ajustes

Estas ações não podem ser mantidas como ações definitivas. Servem para estancar o problema.

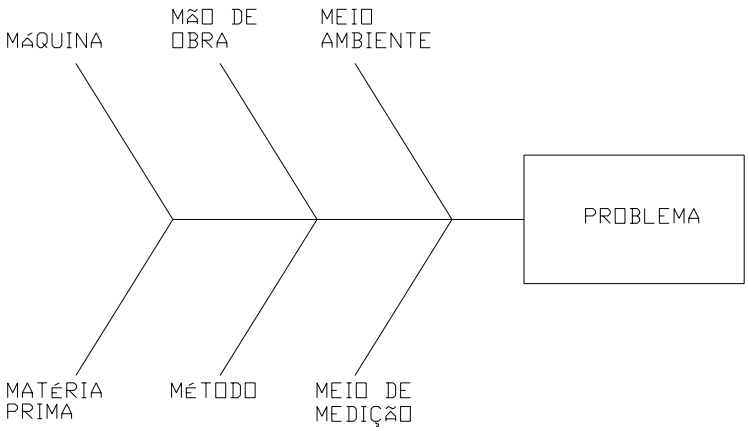
4ª disciplina – Identificação da causa raiz

Neste passo devemos identificar a causa raiz do problema para a tomada da ação corretiva.

Algumas técnicas podem ser utilizadas para facilitar a identificação da causa raiz. São elas:

- Diagrama de Ishikawa (6M);
- Gráfico de Pareto;
- FMEA.

Diagrama de Ishikawa



Através deste modelo, identifico a causa do problema através de 6 áreas que envolvem vários processos. Esta atividade facilita a identificação da causa raiz. Para identificação da causa raiz, devemos efetuar os 5 “por quê”. A partir do problema, inicio o questionamento até não obter mais resposta.

O Gráfico de Pareto, indica, através de barras (por exemplo) os tipos de defeito. Atacando a maior incidência de problemas podemos identificar as causas potenciais, inclusive para os outros defeitos.

Causas como: “falha humana”, “falta de treinamento” devem ser evitadas. A atuação deve ser sistemática e não pontual. Se houve falha humana, por exemplo, devemos questionar por que o homem falhou.

5ª disciplina – Ação corretiva

Identificando a causa raiz do problema ou a causa mais provável, deve-se atuar de forma efetiva, corrigindo o problema. Esta ação deve ser descrita de forma bem clara e documentada. As ações de contenção devem ser eliminadas após a implementação efetiva da ação corretiva.

6ª disciplina – Introdução das ações corretivas e comprovação de sua eficácia

Nesta etapa, devemos implementar as ações nos prazos definidos na etapa anterior e, através de algum método (verificação de lotes posteriores, estudos estatísticos, auditoria, etc) comprovar a eficácia das ações.

7ª disciplina – Medidas preventivas contra a reincidência.

Neste passo, iremos verificar os processos e produtos similares ou situações potenciais de ocorrência de problema para a tomada de ação sistemática e preventiva. Estas ações podem incluir mudanças até na estrutura do sistema da qualidade.

8ª disciplina – Apresentação dos resultados

Nesta última etapa, devemos apresentar os resultados para a equipe com o reconhecimento do trabalho, avaliação dos ganhos obtidos e potenciais para melhoria.

SENAI	SOLICITAÇÃO DE AÇÃO CORRETIVA/PREVENTIVA (SAC/SAP)	Form-0XX Nº_____

IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA					
TIPO :	***( ) CORRETIVA***		***( ) PREVENTIVA***		
ORIGEM					
( ) Cliente	***( ) Fornecedor***		***( ) Interno***	***( ) Auditoria***	
Produto		***Nº OP/Lote***		***Quant. Não Conforme***	
Nome do cliente/fornecedor/setor:					
EMISSOR:		**DATA: :**		***ASSINATURA:***	
TIME:					

DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE:

AÇÃO DE CONTENÇÃO (Ação imediata-material em processo, estoque, etc)

CAUSA(S)

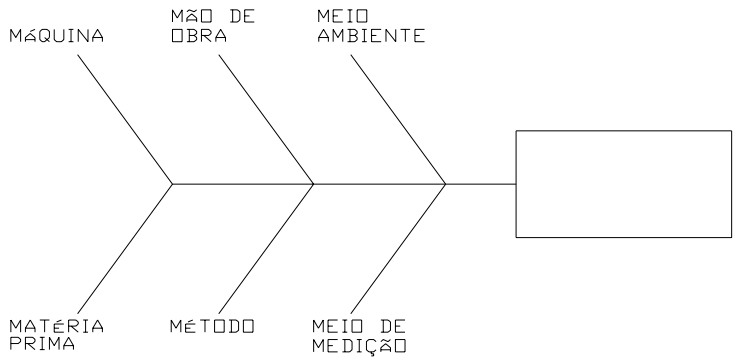
AÇÕES CORRETIVAS DEFINITIVA (Ação para corrigir a causa do problema e evitar sua reincidência)							
DESCRIÇÃO DAS AÇÕES	**RESP.**	**Prazo**	**Visto Resp.**	**Verificação da Implementação**			
				Implem.	**Novo Prazo**	**Implem.**	**Resp.**
				( )S ( )N			

EXTENSÃO DA NÃO CONFORMIDADE (Produtos e Processos similares que podem ocorrer o mesmo problema) :

A SER PREENCHIDO PELA ORGANIZAÇÃO						
VERIFICAÇÃO DA EFICÁCIA: Neste campo deve ser evidenciada a eficácia da ação proposta através de :						
( ) Verificação dos próximos ____ lotes					**( ) Auditoria no local (relatar as evidências)**	
Data	**Lote (nº)**	**Eficaz**		Resp.		
		Sim	**Não**			
					Responsável:	Data:

CONCLUSÃO DA EFICÁCIA (Fechamento do relatório após a verificação da eficácia)			
Satisfatório	( )		DATA:_____/_____/_____
Insatisfatório	( )	Nova SAC No:_____	RESPONSÁVEL:_____

Estudo da Causa Raiz



Máquina
?
?
?
?
?
Mão-de-obra
?
?
?
?
?
Meio Ambiente
?
?
?
?
?
Matéria-Prima
?
?
?
?
?
Método
?
?
?
?
?
Meio de Medição
?
?
?
?
?
Porque o problema não foi detectado?

Gestão da Qualidade

As ferrramentas a seguir têm por objetivo identificar potenciais de melhoria de um processo, objetivando aumentar a qualidade e a produtividade. As seguintes ferramentas serão abordadas:

- Indicadores de Desempenho
- ISO9001
- Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade

Indicadores de desempenho

O que são os indicadores de desempenho?

Como o próprio nome diz, indicadores de desempenho demonstram a situação de uma determinada atividade e/ou processo através de gráficos e planilhas.

Para que são utilizados os indicadores da qualidade?

Geralmente indicadores demonstram o desempenho de uma determinada atividade e/ou processo, possibilitando ao analista da qualidade e à direção da empresa a tomada de decisões. A ISO9001:2000, através dos itens 8.4 (análise de dados) e 8.2.3 (medição e monitoramento de processos) requer a análise e melhoria de dados. A expectativa é que estes dados sejam apresentados em forma de gráfico para melhor visualização. Um bom indicador da qualidade deve incluir:

- Resultados atuais
- A evolução ao longo do tempo
- A meta a ser atingida
- A situação perante a meta
- A tendência
- Ações que estão sendo tomadas para a melhoria

Exemplos de indicadores que podem ser utilizados

- Índice de reclamações de clientes
- Índice de produtos reprovados
- Índice de produtividade
- Índice de satisfação do cliente
- Índice de desempenho dos fornecedores
- Etc...

Note que a palavra índice é constantemente utilizada nestes casos pois resulta da relação entre uma grandeza obtida e uma grandeza esperada. Geralmente, é indicada em porcentagem.

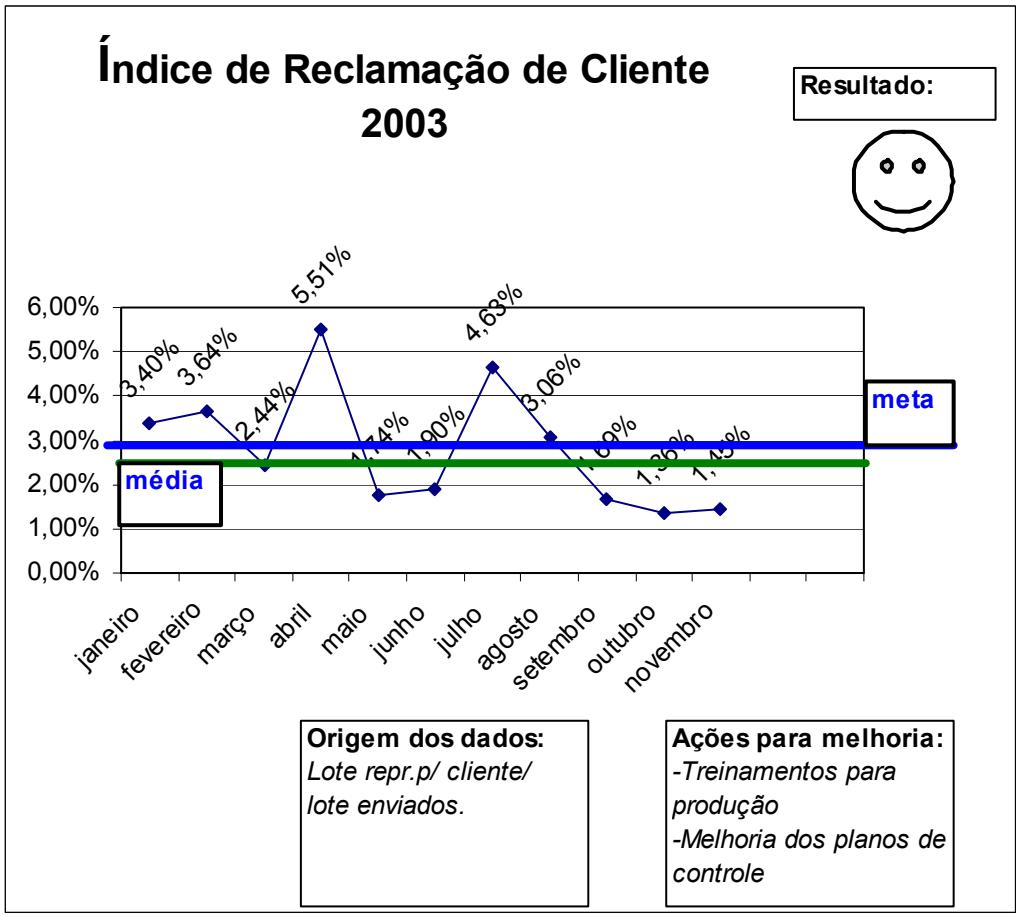
Exemplo:

Índice de reclamações de clientes:

$$\frac{\text{Nº de reclamações}}{\text{Nº de lotes entregues}} = \text{x 100 é o percentual de reclamações em função das entregas}$$

Nos casos onde os dados a serem medidos estiverem abaixo 1%, é comum utilizarmos o PPM (partes por milhão).

Exemplo de um gráfico



Os dados podem ser apontados mês a mês ou de forma acumulada. A forma acumulada proporciona a avaliação da evolução ao longo tempo.

Cálculo do PPM

PPM significa “Partes por Milhão”. Pode ser aplicado em peças, serviços,etc. Geralmente trabalha-se em “%”. Segue abaixo demonstração.

1% - significa que uma peça em 100 está defeituosa.

1PPM – significa que 1 peça em 1.000.000 está defeituosa.

Para transformarmos % em PPM, segue as “dicas” abaixo:

1% = 1 peça em 100 = a ? PPM

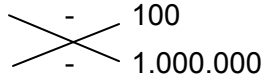
Para sabermos quantos PPMs defeituosos temos em nosso processo, não precisamos fabricar 1.000.000 de peças ou prestar 1.000.000 de serviços. Basta calcular a % e transformar em PPM, conforme abaixo:

1) Regra de 3

O método tradicional seria a regra de três, conforme abaixo:

1 - 100
a - 1.000.000

Multiplico em "X"



Logo teremos:

100 a = 1 x 1.000.000

a = 1.000.000 / 100 = 10.000 PPM

2) Método prático

Para sabermos quantos PPMs tem 1% , devemos incluir "zeros" dos dois lados até a quantidade de partes envolvidas atingir 1.000.000, conforme abaixo

1% = 1 em 100
1% = 10.000 em 1.000.000

Logo, podemos concluir que 1% equivale a 10.000 PPM.

Exercício:

1. Com base na matriz de objetivos abaixo e nos resultados obtidos, elabore os indicadores calculando em % e, no final, calcule em PPM.

Objetivo	**Meta**	**Coleta de Dados**	**Indicador**
-Reduzir reclamações dos clientes	-Máximo 3%	-Número de reclamações / total de serviços prestados (coleta mensal)	Índice de Reclamação dos clientes
-Reduzir reprovações internas	-Máximo 5%	-Quantidade de defeituosos / Quantidade de peças	Índice de Reprovações Internas

Coleta de dados:

Reclamações de clientes:

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
Reclamações	2	3	2	0	2	2
Serviços Prestados	100	80	150	75	89	100

Reprovações Internas:

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
Peças Reprovadas	30	35	50	48	40	38
Peças Fabricadas	1500	1400	3000	2700	2000	1900

2. Elabore um indicador de satisfação dos clientes, conforme os dados abaixo, considerando que a meta é no mínimo 75% de satisfação.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
Resultado (%)	60	70	55	85	90	85
Cliente	A	B	C	D	E	F

ISO 9001:2000

Neste tema, estaremos avaliando as vantagens de implementação de um sistema da qualidade, requisitos da ISO9001 e métodos para implementação.

Histórico - qualidade

Inicialmente, dependia-se da habilidade do artesão.

- 1840 – Surge o primeiro calibre passa;
- 1870 – Surge o calibre passa / não-passa (noção de tolerância);
- 1900 – Normalização dos produtos: Especificação de fabricação;
- 1920 – Só inspeção – Separação de defeituosos;
- 1923 – Shewart - % aceitável de peças defeituosas – Especificação para aceitação – Teoria de amostragem (controle estatístico);
- 1920 / 1930 – Surgiu a necessidade de:
  Criar técnicas de Controle de Qualidade para diminuir o refugo
  Reduzir a quantidade de peças inspecionadas (amostragem);
- 1939 / 1945 – Durante a 2ª guerra mundial, os Estados Unidos da América passou a exigir para todos os fornecimentos de material bélico, certificados de qualidade baseados na teoria de Shewart;
- 1970 – Empresas multinacionais passam a exigir alguns controles para a garantia da qualidade. No Brasil, as montadoras e a Petrobrás foram grandes responsáveis pela evolução dos processos de qualidade no Brasil;
- 1980 – Começam as discussões referente à sistemas da qualidade;
- 1987 – Surge a série de normas ISO9001, posteriormente revisada em 1994 e 2000. O enfoque é na garantia da qualidade;
- 1994 – Surge uma revisão da série ISO9000 com pequenas alterações;

- 2000- Surge a nova versão da ISO9000, reformulando todo o conceito buscando a aplicação da gestão da qualidade (foco no cliente e melhoria contínua).

Atualmente a qualidade pode ser expressa em termos de:
- atendimento aos requisitos e especificações do cliente;
- adequação ao uso.
- superar as expectativas do cliente.

Sistemas da qualidade

Definições

A maneira pela qual uma organização assegura o atendimento aos critérios de qualidade descritos acima é através do estabelecimento de um sistema de gestão da qualidade.

Podemos definir sistema da qualidade como o conjunto de atividades inter-relacionadas que atuam objetivando a garantia da qualidade do produto, a satisfação do cliente e a melhoria contínua da organização.

Motivos para uma organização implementar um sistema da qualidade

- Exigência do cliente;
- Necessidade de controlar de forma efetiva a sua produção e/ou serviço;
- Necessidade de redução de custo;
- Estrutura para atender as atuais exigências do mercado;
- Necessidade de aumentar o rol de clientes.

Benefícios trazidos por um sistema de qualidade

- Melhoria no planejamento do negócio;
- Aumento na conscientização para qualidade ao longo e através da organização;
- Melhoria na comunicação;
- Redução dos custos da má-qualidade e dos desperdícios;
- Possibilidade de adquirir um nível mundial de qualidade.

Para estabelecer um sistema de qualidade, uma organização deve:

- Estabelecer objetivos claros;
- Definir claramente as responsabilidades;
- Definir processos e procedimentos claros;
- Especificar requisitos de treinamento;
- Estabelecer padrões de desempenho;
- Prover um monitoramento adequado e análise crítica do sistema de qualidade, assegurando que este sistema permaneça vivo e dinâmico.

Termos e definições

Ação corretiva
Ação para eliminar a causa de uma não-conformidade identificada ou outra situação indesejável.

Ação preventiva
Ação para eliminar a causa de uma potencial não-conformidade ou outra situação potencialmente indesejável.

Documento
Informação e o meio na qual ela está contida.

Especificação
Documento que estabelece requisitos

Evidência Objetiva
Dados que apóiam a existência ou veracidade de alguma coisa.

Gestão da qualidade
Atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização, no que diz respeito a qualidade.

Infra-estrutura
Sistema de instalações, equipamentos e serviços necessários para a operação de uma organização.

Objetivo da qualidade
Aquilo que é buscado ou almejado, no que diz respeito à qualidade.

Procedimento
Forma especificada de executar uma atividade ou um processo.

Produto
Resultado de um processo.

Qualidade
Grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz a requisitos.

Registro
Documento que apresenta resultados obtidos ou fornece evidências de atividades realizadas.

Satisfação do cliente
Percepção do cliente do grau no qual os seus requisitos foram atendidos.

Sistema de gestão da qualidade
Sistema para estabelecer e políticas e objetivos e atingir estes objetivos, dirigindo e controlando uma organização, no que diz respeito à qualidade.

Princípios de Gestão da Qualidade

A família de normas ISO9000/2000 é baseada em oito princípios gerais. Estes fornecem a filosofia básica de melhoria de requisitos e desempenho. Pela incorporação do significado e espírito destes requisitos, organizações desenvolvem e expandem gradativamente os oito princípios dentro de suas organizações. São eles:

1. Foco no cliente
2. Liderança
3. Envolvimento de pessoas
4. Abordagem de Processo
5. Abordagem sistêmica para gestão
6. Melhoria Contínua
7. Abordagem factual para tomada de decisão
8. Benefícios mútuos nas relações com os fornecedores

Estrutura de Normas:

Normas ISO-9000

Em 1987 foi publicada pela ISO (International Organization for Standartization) – (Organização Internacional de Normalização) a série ISO-9000, que tem o objetivo de regulamentar e padronizar um sistema de qualidade. Um sistema de qualidade conforme ISO-9000 está normalizado com padrões internacionais de qualidade.

Versão antiga – 1994 (primeira revisão)

De 1994 até 2000, as normas eram dispostas da seguinte forma:

ISO9000/94

- Normas para garantia e gestão da qualidade – diretrizes para seleção e uso.

ISO9001/94

- Sistemas da qualidade – Modelo para **garantia da qualidade** em **projeto**, desenvolvimento, produção, instalação e serviços associados.

ISO9002/94

- Sistemas da qualidade – Modelo para **garantia da qualidade** em **produção**, instalação e serviços associados.

ISO9003/94

- Sistemas da qualidade – Modelo para **garantia da qualidade** para **inspeções** e ensaios finais.

Versão atual – 2000 (segunda revisão)

A partir de 29/01/01, passou a vigorar a nova versão da norma. Quem possui o certificado ISO9001/94, terá até dezembro de 2003 para efetuar a transição de um sistema para outro.

Agora, a disposição das normas está da seguinte forma:

ISO9000/00

- Sistemas de **gestão** da qualidade – Fundamentos e **vocabulários**(substitui a antiga ISO8402/94_.

ISO9001/00

- Sistemas de **gestão** da qualidade – **Requisitos**

ISO9004/00

- Sistemas de gestão da qualidade – Diretrizes para melhoria de desempenho

A representante da ISO no Brasil é a ABNT, conforme dados abaixo.

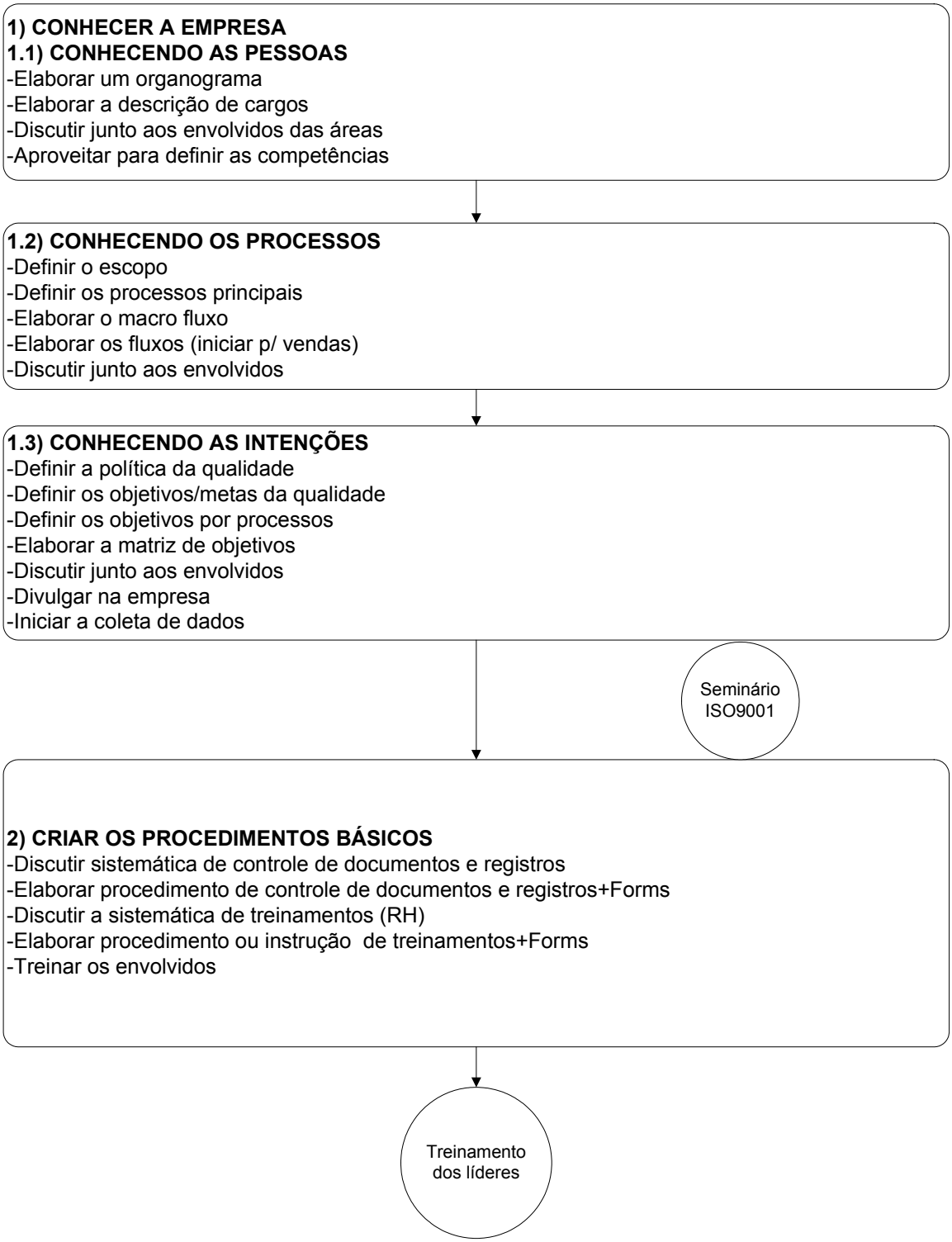
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
www.abnt.org.br

Estudo dos requisitos

A norma ISO9001:2000 descreve os requisitos a serem atendidos para conseguir uma certificação.

Processo de Implementação

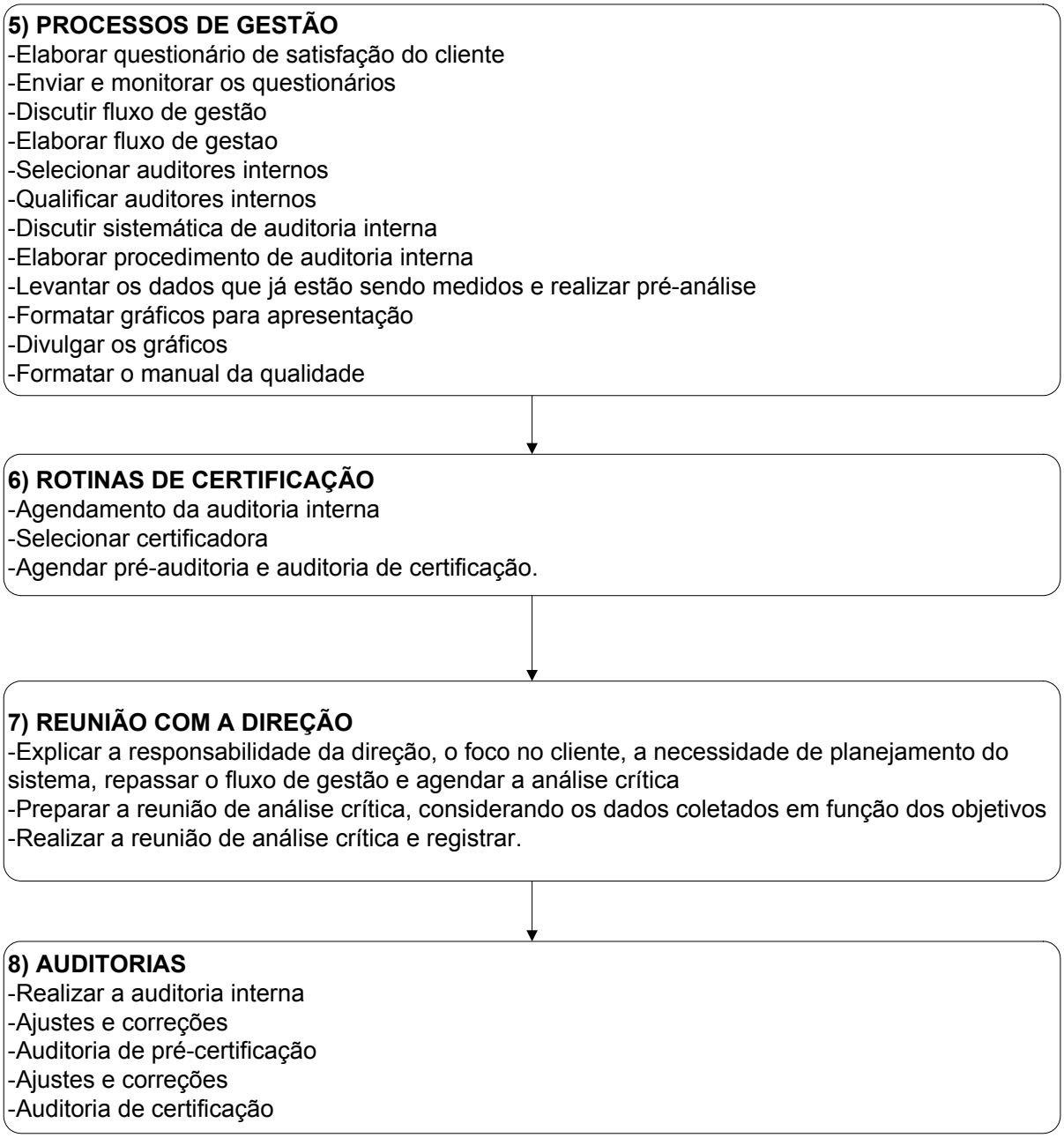
Abaixo segue um fluxo que sugere um método de implementação. É importante salientar que o método a ser definido pode variar significativamente de uma empresa para outra.


1) CONHECER A EMPRESA
1.1) CONHECENDO AS PESSOAS
-Elaborar um organograma
-Elaborar a descrição de cargos
-Discutir junto aos envolvidos das áreas
-Aproveitar para definir as competências
1.2) CONHECENDO OS PROCESSOS
-Definir o escopo
-Definir os processos principais
-Elaborar o macro fluxo
-Elaborar os fluxos (iniciar p/ vendas)
-Discutir junto aos envolvidos
1.3) CONHECENDO AS INTENÇÕES
-Definir a política da qualidade
-Definir os objetivos/metas da qualidade
-Definir os objetivos por processos
-Elaborar a matriz de objetivos
-Discutir junto aos envolvidos
-Divulgar na empresa
-Iniciar a coleta de dados
Seminário ISO9001
2) CRIAR OS PROCEDIMENTOS BÁSICOS
-Discutir sistemática de controle de documentos e registros
-Elaborar procedimento de controle de documentos e registros+Forms
-Discutir a sistemática de treinamentos (RH)
-Elaborar procedimento ou instrução de treinamentos+Forms
-Treinar os envolvidos
Treinamento dos líderes

3) ORGANIZAÇÃO DE LOCAL
-Limpeza e Organização
-Iluminação
-Arranjo de Lay out
-Monitorar para manutenção do ambiente

4) ÍTENS CRÍTICOS (Tempo e Custo)
-Definir a especificação do produto
-Definir os métodos de planejamento e controle de produção
-Definir critérios de controle de qualidade na produção
-Iniciar elaboração das especificações de produção
-Elaborar fluxo de desenvolvimento e produção
-Definir os instrumentos de medição necessários.
-Codificar os instrumentos, elaborar cronograma de aferição e iniciar o processo.
-Elaborar instrução para controle de Equipamentos de Medição.
-Definir os métodos de validação para processos especiais
-Elaborar instrução para oficializar método de validação para processos especiais
-Discutir atividade de projeto
-Elaborar instrução para a atividade de projeto
-Discutir a sistemática de compras
-Levantar todos os fornecedores da empresa
-Definir um método para qualificação e monitoramento
-Elaborar IT de compras
-Iniciar processo de qualificação dos fornecedores
-Discutir métodos de identificação, rastreabilidade, áreas (produto em processo, produto NC, etc) e preservação do produto
-Elaborar a matriz de identificação.
-Discutir sistemática de controle de produto não conforme, ação corretiva e ação preventiva.
-Elaborar procedimento de contr. Produto não conforme , ação corretiva e preventiva
-Discutir sistemática de manutenção
-Elaborar instrução.

ATENÇÃO: Nesta fase, faz-se necessário muito foco e acompanhamento. A cada atividade concluída, o pessoal deve ser treinado e, sempre, a atividade deve ser acompanhada. Os registros devem ser preenchidos.



Processo de certificação

Algumas atividades a serem realizadas:

- Seleção do organismo certificador credenciado pelo INMETRO
- Realizar auditorias internas
- Auditoria de pré-certificação
- Auditoria de certificação

Manutenção da certificação

Após a certificação é comum as pessoas se acomodarem e tendem a incorrer em não conformidades. Portanto, é necessário um trabalho de conscientização e cobrança para que o sistema permaneça conforme.

Benefícios da certificação

A certificação, por ser reconhecida mundialmente, atrai novos clientes e assegura a confiança dos atuais clientes. Além disso, com a ênfase em melhoria contínua, a organização tende a reduzir custos de desperdício e otimizar seus processos.

Uso da logomarca

É necessário cuidado para não agregar ao produto fabricado a certificação ISO9001. Não esqueçamos que quem é certificado é o sistema de qualidade da organização e não o produto. A atitude de agregar a certificação ISO 9001 a um produto incorre em não-conformidade.

Auditorias

Definições

O que é uma auditoria?

Auditoria é um método de exame da conformidade com os requisitos, sejam eles jurídicos, financeiros, qualidade, etc.

E auditoria da qualidade?

Auditoria da qualidade conforme ISO9001:2000 é definida como um processo sistemático, documentado e independente, para obter evidência de auditoria e avalia-la objetivamente para determinar a extensão na qual os critérios de auditoria são atendidos.

Podemos interpretar que auditoria de qualidade é uma metodologia de análise de um sistema de qualidade que objetiva demonstrar como uma organização está atendendo os requisitos da Norma de referência (no caso, ISO9000:2000).

Uma definição alternativa, destaca alguns elementos chaves da auditoria. É a seguinte:

- uma atividade documentada, independente;
- em conformidade com as listas de verificação e procedimentos documentados;
- verificar através de exame e avaliação das evidências;
- se os elementos aplicáveis de um sistema da qualidade foram desenvolvidos, documentados e implementados de forma eficaz;
- de acordo com os requisitos especificados.

Princípios da Auditoria

Conduta ética

O papel do auditor é de confiança, integridade, confidencialidade e discrição.

Apresentação justa

Constatações de auditoria devem refletir fielmente, acuradamente e completamente as atividades de auditoria.

Profissionalismo

Auditores devem desenvolver um senso de cuidado apropriado à importância da tarefa e à confiança neles depositada pelos clientes da auditoria.

Dois princípios regem o processo de auditoria:

- Independência

Auditorias são objetivas e independentes. Os membros da equipe de auditores devem ficar livres de pressão e conflitos de interesse.

- Evidências

As evidências da auditoria são verificáveis. São baseadas em amostras de informações disponíveis, uma vez que a auditoria seja conduzida durante um período finito de tempo e de recursos. Contudo, o uso da amostragem deve ser adequado à confiança depositada nas conclusões de auditoria.

Tipos de auditoria

Existem diversos tipos de auditoria se considerarmos as várias áreas de atuação. Neste curso abordaremos as auditorias de sistema da qualidade.

Estas auditorias de sistema da qualidade se dividem em três tipos:

- Primeira parte;
- Segunda parte;
- Terceira parte.

Primeira Parte (auditoria interna)

Definição: Auditoria conduzida pela empresa nos seus próprios sistemas e procedimentos.

Objetivo: Assegurar a manutenção e o desenvolvimento do sistema da qualidade.

Segunda Parte (auditoria externa)

Definição: Auditoria que a empresa realiza em seus fornecedores.

Objetivo: Determinar a adequação de fornecedores e avaliar seu desempenho.

Terceira Parte (auditoria externa)

Definição: Auditoria conduzida por uma organização que é comercial e contratualmente independente da empresa, de seus fornecedores e clientes. Em geral realizada por um organismo de certificação.

Objetivo: Determinar se o sistema da qualidade de uma empresa está documentado e implementado em conformidade com a Norma aplicada (no caso, ISO9001/2000).

Nota: Existe um outro tipo de auditoria que está ligada indiretamente a um sistema da qualidade que é chamada de auditoria de processo. Neste tipo de auditoria, o sistema de qualidade é utilizado como referência para o acompanhamento de um processo ou produto especificamente. Além dos requisitos da Norma do sistema da qualidade, são avaliados também os requisitos específicos de um cliente e/ou da própria organização, além de monitorar o desempenho do produto auditado.

Postura de um auditor

A norma 19011 esclarece algumas caradterísticas pessoais e competências necessárias a um auditor.

Atributos Pessoais

Um auditor precisa:

- ter mente aberta;
- ser diplomático;
- observador;
- perceptivo;
- tenaz;
- decidido;
- auto-confiante;
- justo;
- honesto;
- discreto.

Outros atributos

- Educação, experiência e treinamentos adequados, conforme recomendações da Norma 19011.
- Técnicas e métodos relativos à qualidade, incluindo terminologia, princípios de gestão e suas aplicações.
- Conhecer a legislação relevante, regulamentos e outros requisitos apropriados aos processos auditados.
- Conhecer o produto e os processos operacionais da organização a ser auditada.

A qualificação dos auditores também deve seguir o ciclo da melhoria contínua (PDCA), proporcionando um aprimoramento constante de sua qualificação, permanecendo sempre atualizado às mudanças das Normas de referência e das técnicas de trabalho.

Código de ética de um auditor (referência IATCA)

- Agir de modo profissional, preciso e imparcial.
- Esforçar-me para aumentar a competência e o prestígio da profissão de auditor
- Auxiliar os contratados por mim, ou sob minha supervisão no desenvolvimento das habilidades de gestão, qualidade e auditoria.

- Não representar interesses conflitantes ou competidores entre si, e revelar a clientes ou empregadores, qualquer relacionamento que possa influenciar meu julgamento.
- Não discutir ou revelar qualquer informação relacionada a qualquer auditoria, a menos que autorizada por escrito pelo auditado e pela empresa auditora.
- Não aceitar persuasão, comissão, presente ou qualquer benefício de organizações auditadas, seus empregados ou quaisquer interessados e recomendar o mesmo aos colegas.
- Não comunicar intencionalmente informação falsa ou enganosa que possa comprometer a integridade de qualquer auditoria, auditor ou processo de certificação.
- Não agir de modo a causar dano ou prejuízo à reputação do organismo certificador ou do processo de certificação e cooperar integralmente num inquérito em caso de quebra de qualquer cláusula deste código.

Programa brasileiro da qualidade e produtividade – PBQP

O Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade tem como meta modernizar as empresas do país de modo a emparelhá-las com o mercado empresarial dos países de primeiro mundo.

O alcance dessa meta depende, principalmente, de mudança de atitude das pessoas das empresas para que ponham em prática os procedimentos adequados à obtenção de produtos e serviços com qualidade total.

Considerando esses aspectos, este fascículo apresenta conceitos e noções básicas referentes ao sistema da qualidade. São descritos os objetivos do PBQP, sua importância para a melhoria contínua das empresas e as vantagens de implantação de sistemas da qualidade.

Dado o objetivo da otimização das empresas em termos de qualidade e produtividade, é feita uma explanação relativa a programas de controle total de perdas.

Ao longo de suas histórias, muitos países lançaram mão de programas nacionais de aumento de produtividade.

Esses programas constaram de iniciativas:

- Governamentais, como no EUA em 1930;
- Privadas como no Japão em 1955;
- Mistas, como na Europa após a 2ª guerra mundial.

Ficaram conhecidos programas levados a efeito nos EUA, logo após a grande depressão de 1929; na Alemanha, França e outros países europeus (em torno de 1946 e 1951); no Japão em 1955, através da Japan Produtivity Center, com efeitos notáveis que perduram até hoje; em Portugal (PEDIT) e na Inglaterra (Enter Prise) com programas lançados em 1988 e em plena execução atualmente.

Os resultados dessas iniciativas foram vigorosos surtos de expansão econômica, com custos financeiros relativamente irrelevantes quando comparados aos seus resultados. A história contemporânea leva observadores mais atentos a duas importantes constatações:

- As atividades econômicas florescem em mercados abertos e competitivos;
- As empresas tornam-se mais competitivas quanto mais abrangentes forem os mercados em que se inserem.

Atento a essa visão moderna, o governo brasileiro lançou diretrizes industriais e de comércio exterior. Nesse contexto, foi concebido o PBQP, visando fomentar a adequação e modernização da empresa brasileira, com vistas ao seu fortalecimento e a sua inserção gradual num mercado cada vez mais abrangente e competitivo.

Esse programa permite a inserção do Brasil no contexto das economias mais desenvolvidas. A modernização industrial requer adoções de novos métodos de gerenciamento da produção e tecnologia da empresa.

O PBQP tem como principal objetivo apoiar o esforço brasileiro de modernização por meio da promoção da qualidade e da produtividade para aumentar a capacidade de bens e serviços produzidos no país.

Os programas gerais do PBQP visam:

- Conscientização e motivação para a Qualidade e Produtividade;
- Desenvolvimento e difusão de métodos de gestão;
- Capacitação de recursos humanos;
- Adequação de Serviços Tecnológicos para a qualidade e produtividade;
- Articulação institucional.

Referências bibliográficas

CORRÊA, Henrique L. e outros. **Planejamento, Programação e Controle da Produção.** São Paulo: Atlas, 2006.

CARVALHO, Marly Monteiro e outros. **Gestão da Qualidade – Teoria e Casos.** São Paulo: Campus, 2005.

FUJII, Prof. Hajime. **Planejamento, Programação e Controle da Produção.** Apostila do Curso de Especialização em Administração Industrial, 2007.

ABNT, **Normas NBR ISO 9000/2000 e NBR ISO 9001/2000**

IQA, **Manual do CEP – 2ª Edição – QS9000**

IQA, **Manual da FMEA – 3ª Edição – QS9000**

IQA, **Manual do APQP – 1ª Edição – QS9000**

IQA, **Manual do PPAP – 4ª Edição – QS9000**

GMB e SENAI-SP - **Controle Estatístico de Processo** – Apostila

SENAI – **Ferramentas da Qualidade** - Apostila