



**APQP | PAPP | FMEA | CEP | MSA | MASP**

**FANIA - Comércio e Indústria de Peças Ltda**

Av. Presidente Tancredo de Almeida Neves, nº725, São Judas Tadeu  
CEP 37504-069 - Itajubá/MG  
Tel.: (35) 3629-5800 | Fax: (35) 3629-5807  
[www.fania.com.br](http://www.fania.com.br)



# CORE TOOLS

## APQP | PAPP | FMEA | CEP | MSA | MASP

Elaborado por:

Luiz Henrique, Arnóbio Júnior, Amadeu Rodrigues, Edison Wander, Felipe Augusto, Albert Aquino, Carlos Eduardo.

Revisado por: -

Aprovado:

Luiz Henrique Soares /  
Henrique Sérgio

Data emissão:

21.11.2017

Data revisão: -

| REV. Nº | DATA       | DESCRÍÇÃO DA REVISÃO                      |
|---------|------------|---|
| 00      | 21.11.2017 | Revisão Geral e Publicação no site Fania. |
|         |            |   |
|         |            |   |
|         |            |   |
|         |            |   |

## ÍNDICE

### APQP (2<sup>a</sup> edição)

Planejamento Avançado da Qualidade do Produto e Plano de Controle..... 3

### PAPP (4<sup>a</sup> edição)

Processo de Aprovação de Peças de Produção..... 21

### FMEA (4<sup>a</sup> edição)

Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial..... 43

### CEP (2<sup>a</sup> edição)

Controle Estatístico de Processo..... 67

### MSA (4<sup>a</sup> edição)

Análise de Sistema de Medição..... 85

### MASP (4<sup>a</sup> edição)

Metodologia de Análise de Solução de Problemas..... 105



# **APQP 2º edição**

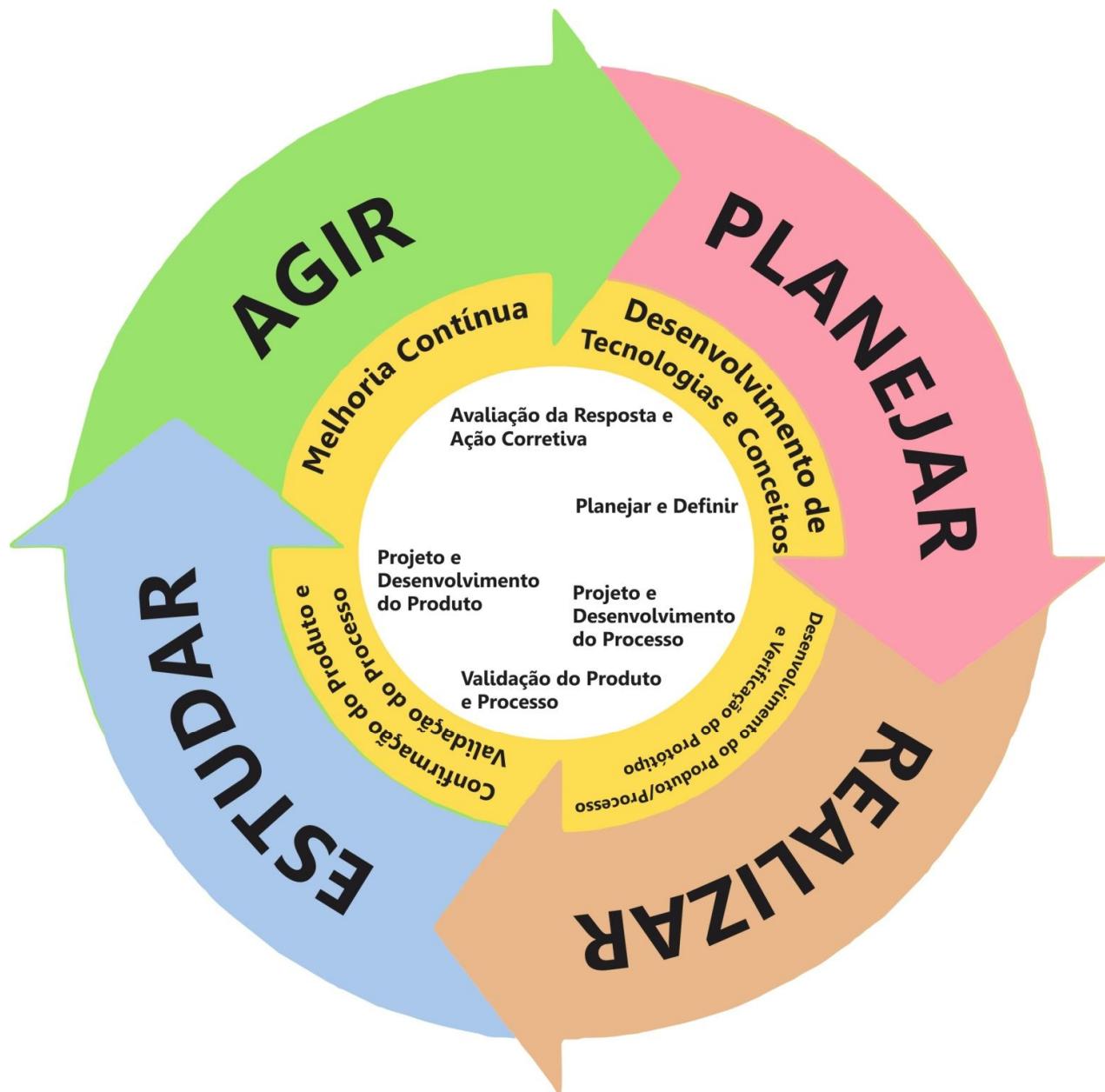
**(Planejamento Avançado da  
Qualidade do Produto e Plano de  
Controle)**

# *Planejamento Avançado da Qualidade do Produto e Plano de Controle*

**APQP**  
*Segunda Edição*



## CICLO DE PLANEJAMENTO DA QUALIDADE DE PRODUTO



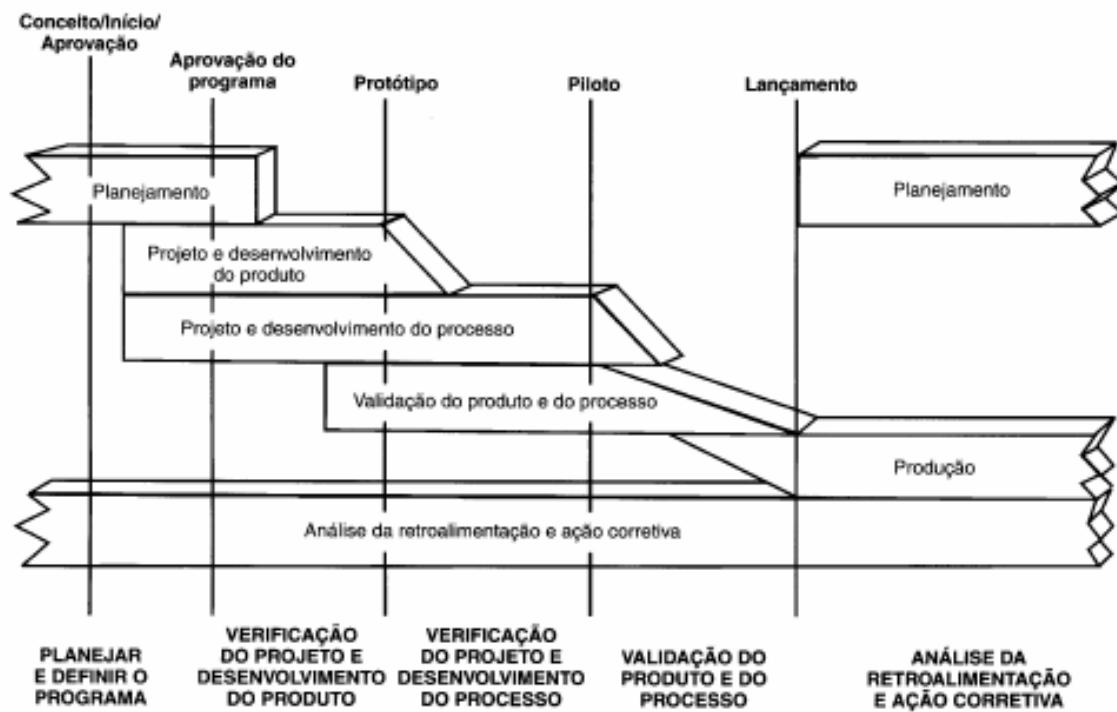
## Introdução

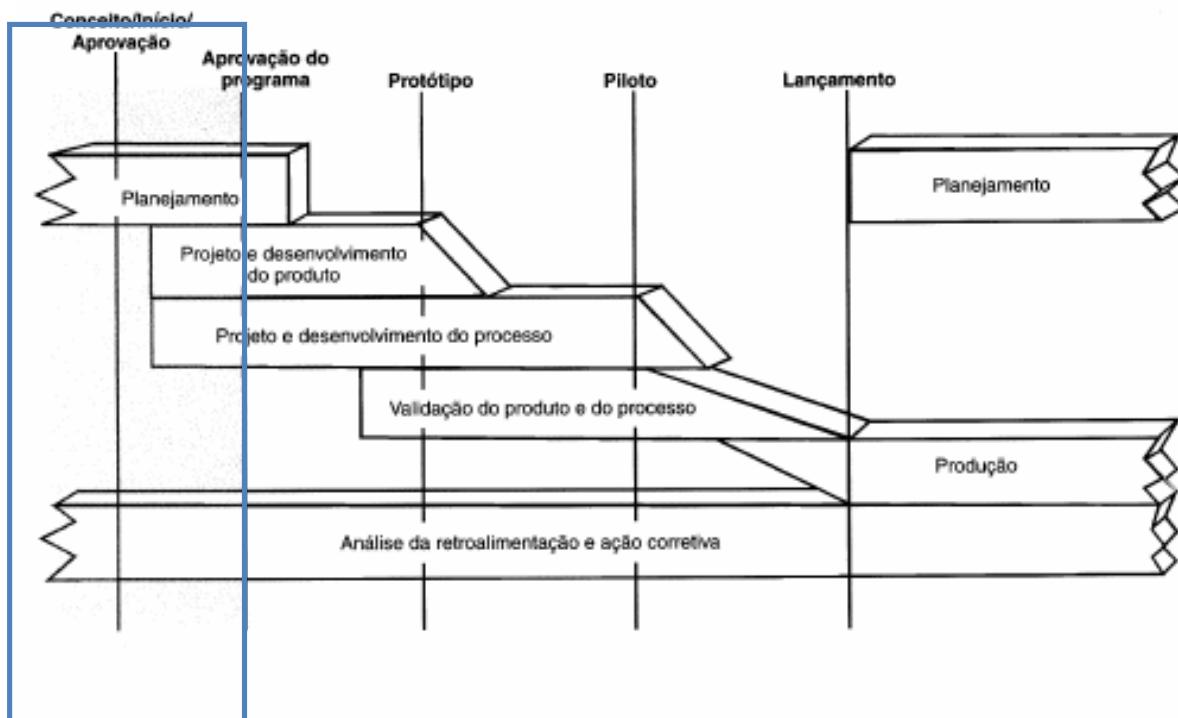
### MATRIZ DE RESPONSABILIDADE DO PLANEJAMENTO DA QUALIDADE DO PRODUTO

A matriz mostrada abaixo representa as Funções do Planejamento da Qualidade do Produto para três tipos de organizações. Sua função é ajudar as organizações a definir a abrangência de suas responsabilidades de planejamento. Consulte os Princípios do Planejamento da Qualidade do Produto na próxima página. A matriz não representa todos os diferentes tipos de relações do planejamento da qualidade do produto que podem existir entre as organizações, fornecedores e clientes.

|   | *Responsável pelo projeto | * Somente Manufatura | * Organização de Serviços , ou seja, Tratamento Térmico, Armazenagem, Transporte, etc. |
|---|---------------------------|----------------------|--|
| Definir a Abrangência   | X                         | X                    | X  |
| Planejar e Definir o Programa<br>Capítulo 1.0                   |                           | X                    |  |
| Projeto e Desenvolvimento do Produto<br>Capítulo 2.0            |                           | X                    |  |
| Viabilidade<br>Seção 2.13                                       | X                         | X                    | X  |
| Projeto e Desenvolvimento do Processo<br>Capítulo 3.0           | X                         | X                    | X  |
| Validação do Produto e Processo<br>Capítulo 4.0                 | X                         | X                    | X  |
| Retroalimentação, Avaliação<br>e Ação Corretiva<br>Capítulo 5.0 | X                         | X                    | X  |
| Metodologia do Plano de Controle<br>Capítulo 6.0                | X                         | X                    | X  |

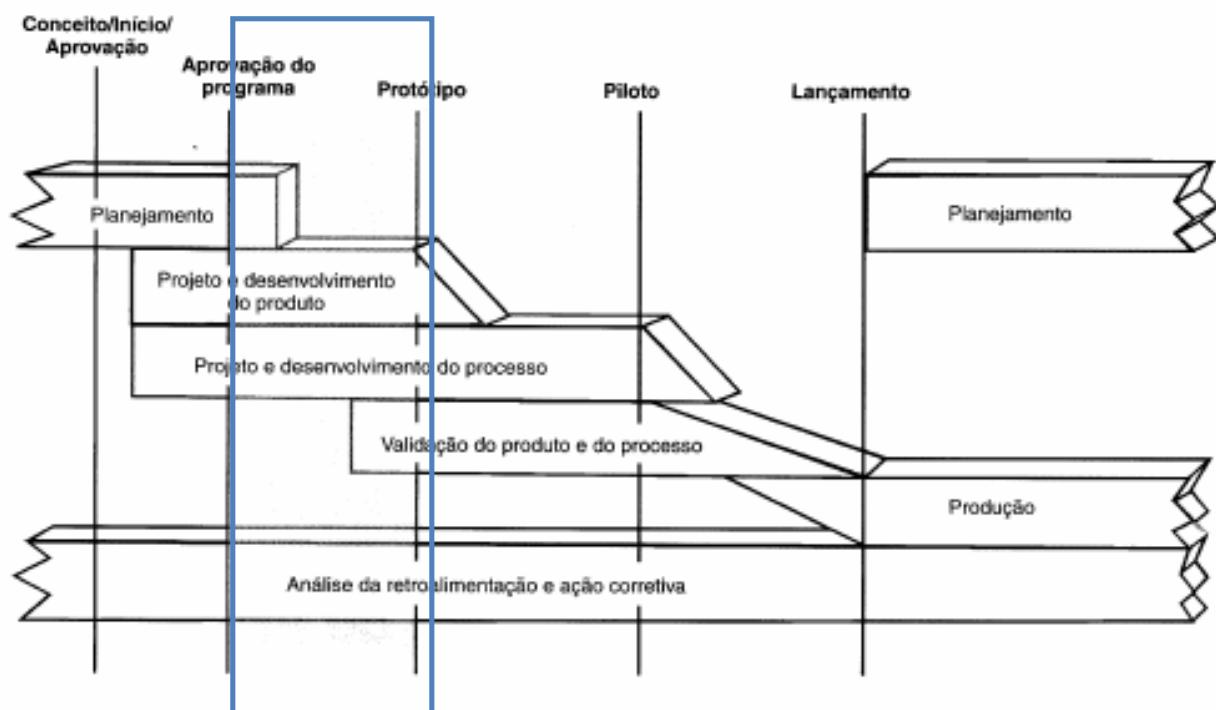
## CRONOGRAMA DE PLANEJAMENTO DA QUALIDADE DO PRODUTO



**CRONOGRAMA DE PLANEJAMENTO DA QUALIDADE DO PRODUTO****OUTPUTS:**

- Objetivos do Projeto
- Metas de Confiabilidade e Qualidade
- Lista Preliminar de Materiais
- Fluxograma Preliminar do Processo
- Lista Preliminar de Características Especiais do Produto e Processo
- Plano de Garantia do Produto
- Suporte da Gerência

## CRONOGRAMA DE PLANEJAMENTO DA QUALIDADE DO PRODUTO

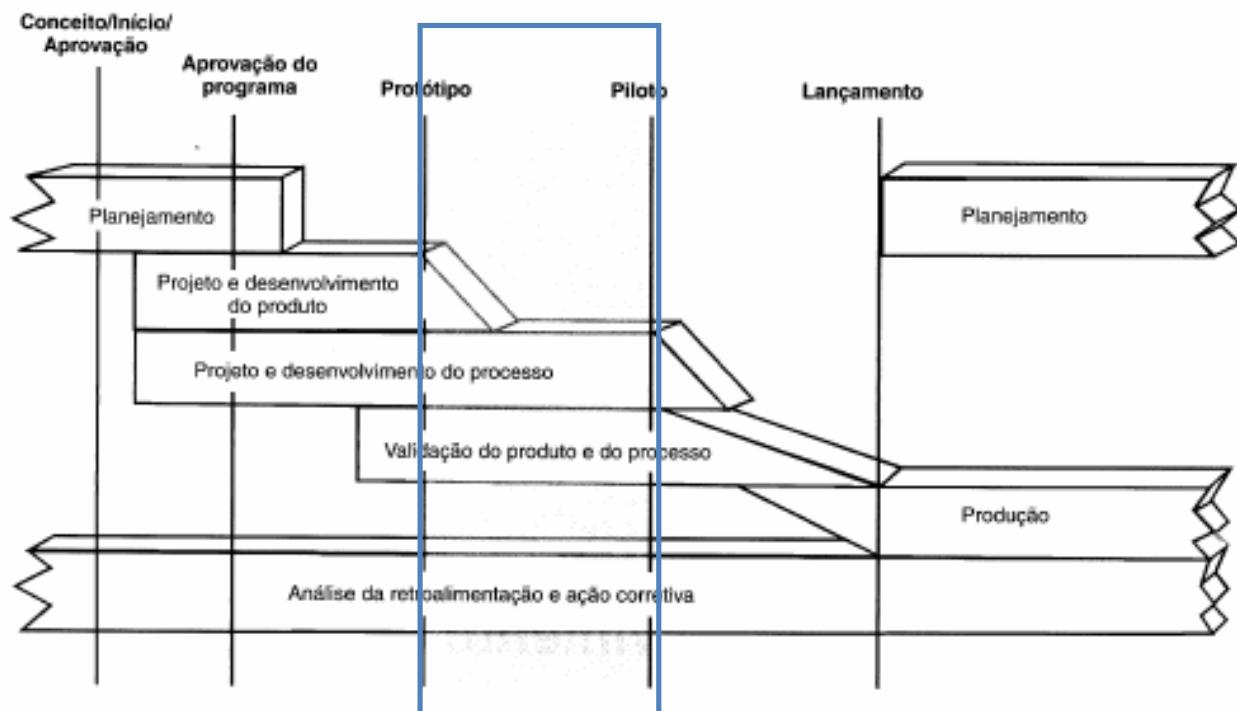


### OUTPUTS DO PROJETO

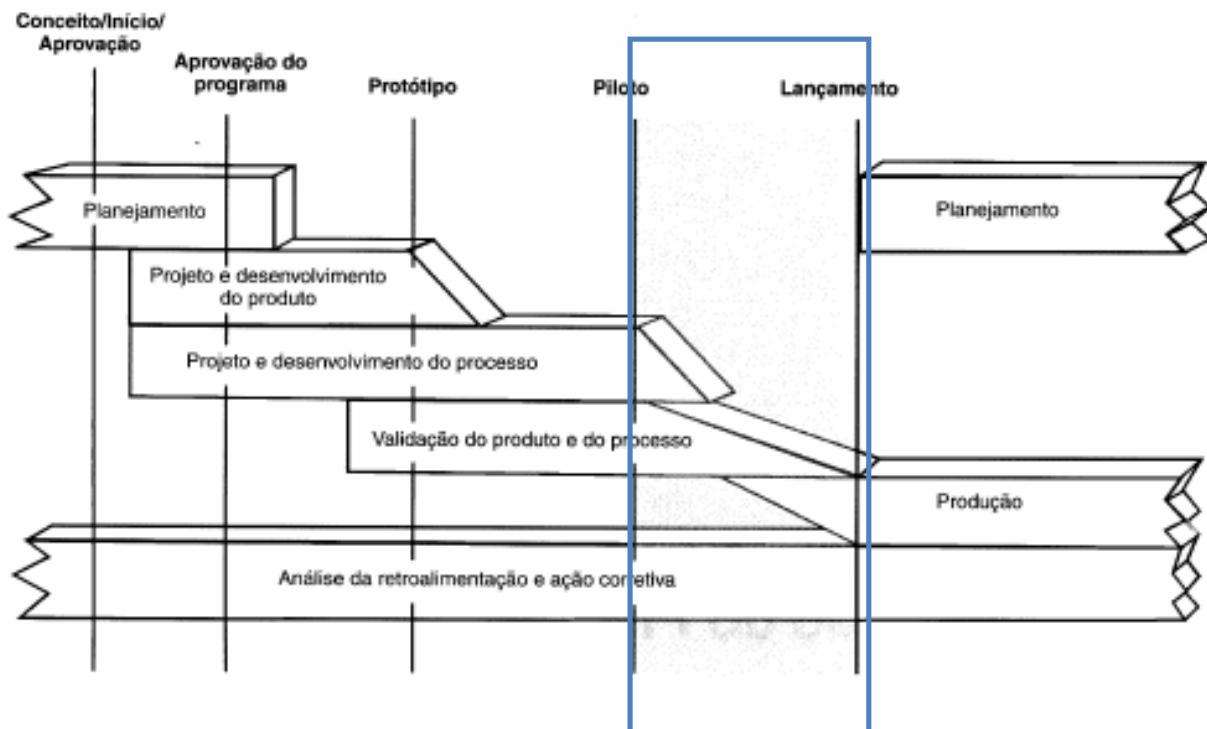
- Análise de Modo e Efeitos de Falha de Projeto (DFMEA)
- Projeto para Manufaturabilidade e Montagem
- Verificação do Projeto
- Análises Críticas do Projeto
- Construção do Protótipo – Plano de Controle
- Desenhos de Engenharia (Incluindo Dados Matemáticos)
- Especificações de Engenharia
- Especificações de Material
- Alterações de Desenhos e Especificações

### OUTPUTS DO APQP

- Requisitos para Novos Equipamentos, Ferramental e Instalações
- Características Especiais do Produto e Processo
- Requisitos para Dispositivos de Medição/Equipamentos de Teste
- Comprometimento da Equipe com a Viabilidade e Suporte da Gerência

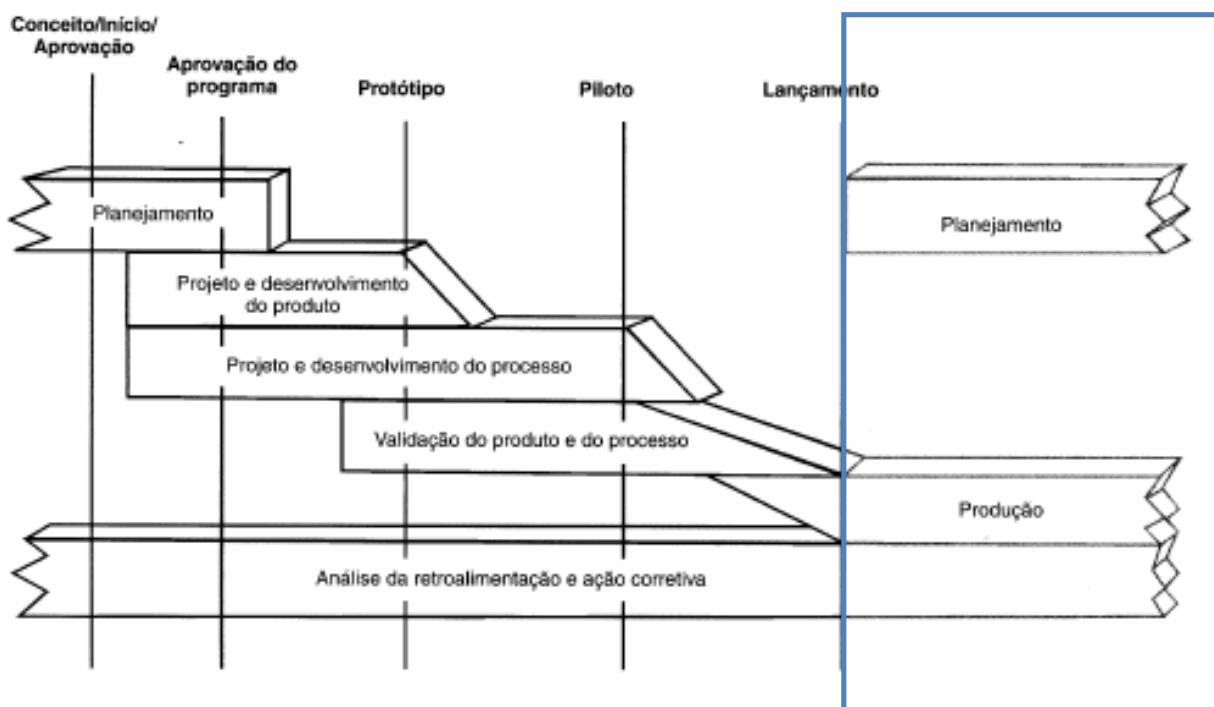
**CRONOGRAMA DE PLANEJAMENTO DA QUALIDADE DO PRODUTO****OUTPUTS:**

- Padrões e Especificações de Embalagem
- Análise Crítica do Sistema de Qualidade do Produto/Processo
- Fluxograma do Processo
- Layout das Instalações
- Matriz de Características
- Análise de Modo e Efeitos de Falha de Processo (PFMEA)
- Plano de Controle de Pré-Lançamento
- Instruções do Processo
- Plano de Análise dos Sistemas de Medição
- Plano de Estudo Preliminar de Capabilidade do Processo
- Suporte da Gerência

**CRONOGRAMA DE PLANEJAMENTO DA QUALIDADE DO PRODUTO****OUTPUTS:**

- Corrida Piloto de Produção
- Avaliação dos Sistemas de Medição
- Estudo Preliminar de Capabilidade do Processo
- Aprovação de Peça de Produção
- Testes de Validação da Produção
- Avaliação da Embalagem
- Plano de Controle de Produção
- Aprovação do Planejamento da Qualidade e Suporte da Gerência

## CRONOGRAMA DE PLANEJAMENTO DA QUALIDADE DO PRODUTO



### OUTPUTS:

- Variação Reduzida
- Maior Satisfação do Cliente
- Entrega e Assistência Técnica Aperfeiçoadas
- Uso Efetivo das Lições Aprendidas/Melhores Práticas

## Introdução

O objetivo da metodologia do plano de controle é ajudar a manufaturar produtos de qualidade de acordo com os requisitos do cliente. Isto é obtido apresentando-se uma abordagem estruturada para o projeto, seleção e implementação de métodos de controle que agregam valor ao sistema completo. Os planos de controle fornecem uma descrição resumida por escrito dos sistemas adotados para minimizar a variação do processo e do produto. O objetivo do formulário do plano de controle mostrado neste capítulo é fornecer um exemplo de como esta informação pode ser documentada. Um formulário alternativo pode ser usado, contanto que contenha, no mínimo, as mesmas informações. O plano de controle não substitui as informações contidas nas instruções detalhadas do operador. Essa metodologia é aplicável a uma ampla gama de processos e tecnologias de manufatura. O plano de controle é parte integral de um processo geral de qualidade e deve ser utilizado como um documento vivo. Por esse motivo, este capítulo deveria ser usado em conjunto com outros documentos afins.

Uma importante fase do processo do planejamento da qualidade é o desenvolvimento de um plano de controle. O plano de controle é uma descrição por escrito do sistema de controle das peças e processos.

Um único plano de controle pode se aplicar a um grupo ou família de produtos produzidos através do mesmo processo na mesma fonte. Se necessário, podem ser anexados esquemas e desenhos ao plano de controle para fins ilustrativos. Como suporte ao plano de controle, as instruções do operador e de monitoramento do processo deveriam ser definidas e usadas continuamente.

Na verdade, o plano de controle descreve as ações necessárias para cada fase do processo, incluindo o recebimento, o processo propriamente dito e seus resultados, e os requisitos periódicos para assegurar que todos os outputs do processo estejam sob controle. Durante as corridas regulares de produção, o plano de controle proporciona o monitoramento do processo e os métodos de controle que serão usados para controlar as características. Como os processos devem ser atualizados e melhorados continuamente, o plano de controle reflete uma estratégia sensível a estas condições de alteração do processo.

O plano de controle é mantido e usado durante todo o ciclo de vida do produto. No início do ciclo de vida do produto, seu primeiro objetivo é documentar e comunicar o plano inicial para o controle do processo. A seguir, ele guia a manufatura em como controlar o processo e assegurar a qualidade do produto. Finalmente, o plano de controle permanece como um documento vivo, refletindo os métodos de controle atuais e os sistemas de medição usados. O plano de controle é atualizado à medida que os sistemas de medição e os métodos de controle são avaliados e aprimorados.

Para que o controle e a melhoria do processo sejam eficazes, uma compreensão básica do processo deve ser adquirida. Uma equipe multidisciplinar é estabelecida para desenvolver o plano de controle usando todas as informações disponíveis para obter uma melhor compreensão do processo, tais como:

- Fluxograma do Processo
- Análise de Modo e Efeitos de Falha de Sistema/Projeto/Processo
- Características Especiais
- Lições Aprendidas de Peças Similares
- Conhecimento da Equipe em Relação ao Processo
- Análise Crítica do Projeto
- Métodos de Otimização (por exemplo, QFD, DOE, etc.)

Os benefícios do desenvolvimento e implementação de um plano de controle incluem:

**Qualidade:**

A metodologia do plano de controle reduz os desperdícios e melhora a qualidade dos produtos durante o projeto, manufatura e montagem. Esta disciplina estruturada fornece uma avaliação completa do produto e do processo. Os planos de controle identificam as características do processo e os métodos de controle para as fontes de variação (variáveis de input) que causam variação nas características do produto (variáveis de output).

**Satisfação do Cliente:**

Os planos de controle direcionam os recursos para os processos e produtos relacionados às características que são importantes para o cliente. A alocação apropriada dos recursos nestes itens principais ajuda a reduzir os custos sem prejudicar a qualidade.

**Comunicação:**

Como um documento vivo, o plano de controle identifica e comunica as alterações das características do produto/processo, do método de controle e da medição das características.

| <b>PLANO DE CONTROLE</b>   |         |      |   |  |                            |
|--|---------|------|---|--|----------------------------|
| <b>[ ] PROTOTIPO</b> <b>[ ] PRÉ-LANÇAMENTO</b> <b>[X] PRODUÇÃO</b><br>APROVAÇÃO DO CLIENTE / DATA<br><small>( se necessário )</small><br><small>E - CLIENTE:</small><br><small>SA - CLIENTE:</small><br><small>PROVAÇÃO:</small> |         |      | <b>EQUIPE MULTIDISCIPLINAR:</b><br><small>(vide ARPQF)</small><br>Engenharia de Produto<br>Engenharia de Processo<br>Segurança do Trabalho<br>Garantia de Qualidade<br>Produção<br><small>( se necessário )</small> |  |                            |
| <b>PRINCIPAL RESPONSÁVEL / TELEFONE</b><br><small>ONARA SANTANA (35) 3629-5323</small>   |         |      | <b>DENOMINAÇÃO: C. de Acionamento</b><br><b>Distribuição</b><br><b>REVISÃO DESENHO: O 24/08/2017</b>  |  |                            |
| <b>OUTRA APROVAÇÃO / DATA:</b><br><small>( se necessário )</small>   |         |      | <b>REVISÃO DO PLANO: 24/08/2017</b>   |  |                            |
| <b>GERÊNCIA TÉCNICA:</b><br><small>Nº ORIGINAL:<br/>AZC15XZ34U</small>   |         |      |   |  |                            |
| DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO  | MÁQUINA | ITEM | CARACTERÍSTICAS (PROCESSO/PRODUTO)  | CRT ESP                                  | ESPECIFICAÇÃO              |
| GRAVAR CAPA  |         | 3    | VERIFICAR GRAVACAO  | GRAVAR CONFORME ESPECIFICAÇÃO EM DESENHO | INSPEÇÃO VISUAL            |
| MONTAR O TUBO DE ESPUMA NA CAPA  |         | 4    | VERIFICAÇÃO   | VERIFICAÇÃO MUNIFORME (USU ESSPUMA)      | INSPEÇÃO VISUAL            |
| PUNCHING A SIMULTANEAMENTE OS TERMINAIS DE CAPA  |         | 5    | DIMENSÃO TO   | 352,00 - 356,00 mm                       | DMC                        |
| PUNCHING A SIMULTANEAMENTE OS TERMINAIS DE CAPA  |         | 6    | TRACAC  | 10 MGF MINIMO                            | Maquina da Teste de Tracão |
| VERIFICAR ANGULO ENTRE TERMINAIS DE CAPA   |         | 7    | ANGL TO   | 170° - 190°                              | MFR-1LR K                  |

Exemplo de Plano de Controle

## Análise de Variação de Montagem

A análise de variação de montagem é uma análise que simula a montagem de um conjunto e examina o acúmulo de tolerância, parâmetros estatísticos, sensibilidade e investigação sobre “e se...”.

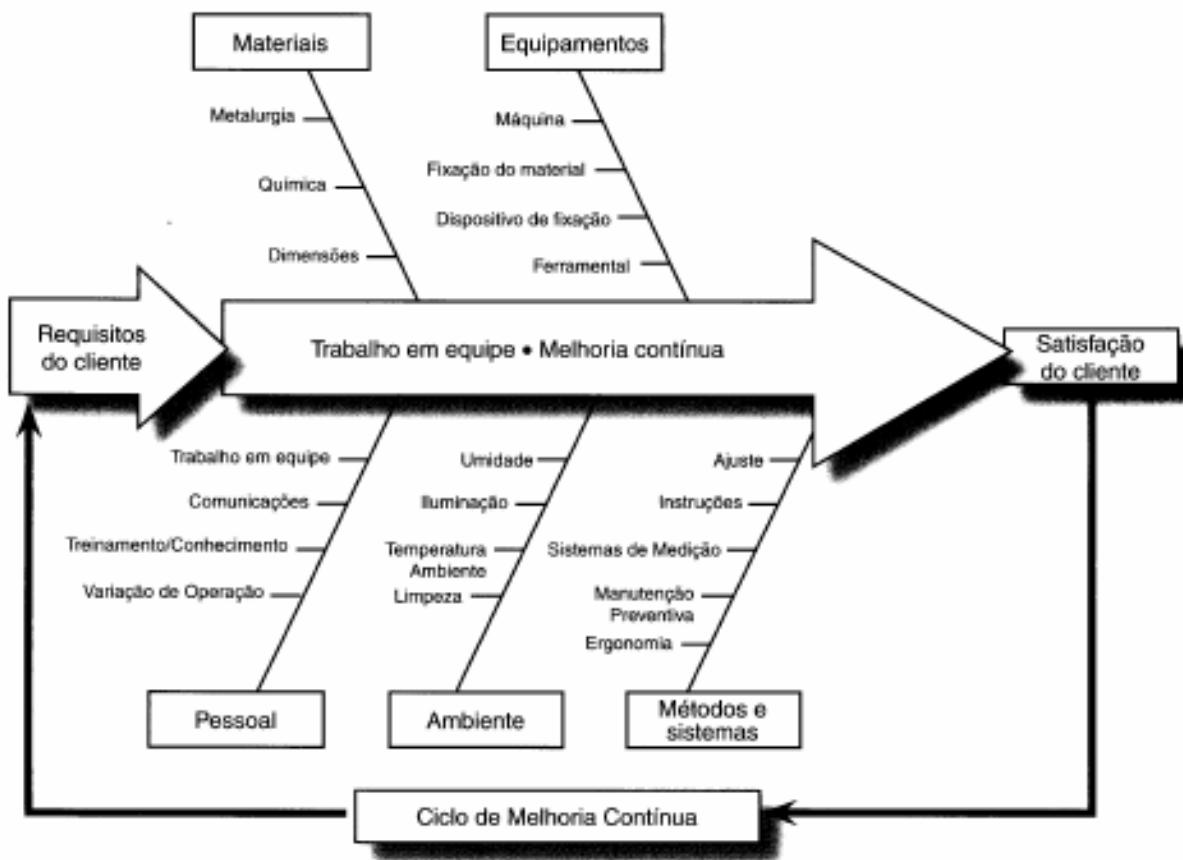
## Benchmarking

Benchmarking é uma abordagem sistemática para identificar padrões comparativos. Ele oferece informações para o estabelecimento de metas mensuráveis de desempenho, bem como idéias para os projetos do produto e processo. Ele também pode dar idéias para aperfeiçoar os processos de negócios e procedimentos de trabalho.

O benchmark de um produto e processo deveria incluir a identificação do melhor em sua categoria ou o de classe mundial com base em medidas objetivas de desempenho interno e do cliente, e deve pesquisar como esse desempenho foi atingido. O benchmark deveria formar a base para o desenvolvimento de novos projetos e processos que excedam as capacidades das empresas pesquisadas.

## Diagrama de Causa e Efeito

O diagrama de “causa e efeito” é uma ferramenta analítica para indicar o relacionamento entre um “efeito” e todas as “causas” possíveis que o influenciam. Às vezes, também é conhecido como diagrama “espinha-de-peixe”, diagrama Ishikawa ou diagrama em forma de “ pena”.



**Figura 1 Diagrama de Causa e Efeito**

A figura 1 organiza os tipos de inputs do processo num modelo de causa e efeito, sendo que os principais grupos são: Pessoal, Materiais, Equipamentos, Métodos e Sistemas, Ambiente e Requisitos do Cliente.

A chave para um desenvolvimento bem-sucedido de processos eficientes em termos de custo é a identificação das fontes de variação e dos métodos de controle apropriados.

## **Matriz de Características**

Uma matriz de características é um mostruário do relacionamento entre os parâmetros do processo e as estações de manufatura. Um método para o desenvolvimento da matriz de características é numerar as dimensões e/ou características no desenho da peça e em cada operação de manufatura. Todas as estações e operações de manufatura aparecem na parte superior e os parâmetros do processo são descritos na coluna à esquerda. Quanto mais relacionamentos de manufatura existirem, mais importante será o controle de uma característica. Independente do tamanho da matriz, os relacionamentos ascendentes das características são evidentes. Uma matriz típica é mostrada a seguir.

**MATRIZ DE CARACTERÍSTICAS**

(EXEMPLO)

| Nº DIM. | DESCRÇÃO         | TOLERÂNCIA | Nº das Operações |    |    |    |
|---------|------------------|------------|------------------|----|----|----|
|         |                  |            | 05               | 10 | 20 | 30 |
| 1       | DIÂMETRO INTERNO |            | X                | C  |    | X  |
| 2       | FACE             |            |                  | X  | C  | C  |
| 3       |                  |            | X                | L  |    | L  |
| 4       |                  |            |                  | X  |    |    |
| 5       |                  |            |                  | X  |    |    |
| 6       | DIÂMETRO EXTERNO |            | X                |    |    |    |

C = Característica em uma operação utilizada para fixação

L = Característica em uma operação utilizada para localização

x = A característica criada ou alterada por esta operação deveria corresponder ao fluxograma do processo

**Método de Percurso Crítico**

O método de percurso crítico pode ser um diagrama Pert ou Gantt que mostra a seqüência cronológica das tarefas que exigem o maior tempo estimado para serem efetuadas. Esse método pode fornecer informações valiosas sobre:

- Inter-relacionamentos
- Previsão de Problemas
- Identificação de Responsabilidade
- Identificação, Alocações e Nivelamento de Recursos

**Delineamento de Experimentos (DOE)**

Um experimento delineado é um teste ou seqüência de testes em que as variáveis de influência potenciais de um processo são sistematicamente alteradas de acordo com uma matriz de projeto prescrita. A resposta do interesse é avaliada sob várias condições para: (1) identificar as variáveis de influência entre aquelas testadas, (2) quantificar os efeitos através da gama representada pelos níveis das variáveis, (3) obter uma melhor compreensão sobre a natureza do sistema de causa em andamento no processo e (4) comparar os efeitos e interações. A aplicação antecipada no ciclo de desenvolvimento do produto/processo pode resultar em: (1) melhor rendimento do processo, (2) variabilidade reduzida em torno de um valor objetivo ou nominal, (3) tempo de desenvolvimento reduzido e (4) custos totais reduzidos.

## **Projeto Para Manufaturabilidade e Montagem**

O Projeto para Manufaturabilidade e Montagem é um processo de Engenharia Simultânea designado para otimizar o relacionamento entre a função do projeto, a manufaturabilidade e a facilidade de montagem. O aprimoramento dos projetos para montagem e manufatura é um passo importante. Os representantes da fábrica deveriam ser consultados no início do processo do projeto para analisar criticamente os componentes ou sistemas e fornecer informações sobre os requisitos específicos de montagem e manufatura. As tolerâncias dimensionais específicas deveriam ser determinadas com base num processo semelhante. Isto ajudará a identificar os equipamentos e quaisquer alterações de processo necessários.

## **Relatório e Plano de Verificação do Projeto (DVP&R)**

O Relatório e Plano de Verificação do Projeto (DVP&R) é um método para planejar e documentar atividades de testes através de cada fase do desenvolvimento do produto/processo, desde o início até o refinamento durante a execução. Um DVP&R efetivo fornece um documento de trabalho conciso que ajuda o pessoal de engenharia nas seguintes áreas:

- Facilita o desenvolvimento de uma sequência lógica de testes requisitando das áreas responsáveis o planejamento completo de testes necessários para assegurar que o componente ou sistema atenda a todos os requisitos de engenharia.
- Assegura que a confiabilidade do produto atenda aos objetivos do cliente.
- Destaca situações em que o cronograma do cliente requer um plano de testes acelerado.
- Serve como uma ferramenta de trabalho para as área(s) responsável(eis):
  - Resumindo os requisitos de teste funcionais, de durabilidade e de confiabilidade, e resulta em um documento de fácil referência.
  - Facilitando a preparação dos relatórios de progresso e andamento dos testes para as análises críticas do projeto.

Instruções detalhadas podem ser obtidas através das áreas apropriadas de Qualidade ou Engenharia da Chrysler e Ford.

## **Prova de Erro**

A prova de erro é uma técnica para identificar os erros após sua ocorrência. Ela deveria ser usada como uma técnica para controlar tarefas ou ações repetitivas e evitar que não-conformidades passem para a operação subsequente e, por fim, para o cliente. A prova de erro é uma técnica utilizada para identificar erros de processo em potencial e suprimi-los do produto ou processo, ou eliminar a possibilidade do erro produzir uma não-conformidade.

## Fluxograma do Processo

O fluxograma do processo é uma abordagem visual para descrever e desenvolver atividades de trabalho seqüenciais ou relacionadas. Ele proporciona um meio de comunicação e uma análise do planejamento, desenvolvimento de atividades e processos de manufatura.

Uma vez que um dos objetivos da garantia da qualidade é a eliminação de não-conformidades e a melhoria da eficiência dos processos de manufatura e montagem, planos avançados de qualidade do produto deveriam incluir ilustrações dos controles e os recursos envolvidos. Esses fluxogramas de processo deveriam ser usados para identificar melhorias e localizar características significativas ou críticas do produto e processo que serão indicadas nos planos de controle a serem desenvolvidos posteriormente.

## Desdobramento da Função Qualidade (QFD)

O QFD é um procedimento sistemático para traduzir os requisitos do cliente em termos técnicos e operacionais, mostrando e documentando a informação traduzida em forma de matriz. O QFD enfoca os itens mais importantes e proporciona um mecanismo para atingir as áreas selecionadas a fim de aprimorar as vantagens competitivas.

Dependendo do produto específico, as técnicas de QFD podem ser usadas como uma estrutura para o processo de planejamento da qualidade. Em particular, a Fase I do QFD – Planejamento do Produto – traduz os requisitos do cliente em suas respectivas características de controle ou requisitos de projeto. O QFD oferece um meio para converter os requisitos gerais do cliente no produto final especificado e nas características de controle do processo.

### A. Aspectos do QFD

As duas dimensões do QFD são:

- Desdobramento da Qualidade: Tradução dos Requisitos do Cliente em Requisitos de Projeto do Produto.
- Desdobramento de Funções: Tradução dos Requisitos de Projeto em Requisitos de Peça, Processo e Produção apropriados.

### B. Vantagens do QFD

- Aumenta a garantia de atendimento dos requisitos do cliente.
- Reduz o número de alterações devido à maior compreensão da engenharia sobre os requisitos do cliente.
- Identifica os requisitos de projeto potencialmente conflitantes.
- Direciona várias atividades da empresa para objetivos orientados ao cliente.
- Reduz o tempo do ciclo de desenvolvimento do produto.
- Reduz os custos de engenharia, manufatura e assistência técnica.
- Melhora a qualidade dos produtos e serviços.<sup>1</sup>



# PAPP 4<sup>a</sup> edição

(Processo de Aprovação de Peça de Produção)

# *Processo de Aprovação de Peça de Produção*

**PPAP**  
*Quarta Edição*



# **SEÇÃO 1 – GERAL**

## **1.1 Submissão do PPAP**

A organização deve obter aprovação (ver 5.2.1) do representante autorizado do cliente para:

1. uma nova peça ou produto (ex.: uma peça específica, material ou cor não previamente fornecidos para o cliente específico).
2. correção de uma discrepância em uma peça previamente submetida.
3. produto modificado por uma alteração de engenharia nos registros do projeto, especificações ou materiais.
4. quaisquer situações requeridas na Seção 3.

**NOTA:** Se houver qualquer dúvida relativa à necessidade de aprovação de peça de produção, contate o representante autorizado do cliente.

# **SEÇÃO 2 – REQUISITOS DO PROCESSO PPAP**

## **2.1 Lote Significativo de Produção**

**Para peças de produção:** produto para **PPAP** deve ser tomado de um lote significativo de produção. Este lote significativo de produção deve ser de uma a oito horas de produção, e com a quantidade específica de produção de um total mínimo de 300 peças sucessivas, a menos que especificado de outro modo pelo representante autorizado do cliente.

Este lote significativo de produção deve ser conduzido no local de produção, a uma taxa de produção (ver Glossário) usando ferramental de produção, calibradores de produção, processo de produção, materiais de produção e operadores de produção. Peças de cada processo individual de produção, por exemplo: linha de montagem e/ou célula de trabalho paralelo, cada posição de molde de cavidades múltiplas, molde, ferramenta ou padrão, devem ser medidas e peças representativas ensaiadas.

**Para materiais a granel:** Nenhum número específico de “peças” é requerido. A amostra submetida deve ser colhida de forma a assegurar que seja representativa do “estado estável” de operação do processo.

**NOTA:** Para material a granel, históricos de produção podem ser freqüentemente usados para estimar a capacidade inicial do processo ou o desempenho de produtos novos ou semelhantes. Nos casos em que não houver histórico de produção de um produto ou tecnologia de material a granel semelhante, um plano de contenção pode entrar em vigor até uma produção suficiente demonstrar capacidade ou desempenho, a menos que especificado de outro modo pelo cliente.

## **2.2 Requisitos do PPAP**

A organização deverá cumprir todos os requisitos do **PPAP** especificados, listados abaixo (2.2.1 a 2.2.18). A organização também deve cumprir todos os requisitos do **PPAP** específicos do cliente.

As peças de produção devem atender todos os requisitos do registro de projeto de engenharia e especificações do cliente (incluindo requisitos de regulamentação e de segurança).

Os requisitos do **PPAP** de material a granel estão definidos pela Relação de Requisitos para Material a Granel (ver Apêndice F).

Se alguma das especificações da peça não puderem ser atendidas, a organização deve documentar seus esforços para solucionar o problema e entrar em contato com o representante autorizado do cliente para determinação em comum acordo da ação corretiva.

**NOTA:** Os itens ou registros de 2.2.1 a 2.2.18 podem não necessariamente se aplicar a todos os números de peças do cliente e de todas as organizações. Por exemplo, algumas peças não têm requisitos de aparência, outras não têm exigências de cor e as peças plásticas têm requisitos de marcação de peças poliméricas. Para determinar com certeza quais itens devem ser incluídos, consulte os registros de projeto, por exemplo: desenho da peça, os documentos ou especificações relevantes de Engenharia, e o seu representante autorizado do cliente.

## 2.2.1 Registros de Projeto

A organização deve ter registro de projeto para produto/peça vendável, incluindo registros de projeto para componentes ou detalhes de produto/peça vendável. Onde o registro de projeto estiver em formato eletrônico, por exemplo: dados numéricos de CAD/CAM, a organização deve produzir uma cópia em papel (ex.: gravuras, relatórios de Dimensionamento Geométrico e de Tolerância (GD&T), desenhos) para identificar as medições tomadas.

**NOTA 1:** Para qualquer produto, peça ou componente disponíveis para venda, existirá somente um registro de projeto, indiferentemente de quem tenha responsabilidade pelo projeto. O registro de projeto pode fazer referência a outros documentos fazendo-os parte do registro de projeto.

**NOTA 2:** Um único registro de projeto pode representar múltiplas configurações de peças ou conjuntos, por exemplo: montagem do subconjunto do chassis ("sub-frame") com várias configurações de furação para diferentes aplicações.

**NOTA 3:** Para peças identificadas como "black box" (ver Glossário), o registro de projeto especifica os requisitos de interação e desempenho.

**NOTA 4:** Para peças identificadas como peças de catálogo, o registro de projeto pode consistir somente numa especificação funcional ou referência a uma reconhecida norma industrial.

**NOTA 5:** Para materiais a granel, o registro de projeto pode incluir identificação das matérias-primas, formulações, passos e parâmetros de processamento, e especificações para o produto final ou critério de aceitação. Se resultados dimensionais não se aplicarem, então os requisitos de CAD/CAM também não são aplicáveis.

### 2.2.1.1 Relatório da Composição de Material da Peça

A organização deve fornecer evidência de que o relatório da Composição do Material/Substância, o qual é requerido pelo cliente, esteja sendo preenchido para a peça e que os dados reportados atendam todos os requisitos específicos do cliente.

**NOTA:** Este relatório dos materiais pode ser alimentado no IMDS (International Materials Data System) ou em outro sistema/método especificado pelo cliente. IMDS está disponível em <http://www.mdsystem.com/index.jsp>.

### 2.2.1.2 Marcação de Peças Poliméricas

Onde aplicável, a organização deve identificar peças poliméricas com os símbolos da ISO como especificado na ISO 11469, "Plásticos – Identificação genérica e marcação de produtos plásticos" e/ou na ISO 1629, "Borracha e Latex – Nomenclatura". O seguinte critério de peso deve determinar se os requisitos de marcação são aplicáveis:

- Peças plásticas pesando pelo menos 100g (usando ISO 11469/1043-1)
- Peças elastoméricas pesando pelo menos 200g (usando ISO 11469/1629)

**NOTA:** Referências de nomenclaturas e abreviações para ajuda na utilização uso da ISO 11469 estão contidas na ISO 1043-1 para polímeros básicos e na ISO 1043-2 para cargas e matérias de reforço.

## **2.2.2 Documentos de Autorização de Alteração de Engenharia**

A organização deve ter quaisquer documentos de autorização de alteração de engenharia para aquelas alterações ainda não registradas no registro de projeto, mas incorporadas no produto, peça ou ferramental.

## **2.2.3 Aprovação de Engenharia do Cliente**

Onde especificado pelo cliente, a organização deve ter evidência da aprovação de engenharia do cliente.

**NOTA:** Para materiais a granel, este requisito é satisfeito por uma “Aprovação de Engenharia” assinada na Relação de Requisitos para Materiais a Granel (ver Apêndice F) e/ou inclusão em uma lista de materiais aprovados mantida pelo Cliente.

## **2.2.4 Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial de Projeto (FMEA de Projeto) se a organização responsável pelo projeto do produto**

A organização responsável pelo projeto do produto deve desenvolver um FMEA de Projeto de acordo e em conformidade com os requisitos específicos do cliente (ex.: o manual de referência de **Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial**).

**NOTA 1:** Um único FMEA de Projeto pode ser aplicado para uma família de peças ou materiais similares.

**NOTA 2:** Para materiais a granel, ver Apêndice F.

## **2.2.5 Diagrama(s) do Fluxo do Processo**

A organização deve ter um diagrama do fluxo do processo no formato especificado pela organização que claramente descreva os passos e a sequência do processo de produção, de forma apropriada, e que atenda as necessidades, requisitos e expectativas específicos do cliente (ex.: manual de referência **Planejamento Avançado da Qualidade do Produto e Plano de Controle**). Para materiais a granel, o equivalente ao Diagrama do Fluxo do Processo é uma Descrição do Fluxo do Processo.

**NOTA:** Diagramas do fluxo do processo para “famílias” de peças similares são aceitáveis se a organização tiver analisado criticamente as novas peças quanto as características de similaridade.

## **2.2.6 Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial de Processo (FMEA de Processo)**

A organização deve desenvolver um FMEA de Processo de acordo e em conformidade com os requisitos específicos do cliente (ex.: manual de referência **Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial**).

**NOTA 1:** Um único FMEA de Processo pode ser aplicado para um processo de fabricação de uma família de peças ou materiais similares se a organização tiver analisado-os criticamente quanto às características de similaridade.

**NOTA 2:** Para materiais a granel, ver Apêndice F.

## **2.2.7 Plano de Controle**

A organização deve ter um Plano de Controle que defina todos os métodos usados para o controle de processo e que atenda os requisitos específicos do cliente (ex.: **Planejamento Avançado da Qualidade do Produto e Plano de Controle**).

**NOTA 1:** Plano de Controle para “famílias” de peças são aceitáveis se a organização tiver analisado criticamente as novas peças quanto as características de similaridade.

**NOTA 2:** Aprovação de Plano de Controle pode ser requerida por alguns clientes.

## **2.2.8 Estudos de Análise dos Sistemas de Medição**

A organização deve ter Estudos de Análise dos Sistemas de Medição aplicáveis, tais como estudo de R&R, tendência, linearidade, estudos de estabilidade, para todos os dispositivos, equipamentos de medição e ensaios, novos ou modificados (ver manual de referência **Análise dos Sistemas de Medição**).

**NOTA 1:** Critérios de aceitação para estudos de R&R são definidos no manual de referência **Análise dos Sistemas de Medição**.

**NOTA 2:** Para materiais a granel, Análise dos Sistemas de Medição pode não ser aplicável. Deve-se obter um acordo com o cliente quanto aos requisitos necessários.

## **2.2.9 Resultados Dimensionais**

A organização deve fornecer evidência que verificações dimensionais requeridas pelo registro de projeto e pelo Plano de Controle foram concluídas e os resultados indicam conformidade com os requisitos especificados. A organização deve ter resultados dimensionais para cada processo específico de manufatura, tais como células ou linhas de produção e todas as cavidades, moldes, padrões ou matrizes (ver 2.2.18). A organização deve registrar, com os resultados reais, todas as dimensões (exceto dimensões de referência), característica e especificações, como descrito no registro de projeto e Plano de Controle.

A organização deve indicar a data do registro de projeto, nível de alteração e qualquer documento de autorização de alteração de engenharia ainda não incorporado no registro de projeto para o qual a peça foi feita. A organização deve registrar o nível de alteração, data do desenho, nome da organização e número da peça em todos os documentos auxiliares (ex.: folhas suplementares de resultado de layout, esboços, traçados, cortes transversais, resultados de inspeção de equipamento de medição por coordenadas (CMM), dimensionamento geométrico e folha de tolerância, ou outros desenhos auxiliares utilizados junto com os desenhos da peça). Cópias desses materiais auxiliares devem acompanhar os resultados dimensionais de acordo com a tabela de Requisitos de Retenção/Submissão. Um traçado deve ser incluído quando um comparador óptico for necessário para inspeção.

A organização deve identificar uma das peças medidas como amostra padrão (ver 2.2.15).

**NOTA 1:** O relatório de Resultados Dimensionais no Apêndice C, gravuras, tabelas para o dimensionamento geométrico e de tolerância (GD&T) ou um desenho demarcado, onde os resultados são escritos legivelmente no desenho da peça incluindo cortes transversais, traçados ou esboços onde aplicável, podem ser usados para este propósito.

**NOTA 2:** Resultados dimensionais normalmente não se aplicam a materiais a granel.

## **2.2.10 Registros de Resultados de Ensaios de Material/Desempenho**

A organização deve ter registros de resultados de ensaio de material e/ou desempenho para ensaios especificados no registro de projeto ou Plano de Controle.

### **2.2.10.1 Resultados do Ensaio de Material**

A organização deve ter registros de ensaios para todos os materiais de peças e produto onde requisitos químicos, físicos e metalúrgicos são especificados pelo registro de projeto e Plano de Controle.

Resultados de ensaio de material devem indicar e incluir:

- o nível de alteração de registro de projeto das peças ensaiadas;
- quaisquer documentos de autorização de alteração de engenharia que ainda não tenham sido incorporados no registro de projeto;
- o número, data e nível de alteração das especificações nas quais a peça foi testada;
- a data na qual o teste foi realizado;
- a quantidade testada;

- os resultados reais;
- o nome do fornecedor de material e, quando requerido pelo cliente, o código do fornecedor (vendedor) designado pelo cliente.

**NOTA:** Resultados de ensaio de material podem ser apresentados em qualquer formato conveniente. Um exemplo é mostrado no Apêndice D.

Para produtos com especificações de material desenvolvidas pelo cliente e uma lista de fornecedores aprovados pelo cliente, a organização deve buscar os materiais e/ou serviços (ex.: pintura, tratamento superficial, tratamento térmico, solda) de fornecedores desta lista.

### 2.2.10.2 Resultados de Ensaio de Desempenho

A organização deve realizar ensaios para todo(s) o(s) material(ais) de peça(s) ou produto(s) quando requisitos funcionais ou de desempenho são especificados pelo registro de projeto ou Plano de Controle.

Resultados de testes de desempenho devem indicar e incluir:

- o nível de alteração de registro de projeto das peças ensaiadas;
- quaisquer documentos de autorização de alteração de engenharia que não tenham sido incorporados no registro de projeto;
- o número, data e nível de alteração das especificações nas quais a peça foi ensaiada;
- a data na qual o ensaio foi realizado;
- a quantidade ensaiada;
- os resultados reais.

**NOTA:** Resultados de ensaio de desempenho podem ser apresentados em qualquer formato conveniente. Um exemplo é mostrado no Apêndice E.

## 2.2.11 Estudos Iniciais do Processo

### 2.2.11.1 Geral

O nível de capacidade ou desempenho inicial do processo deve ser determinado como aceitável, antes da submissão, para todas as Características Especiais definidas pelo cliente ou pela organização. A organização deve obter a concordância do cliente quanto ao índice para estimar a capacidade inicial do processo antes da submissão.

A organização deve realizar a análise dos sistemas de medição para entender como o erro de medição afeta as medições do estudo (ver 2.2.8)

**NOTA 1:** Onde características especiais não tiverem sido identificadas, o cliente se reserva o direito de requerer demonstração de capacidade inicial do processo para outras características.

**NOTA 2:** O propósito deste requisito é determinar se o processo é capaz de produzir produtos que irão atender os requisitos do cliente. O estudo inicial do processo é focado em variáveis e não em dados atributivos. Erros de montagem, falhas de ensaio e defeitos de superfície são exemplos de dados atributivos, os quais é importante entender, mas não são cobertos neste estudo inicial. Para entender o desempenho das características monitoradas por dados atributivos, serão requeridos mais dados coletados com o passar do tempo. A não ser que aprovado pelo representante autorizado do cliente, dados atributivos não são aceitáveis para submissões de PPAP.

**NOTA 3:**  $C_{pk}$  e  $P_{pk}$  são descritos abaixo. Outros métodos mais apropriados para certos processos ou produtos podem ser substituídos com a prévia aprovação de um representante autorizado do cliente.

**NOTA 4:** Estudos iniciais do processo são de curto prazo e não preverão os efeitos de tempo e variação em pessoas, materiais, métodos, equipamento, sistemas de medição e meio ambiente. Mesmo para estes estudos de curto prazo, é importante coletar e analisar os dados na seqüência produzida usando cartas de controle.

**NOTA 5:** Para as características que podem ser estudadas utilizando gráficos X-barra e R, um estudo de curto prazo deveria ser baseado em um mínimo de 25 subgrupos que contenham pelo menos 100 leituras de peças consecutivas do Lote Significativo de Produção (ver 2.1). Os requisitos iniciais de dados de estudo de processo podem ser substituídos por dados históricos de longo prazo do mesmo processo ou de processos semelhantes, com a

concordância do cliente. Para certos processos, ferramentas analíticas alternativas, como gráficos de amplitude móvel e individual, podem ser apropriadas e permitidas com a aprovação prévia do representante autorizado do cliente.

### 2.2.11.2 Índices de Qualidade

Estudos iniciais do processo devem ser resumidos com índices de capacidade e desempenho, quando aplicável.

**NOTA 1:** Os resultados de estudo inicial do processo são dependentes do propósito do estudo, método de aquisição de dados, amostragem, quantidade de dados, demonstração de controle estatístico, etc. Ver o manual de referência **Controle Estatístico de Processo** para informação adicional que auxilia o entendimento dos princípios básicos de estabilidade estatística e medidas de processo (índices). Para orientação nos itens listados abaixo, contatar o representante autorizado do cliente.

**C<sub>pk</sub>** – **Índice de capacidade para um processo estável.** A estimativa de sigma é baseada na variação dentro do subgrupo ( $R\text{-barra}/d_2$  ou  $S\text{-barra}/c_4$ ).  $C_{pk}$  é um indicador de capacidade de processo baseado na variação do processo dentro de cada subgrupo de um conjunto de dados.  $C_{pk}$  não inclui o efeito da variabilidade do processo entre os subgrupos.  $C_{pk}$  é um indicador de quão bom um processo poderia ser se todas as variações de processo entre subgrupos fossem eliminadas. Portanto, o uso do  $C_{pk}$  isoladamente pode ser um indicador incompleto do desempenho do processo. Para mais informações, ver o manual de referência **Controle Estatístico do Processo**.

**P<sub>pk</sub>** – **Índice de desempenho.** A estimativa de sigma é baseada na variação total (todos os dados individuais da amostragem usando o desvio padrão [equação da raiz quadrada média], "s"). O  $P_{pk}$  é um indicador do desempenho do processo baseado na variação do processo através do conjunto completo de dados. Diferentemente do  $C_{pk}$ , o  $P_{pk}$  não é limitado à variação dentro dos subgrupos. Entretanto o  $P_{pk}$  não pode separar a variação dentro do subgrupo da variação entre subgrupo. Quando calculados de um mesmo conjunto de dados, o  $C_{pk}$  e  $P_{pk}$  podem ser comparados para analisar as fontes de variação do processo. Para mais informações, ver o manual de referência **Controle Estatístico do Processo**.

**Estudos Iniciais do Processo.** O propósito do estudo inicial do processo é entender a variação do processo, não apenas para alcançar o valor específico do índice. Quando dados anteriores estiverem disponíveis ou existirem dados iniciais suficientes existem para elaborar uma carta de controle (pelo menos 100 amostras individuais),  $C_{pk}$  pode ser calculado quando o processo é estável. De outra forma, para processos com causas especiais conhecidas e previsíveis e saída do processo atendendo as especificações,  $P_{pk}$  deveria ser usado. Quando dados suficientes não estiverem disponíveis (< 100 amostras) ou existirem fontes desconhecidas de variação, contatar o representante autorizado do cliente para desenvolver um plano apropriado.

**NOTA 2:** Para Estudos Iniciais do Processo envolvendo mais de um fluxo de processo, métodos estatísticos ou abordagens adicionais apropriados podem ser requeridos.

**NOTA 3:** Para material a granel, a organização deveria obter a concordância do cliente em relação às técnicas apropriadas para estudos iniciais do processo, se requerido, para determinar uma estimativa efetiva de capacidade.

### **2.2.11.3 Critério de Aceitação para Estudo Inicial**

A organização deve usar o seguinte critério de aceitação para avaliar os resultados de estudo inicial de processo para processos aparentemente estáveis.

| <b>Resultados</b>    | <b>Interpretação</b>   |
|----------------------|--|
| Índice > 1.67        | O processo atualmente atende o critério de aceitação.  |
| 1.33 ≤ Índice ≤ 1.67 | O processo pode ser aceitável. Entrar em contato com o representante autorizado do cliente para uma análise crítica dos resultados do estudo.                            |
| Índice < 1.33        | O processo atualmente não atende o critério de aceitação. Entrar em contato com o representante autorizado do cliente para uma análise crítica dos resultados do estudo. |

**NOTA 1:** Atender o critério de aceitação do estudo inicial de capacidade do processo é um entre os vários requisitos do cliente que conduz a uma aprovação da submissão do PPAP.

**NOTA 2:** Ver 2.2.11.1 e 2.2.11.2.

### **2.2.11.4 Processos Instáveis**

Dependendo da natureza da instabilidade, um processo instável pode não atender os requisitos do cliente. A organização deve identificar, avaliar e, quando possível, eliminar causas especiais de variação antes da submissão do PPAP. A organização deve notificar o representante autorizado do cliente sobre quaisquer processos instáveis que existam e deve submeter ao cliente um plano de ação corretiva **antes de qualquer submissão**.

**NOTA:** Para materiais a granel, os processos com causas especiais conhecidas e previsíveis e resultados de processo (output) atendendo as especificações, planos de ação corretiva podem não ser requeridos pelo cliente.

### **2.2.11.5 Processos com Especificações Unilaterais ou Distribuições Não Normais**

A organização deve determinar com o representante autorizado do cliente um critério de aceitação alternativo para processos com especificações unilaterais ou distribuições não normais.

**NOTA:** O critério de aceitação acima mencionado (2.2.11.3) supõe normalidade e especificações bilaterais (objetivo no centro). Quando isto não for verdadeiro, o uso desta análise pode resultar em informações não confiáveis. Este critério de aceitação alternativo pode requerer um tipo diferente de índice ou outro método de transformação de dados. O enfoque deveria estar em compreender as razões para a não-normalidade (ex.: é estável com o passar do tempo?) e administrar a variação. Ver o manual de referência **Controle Estatístico do Processo** para orientação adicional.

### **2.2.11.6 Ações a Serem Tomadas Quando o Critério de Aceitação Não é Satisfeito**

A organização deve entrar em contato com o representante autorizado do cliente se o critério de aceitação (2.2.11.3) não puder ser atingido até a data requerida de submissão do PPAP. A organização deve submeter ao representante autorizado do cliente um plano de ação corretiva e um Plano de Controle modificado para aprovação, normalmente provendo inspeção 100%. Esforços para redução da variação devem continuar até que os critérios de aceitação sejam atingidos ou até que aprovação do cliente seja recebida.

**NOTA 1:** Metodologias de inspeção 100% são sujeitas à análise crítica e ao consentimento do cliente.

**NOTA 2:** Para materiais a granel, inspeção 100% significa uma avaliação da(s) amostra(s) do produto de um processo contínuo ou lote homogêneo que sejam representativas de um lote completo de produção.

## **2.2.12 Documentação de Laboratório Qualificado**

Inspeções e ensaios para PPAP devem ser realizados por um laboratório qualificado como definido pelos requisitos do cliente (ex.: um laboratório acreditado). O laboratório qualificado (interno ou externo à organização) deve ter o escopo e documentação de laboratório mostrando que o laboratório é qualificado para o tipo de medições ou ensaios conduzidos.

Quando um laboratório externo/comercial é usado, a organização deve submeter os resultados de ensaio em papel timbrado do laboratório ou no formato de relatório normal do laboratório. O nome do laboratório que realizou os ensaios, a(s) data(s) dos ensaios e as normas usadas para realizar os ensaios devem ser identificados.

## **2.2.13 Relatório de Aprovação de Aparência (RAA)**

Um Relatório de Aprovação de Aparência (RAA) deve ser preenchido separadamente para cada peça ou série de peças se o produto/peça tiver requisitos de aparência no registro de projeto.

Com a conclusão satisfatória de todos os critérios requeridos, a organização deve registrar a informação requerida no RAA. O RAA preenchido e produtos/peças representativos de produção devem ser enviados para o local especificado pelo cliente para receber o devido encaminhamento. RAA's (preenchidos com disposição de peça e assinatura do representante autorizado do cliente) devem então acompanhar o Certificado de Submissão de Peça (PSW) até a submissão final baseada no nível de submissão requerido. Ver requisitos específicos do cliente para requisitos adicionais.

**NOTA 1:** RAA tipicamente se aplica somente a peças com requisitos de aparência de cor, granulação e superfície.

**NOTA 2:** Certos clientes podem não requerer preenchimento em todos os campos do RAA. Ver Apêndice B ou requisitos específicos para instruções detalhadas sobre como preencher o RAA.

## **2.2.14 Amostras de Peças de Produção**

A organização deve fornecer amostras de produto como especificado pelo cliente.

## **2.2.15 Amostra Padrão**

A organização deve reter uma amostra padrão pelo mesmo período dos registros de aprovação de peça de produção, ou a) até que uma nova amostra padrão seja produzida para o mesmo número de peça do cliente para aprovação do cliente, ou b) onde uma amostra padrão é requerida pelo registro de projeto, Plano de Controle ou critério de inspeção, como referência ou padrão. A amostra padrão deve ser identificada como tal, e deve apresentar a data de aprovação do cliente na amostra. A organização deve reter uma amostra padrão para cada posição de múltiplas cavidades, molde, ferramenta ou matriz, ou processo de produção a menos que especificado em contrário pelo cliente.

**NOTA 1:** Quando o tamanho da peça, volume das peças, etc. fizer com que o armazenamento de uma amostra padrão se torne difícil, os requisitos de retenção da amostra podem ser modificados ou derrogados por escrito pelo representante autorizado do cliente. O propósito da amostra padrão é auxiliar na definição do padrão de produção, especialmente onde os dados são ambíguos ou os detalhes insuficientes para reproduzir completamente a peça no seu estado original de aprovação.

**NOTA 2:** Muitas das propriedades de materiais a granel são por natureza, dependentes do tempo, e se uma amostra padrão é requerida, esta pode consistir em registros de produção, resultados de ensaio e certificado de análise dos ingredientes-chave como a amostra de submissão aprovada. (ver Apêndice F).

## **2.2.18.1 Peso da Peça (Massa)**

A organização deve registrar no Certificado o peso da peça, como despachada, medido e expresso em quilogramas com quatro casas decimais (0.0000) a não ser que especificado de outra forma pelo cliente. O peso não deve incluir protetores para transporte, suportes de montagem ou materiais de embalagem. Para determinar o peso da peça, a organização deve pesar dez peças individualmente, selecionadas aleatoriamente, calcular e reportar o peso médio. Pelo menos uma peça de cada cavidade, ferramenta, linha ou processo a ser utilizado na produção deve ser medida.

**NOTA:** Este peso só é usado para análise de peso do veículo e não afeta o processo de aprovação. Onde não há requisito de produção ou serviço para pelo menos dez peças, a organização deve utilizar o número requerido para cálculo do peso médio da peça. Para materiais a granel, o campo "peso da peça" não é aplicável.

### **2.2.16 Auxílios de Verificação**

Se requerido pelo cliente, a organização deve submeter juntamente com a submissão de **PPAP** qualquer auxílio de verificação de conjunto/montagem específico de peças ou componentes.

A organização deve certificar-se de que todos os aspectos do auxílio de verificação estão de acordo com os requisitos dimensionais da peça. A organização deve documentar todas as alterações de desenho de engenharia liberadas e que tenham sido incorporadas no auxílio de verificação durante o período de submissão. A organização deve prover manutenção preventiva de qualquer auxílio de verificação durante a vida útil da peça (ver Glossário – “Peça Ativa”).

Estudos de Análise dos Sistemas de Medição, por exemplo: estudos de R&R, exatidão/precisão, tendência, linearidade, estudos de estabilidade, devem ser conduzidos em conformidade aos requisitos do cliente. (ver 2.2.8 e o manual de referência **Análise dos Sistemas de Medição**).

**NOTA 1:** Auxílios de verificação podem incluir dispositivos, gabaritos por variáveis e atributivos, modelos, moldes, “mylars” específicos ao produto sendo submetido.

**NOTA 2:** Auxílios de verificação tipicamente não se aplicam a Materiais a Granel. Se auxílios de verificação forem usados para materiais a granel, a organização deveria contatar o representante autorizado do cliente com relação a esse requisito.

### **2.2.17 Requisitos Específicos do Cliente**

A organização deve ter registros de conformidade a todos os requisitos específicos do cliente. Para materiais a granel, requisitos específicos do cliente devem ser documentados na Relação de Requisitos para Materiais a Granel.

### **2.2.18 Certificado de Submissão de Peça (PSW)**

Com a conclusão de todos os requisitos do **PPAP**, a organização deve preencher o Certificado de Submissão de Peça (PSW).

Um certificado (PSW) individual deve ser preenchido para cada número de peça do cliente a não ser que acordado de outra forma com o representante autorizado do cliente.

Se as peças de produção forem produzidas em mais de uma cavidade, molde, ferramental, modelo, matriz ou processo de produção, por exemplo: linha ou célula, a organização deve completar a avaliação dimensional (ver 2.2.9) em uma peça de cada. As específicas cavidades, moldes, linhas, etc, devem então ser identificados no campo “Molde/Cavidade/Processo de Produção” do certificado PSW, ou em um anexo ao Certificado de Submissão de Peças.

A organização deve verificar se todos os resultados de medições e ensaios mostram conformidade com os requisitos do cliente e se toda a documentação requerida está disponível e se os Níveis 2, 3 e 4 estão incluídos apropriadamente na submissão. Um funcionário responsável da organização deve aprovar o Certificado (PSW) e fornecer informações de contato.

**NOTA 1:** Um certificado para cada número de peça do cliente pode ser usado para resumir diversas alterações contanto que as alterações sejam adequadamente documentadas, e a submissão esteja em conformidade com os requisitos de tempo do programa do cliente.

**NOTA 2:** Os certificados (PSW) podem ser submetidos eletronicamente em conformidade aos requisitos do cliente.

## SEÇÃO 3 – NOTIFICAÇÃO AO CLIENTE E REQUISITOS DE SUBMISSÃO

### 3.1 Notificação ao Cliente

A organização deve notificar o representante autorizado do cliente sobre quaisquer planos de alterações no projeto, processo ou planta. Exemplos são indicados na tabela abaixo (ver Tabela 3.1).

**NOTA:** As organizações são responsáveis por notificar o representante autorizado do cliente sobre todas as alterações no projeto da peça e/ou no processo de manufatura.

Após a notificação da alteração proposta e a aprovação pelo representante autorizado do cliente, e após a implementação de alteração, a submissão do PPAP é requerida, a menos que especificado de outra forma.

**Tabela 3.1**

| Exemplos de alterações que requerem notificação   | Esclarecimentos   |
|---|---|
| 1. Uso de outra construção ou material daquele utilizado na peça ou produto previamente aprovados.  | Por exemplo, outra construção como documentada no desvio (permissão) ou incluída como nota no registro de projeto e não coberta por uma alteração de engenharia conforme descrito na Tabela 3.2, item 3.  |
| 2. Produção utilizando ferramentas, matrizes, moldes, modelos, etc., novos ou modificados (exceto ferramentas perecíveis), incluindo substituição ou ferramental adicional. | Este requisito se aplica a ferramentas que, devido ao seu formato ou funcionamento único, pode se esperar que influenciem a integridade do produto final. Isto não significa descrever ferramentas comuns/padrão (novas ou consertadas), tais como dispositivos de medição padrão, ferramentas (manuais ou mecânicas), etc.   |
| 3. Produção após atualização ou reorganização de ferramental ou equipamento existente.  | Atualização significa modificar e/ou reconstruir uma ferramenta ou máquina, incrementar a capacidade ou desempenho, ou mudar a função existente. Isto não deve ser confundido com manutenção normal, conserto ou substituição de peças, etc., para os quais nenhuma mudança em desempenho é esperada e os métodos de verificação após conserto foram estabelecidos. Reorganização é definida como uma atividade que muda a seqüência do fluxo de produto/processo em relação àquela documentada no diagrama de fluxo do processo (incluindo a adição de um processo novo). Podem ser requeridos ajustes menores do equipamento de produção para satisfazer requisitos de segurança, tais como instalação de coberturas protetoras, eliminação do risco potencial de ESD, etc. |
| 4. Ferramental e equipamentos de produção transferidos para um local diferente na própria planta ou para um local adicional da planta.                                      | Ferramental, e/ou equipamento de processo de produção transferido entre prédios/edifícios ou instalações em um ou mais locais.  |
| 5. Mudança de fornecedor de peças, materiais não equivalentes ou serviços (por exemplo: tratamento térmico, tratamento superficial)   | A organização é responsável pela aprovação de materiais e serviços do fornecedor.   |

|  |  |
|--|--|
| 6. Produção do produto após o ferramental estar inativo para produção durante doze meses ou mais.                                  | Para produto que foi produzido após o ferramental estar inativo durante doze meses ou mais: Notificação é requerida quando não houver alteração no pedido de compra ativo para a peça e o ferramental existente permanece inativo para produção durante doze meses ou mais. A única exceção é quando a peça tem baixo volume de produção, por exemplo: reposição ou veículos especiais. Porém, o Cliente pode especificar certos requisitos de PPAP para peças de reposição. |
| 7. Alterações em produto e processo relacionados a componentes do produto de produção fabricados internamente ou por fornecedores. | Quaisquer alterações, incluindo alterações nos fornecedores para a organização e seus fornecedores, que afetem requisitos do cliente, tais como ajuste, forma, função, desempenho, durabilidade.   |
| 8. Alteração no método de ensaio/inspeção – nova técnica (sem efeito no critério de aceitação)                                     | Para alteração no método de ensaio, a organização deveria ter evidência que o novo método tem capacidade de medição equivalente ao método antigo.  |
| Adicionalmente, para Materiais a Granel:   |  |
| 9. Nova fonte de matéria-prima de fornecedor novo ou existente.  | Normalmente é esperado que estas alterações tenham um efeito no desempenho do produto.   |
| 10. Alteração em atributos de aparência do produto   |  |

### 3.2 Submissão ao Cliente

A organização deve submeter para aprovação do PPAP antes da primeira remessa de produção nas seguintes situações, a menos que o representante autorizado do cliente tenha derrogado este requisito (ver Tabela 3.2).

**NOTA:** Nas situações descritas abaixo, antes da notificação e da comunicação será definido o representante autorizado do cliente.

A organização deve analisar criticamente e atualizar, sempre que necessário, todos os itens aplicáveis ao arquivo PPAP de forma a refletir o processo de produção, indiferentemente se o Cliente requisitou ou não uma submissão formal. O arquivo de PPAP deve conter o nome da pessoa responsável pela atividade de aprovação de produto do Cliente que concede a derroga e a data.

**Tabela 3.2**

| Requisito   | Eclarecimentos  |
|---|---|
| 1. Uma nova peça ou produto (por exemplo: uma peça específica, material, ou cor não fornecida anteriormente a um Cliente específico). | Submissão é requerida para um novo produto (lançamento inicial) ou um produto anteriormente aprovado que tem um número de peça/produto novo ou revisado atribuído a ele (por exemplo: sufixo). Uma nova peça/produto ou material adicionado a uma família pode usar documentação de PPAP apropriada de uma peça previamente aprovada dentro da mesma família de produto.  |
| 2. Correção de uma discrepância em uma peça previamente submetida.  | Submissão é exigida para corrigir qualquer discrepância em uma peça previamente submetida.<br>Uma "discrepância" pode estar relacionada com: <ul style="list-style-type: none"> <li>• O desempenho de produto em relação aos requisitos do cliente</li> <li>• Questões dimensionais ou de capacidade</li> <li>• Questões de fornecedor</li> <li>• Aprovação de uma peça que substitui uma aprovação interina</li> <li>• Ensaios, incluindo material, desempenho ou questões de validação de engenharia</li> </ul> |
| 3. Alterações de engenharia em registros de projeto, especificações ou materiais para número(s) de produtos/peças de produção.        | Submissão é requerida em qualquer alteração de engenharia no registro de projeto para produto/peça de produção, especificações ou materiais.  |
| Adicionalmente, para Materiais a Granel:  |   |
| 4. Tecnologia de processo nova para a organização, não previamente utilizada neste produto.   |   |

## **SEÇÃO 4 – SUBMISSÃO AO CLIENTE – NÍVEIS DE EVIDÊNCIA**

### **4.1 Níveis de Submissão**

A organização deverá submeter os itens e/ou registros especificados pelo nível identificado abaixo na Tabela 4.1:

**Tabela 4.1**

|         |   |
|---------|---|
| Nível 1 | Apenas o certificado (e para os itens indicados de aparência, um Relatório de Aprovação de Aparência) submetido ao Cliente.   |
| Nível 2 | Certificado com amostras do produto e dados de suporte limitados submetidos ao Cliente.                                       |
| Nível 3 | Certificado com amostras do produto e dados de suporte completos submetidos ao Cliente.                                       |
| Nível 4 | Certificado e outros requisitos definidos pelo Cliente.   |
| Nível 5 | Certificado com amostras do produto e dados de suporte completos analisados criticamente no local de produção da organização. |

Ver Tabela 4.2 "Requisitos de Retenção/Submissão" para os requisitos exatos de retenção/submissão para cada nível de submissão.

A organização deve usar o nível 3 como nível padrão para todas as submissões a menos que especificado em contrário pelo representante autorizado do cliente.

Os requisitos mínimos de submissão para materiais a granel são o PSW e a Relação de Materiais a Granel.

Para submissões de PPAP para Materiais a Granel, marcar "Outro" na Seção "Razão para Submissão" no formulário PSW e especificar "Material a Granel". Isto indica que a "Relação de Requisitos para Materiais a Granel" foi usada para especificar os requisitos do PPAP para material a granel e deve ser incluída no pacote de submissão.

**NOTA 1:** O representante autorizado do cliente pode identificar um nível de submissão diferente do nível padrão, que deve ser usado para cada organização, ou combinação de organização e número de peça do cliente. Localidades diferentes do cliente podem atribuir níveis de submissões diferentes à mesma localidade de produção da organização.

**NOTA 2:** Todos os formulários referidos neste documento podem ser substituídos por fac-símiles gerados por computador. A aceitabilidade destes fac-símiles será confirmada com o representante autorizado do cliente antes da primeira submissão.

**Tabela 4.2 – Requisitos de Retenção/Submissão**

(Normativo)

*[NOTA: A tabela 4.2 lista requisitos de submissão e retenção. Requisitos mandatórios e aplicáveis para um registro de PPAP são definidos no manual PPAP e pelo cliente.]*

| <i>Requisito</i>  | <b>Nível de Submissão</b> |                |                |                |                |
|---|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|   | <i>Nível 1</i>            | <i>Nível 2</i> | <i>Nível 3</i> | <i>Nível 4</i> | <i>Nível 5</i> |
| 1. Registro de Projeto  | R                         | S              | S              | *              | R              |
| - para componentes proprietários/detalhes                           | R                         | R              | R              | *              | R              |
| - para todos os outros componentes/detalhes                         | R                         | S              | S              | *              | R              |
| 2. Documentos de Alteração de Engenharia, se houver                 | R                         | S              | S              | *              | R              |
| 3. Aprovação de Engenharia do Cliente, se exigido                   | R                         | R              | S              | *              | R              |
| 4. FMEA de Projeto  | R                         | R              | S              | *              | R              |
| 5. Diagramas de Fluxo de Processo                                   | R                         | R              | S              | *              | R              |
| 6. FMEA de Processo   | R                         | R              | S              | *              | R              |
| 7. Plano de Controle  | R                         | R              | S              | *              | R              |
| 8. Estudos de Análise dos Sistemas de Medição                       | R                         | R              | S              | *              | R              |
| 9. Resultados Dimensionais  | R                         | S              | S              | *              | R              |
| 10. Resultados de Ensaios de Material/Desempenho                    | R                         | S              | S              | *              | R              |
| 11. Estudos Iniciais de Processo                                    | R                         | R              | S              | *              | R              |
| 12. Documentação de Laboratório Qualificado                         | R                         | S              | S              | *              | R              |
| 13. Relatório de Aprovação de Aparência (RAA), se aplicável         | S                         | S              | S              | *              | R              |
| 14. Amostra de Produto  | R                         | S              | S              | *              | R              |
| 15. Amostra Padrão  | R                         | R              | R              | *              | R              |
| 16. Auxílios de Verificação   | R                         | R              | R              | *              | R              |
| 17. Registros de Conformidade com Requisitos Específicos do Cliente | R                         | R              | S              | *              | R              |
| 18. Certificado de Submissão de Peça (PSW)                          | S                         | S              | S              | S              | R              |
| Lista de Verificação para Material a Granel (ver 4.1 acima)         | S                         | S              | S              | S              | R              |

S = A organização deve submeter ao Cliente e reter uma cópia dos registros ou itens de documentação em locais apropriados.

R = A organização deve reter em locais apropriados e manter prontamente disponível ao Cliente sempre que pedido.

\* = A organização deverá reter em locais apropriados e submeter ao Cliente sempre que pedido.

## SEÇÃO 5 – SITUAÇÃO DE SUBMISSÃO DE PEÇA

### 5.1 Geral

Após aprovação da submissão, a organização deve assegurar que a futura produção continue a atender todos os requisitos do cliente.

**NOTA:** Para as organizações que forem classificadas como “autocertificadas” (nível 1 de submissão do PPAP) por um cliente específico, a submissão da documentação aprovada pela organização será considerada como aprovação do cliente a menos que a organização seja orientada diferentemente.

### 5.2 Situação de PPAP do Cliente

#### 5.2.1 Aprovado

Aprovado indica que a peça ou material, incluindo todos os subcomponentes, atendem todos os requisitos do cliente. A organização é, portanto, autorizado a enviar quantidades de produto (escala de produção), de acordo com a programação de liberação de entrega do cliente.

#### 5.2.2 Aprovação Interina

Aprovação Interina permite remessa de material para os requisitos de produção por um tempo limitado ou baseada em quantidade de peças. Aprovação Interina será somente garantida quando a organização tiver:

- claramente definida a aprovação preventiva de não-conformidades; e,
- preparado um plano de ação aprovado pelo cliente. Re-submissão do PPAP é requerida para obter uma situação de “aprovado”.

**NOTA 1:** A organização é responsável por implementar ações de contenção para garantir que somente material aceitável está sendo enviado ao cliente.

**NOTA 2:** Peças com a situação de “Aprovação Interina” não são consideradas “Aprovadas”.

Os materiais que estão em aprovação interina e não atenderem o plano de ação combinado, seja pela expiração do tempo estipulado ou remessa da quantidade autorizada, será rejeitado. Nenhuma remessa adicional é autorizada a menos que uma extensão da aprovação interina seja concedida.

Para materiais a granel, a organização deve usar o formulário “Aprovação Interina de Material a Granel”, ou seu equivalente (ver Apêndice F).

#### 5.2.3 Rejeitado

Rejeitado significa que a submissão do PPAP não atende os requisitos do cliente, com base no lote de produção do qual ele foi retirado e/ou a documentação anexa. Nestes casos, a submissão e/ou processo, como apropriado, deve ser corrigido para atender os requisitos do cliente. A submissão deve ser aprovada antes que quantidades de produção sejam enviadas.

## SEÇÃO 6 – RETENÇÃO DE REGISTRO

Registros de PPAP (ver 2.2), independente do nível de submissão, devem ser mantidos pelo período de tempo em que a peça está ativa (ver Glossário) mais um ano calendário.

A organização deve assegurar que registros apropriados do PPAP de um arquivo PPAP de peça obsoleta sejam incluídos ou referenciados no novo arquivo PPAP da peça.

**NOTA:** Um exemplo de documento/registo apropriado que deveria ser transferido de um arquivo antigo para um novo arquivo de peça poderia ser uma certificação de material de um fornecedor de matéria-prima para uma peça nova que representa somente uma alteração dimensional de um número antigo de peça. Isso deveria ser identificado conduzindo-se uma análise de “gap” do PPAP entre os números das peças antigas e novas.

## **Apêndice A – Preenchimento do Certificado de Submissão de Peça (PSW)**

### **INFORMAÇÕES DA PEÇA**

1. **Nome da Peça e Zn. Número da Peça do Cliente:** Nome e número da peça acabada liberados pela Engenharia.
- 2b. **Número da Peça do Fornecedor:** Número de peça definido pela organização, se houver.
3. **Mostrado no Desenho nº:** O registro de projeto que especifica o número de peça do cliente sendo submetido.
4. **Nível de Alteração de Engenharia e Data de Aprovação:** Indique o nível de alteração e data do registro de projeto.
5. **Alterações Adicionais de Engenharia e Data:** Relacione todas as alterações autorizadas de engenharia ainda não incorporadas no registro de projeto, mas que estão incorporadas na peça.
6. **Regulamentação de Segurança e/ou Governamental:** "Sim" se indicado pelo registro de projeto, "Não" em caso contrário.
7. **Número do Pedido de Compra:** Entre com este número como encontrado no contrato/pedido de compra.
8. **Peso da Peça:** Entre com o peso real em quilogramas com quatro casas decimais, a menos que especificado em contrário pelo cliente.
- 9/10. **Número do Auxílio de Verificação, Nível de Alteração e Data:** Se requerido pelo cliente, entre com o número do auxílio de verificação, seu nível de alteração e a data.

### **INFORMAÇÕES DE MANUFATURA DA ORGANIZAÇÃO**

11. **Nome da Organização e Código do Fornecedor (Vendedor):** Indique o nome e o código designado à localidade de manufatura no pedido de compra/contrato.
12. **Rua, Região, CEP, País:** Indique o endereço completo da localidade onde o produto foi produzido. Para "Região" entre com estado, cidade, etc.

### **INFORMAÇÕES DE SUBMISSÃO DO CLIENTE**

13. **Nome do Cliente/Divisão:** Indique o nome e a divisão da corporação ou grupo de operações.
14. **Comprador/Código do Comprador:** Entre com o nome e o código do comprador.
15. **Aplicação:** Entre com o ano do modelo, nome do veículo, motor, transmissão, etc.

### **REPORTE DE MATERIAIS**

16. **Substâncias Perigosas:** Marque "Sim" ou "Não".  
**IMDS/Outro Formato do Cliente:** Circule ou "IMDS" ou "Outro Formato do Cliente" conforme apropriado. Se submetido via IMDS, incluir: nº de identificação do Módulo, nº de Versão, Data de Envio para o Cliente, além de todas as informações conforme especificado nos requisitos específicos do cliente. Se submetido por outro formato do cliente, entre com a data em que a confirmação do cliente foi recebida.
17. **Identificação de Peças Poliméricas:** Marque "Sim" ou "Não" ou "n/a" (não aplicável).

### **RAZÃO PARA SUBMISSÃO**

18. Marque no espaço apropriado. Para materiais a granel, além de marcar no espaço apropriado, marcar "Outro" e escrever "Material a Granel" no espaço fornecido.

### **NÍVEL DE SUBMISSÃO**

19. **Nível de Submissão:** Identifique o nível de submissão requerido pelo seu cliente.

### **RESULTADOS DA SUBMISSÃO**

20. Marque nas espécies apropriadas para dimensionais, ensaios de materiais, ensaio de desempenho, avaliação de aparência e dados estatísticos.
21. Marque no espaço apropriado. Se "não", entre com a explicação em "comentários" abaixo.
22. **Moldes/Cavidades/Processos de Produção:** Para instrução, ver 2.2.18.

### **DECLARAÇÃO**

23. Entre com o número de peças fabricadas durante o lote significativo de produção.
24. Entre com o tempo (em horas) gasto pelo lote significativo de produção.
25. **Explicação/Comentários:** Fornecer qualquer comentários explicativos nos resultados de Submissão ou quaisquer desvios da Declaração. Anexe informações adicionais quando apropriado.
26. **Numeração/Etiquetagem de Ferramental do Cliente:** Estão os ferramentais de propriedade do cliente estiverem identificados de acordo com a ISO/TS 16949 e existe algum requisito específico do cliente, responda "Sim" ou "Não". Não pode ser aplicável para fornecedores internos de OEM.
27. **Assinatura Autorizada da Organização:** Um responsável oficial da organização, após verificar que os resultados mostrados demonstram conformidade com todos os requisitos do cliente e que todos os requisitos de documentação estão disponíveis, deve aprovar a declaração e fornecer Cargo, Número de Telefone, Número de Fax e Endereço de E-mail.

### **PARA USO SOMENTE DO CLIENTE**

Deixar em branco.



## Certificado de Submissão de Peça

|   |  |   |           |
|---|--|---|-----------|
| Nome da Peça <b>(1)</b>   | Nº da Peça do Cliente <b>(2)</b>   |   |           |
| Mesclar no Desenho Nº <b>(3)</b>  | Nº da Peça do Fornecedor <b>(4)</b>  |   |           |
| Nível de Alteração de Engenharia <b>(5)</b>   | Data _____<br>Data _____   |   |           |
| Regulamentação de Segurança e/ou Governamental <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não   | Nº do Pedido de Compra <b>(6)</b> Peso (kg) <b>(7)</b>                           |   |           |
| Nº do Auxílio de Verificação <b>(8)</b>   | Nível de Alteração de Engenharia do Auxílio de Verificação <b>(9)</b> Data _____ |   |           |
| <b>INFORMAÇÕES DE MANUFATURA DA ORGANIZAÇÃO</b>   |  |   |           |
| <b>(10)</b>   |  |   |           |
| Nome da Organização e Código do Fornecedor (Vendedor) <b>(11)</b>   |  |   |           |
| Rua <b>(12)</b>   |  |   |           |
| Cidade  | Estado   | CEP   | País      |
| <b>REPORTE DE MATERIAIS</b>   |  |   |           |
| As informações sobre substâncias perigosas requisitadas pelo cliente foram relatadas? <b>(13)</b> <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não  |  |   |           |
| Submetido via IMOS ou outro formato do cliente: _____   |  |   |           |
| As peças poliméricas estão identificadas com os códigos de marcação apropriados da ISO? <b>(14)</b> <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> N/A (não aplicável)   |  |   |           |
| <b>RAZÃO PARA SUBMISSÃO</b> (Marque pelo menos um) <b>(15)</b>  |  |   |           |
| <input type="checkbox"/> Submissão Inicial<br><input type="checkbox"/> Alteração(s) de Engenharia<br><input type="checkbox"/> Ferramental: Transformação, Substituição, Reparo ou Adicional<br><input type="checkbox"/> Correção de Discrepância<br><input type="checkbox"/> Ferramental Inativo por mais de 1 ano  |  | <input type="checkbox"/> Mudança no Material/Construção Opcional<br><input type="checkbox"/> Mudança da Fonte do Material ou Fornecedor<br><input type="checkbox"/> Mudança no Processo da Peça<br><input type="checkbox"/> Peças Produzidas em outra Localidade<br><input type="checkbox"/> Outras – Especifique abaixo: _____ |           |
| <b>NÍVEL DE SUBMISSÃO REQUERIDO</b> (Marque um) <b>(16)</b>   |  |   |           |
| <input type="checkbox"/> Nível 1 – Certificado apenas (e para os itens designados de aparência, um Relatório de Aprovação de Aparência) submetido ao cliente.<br><input type="checkbox"/> Nível 2 – Certificado com amostras de peças de produção e dados limitados de suporte submetidos ao cliente.<br><input type="checkbox"/> Nível 3 – Certificado com amostras de peças de produção e dados completos de suporte submetidos ao cliente.<br><input type="checkbox"/> Nível 4 – Certificado e outros requisitos definidos pelo cliente.<br><input type="checkbox"/> Nível 5 – Certificado com amostras de peças de produção e dados completos de suporte analisados criticamente no local de manufatura da organização. |  |   |           |
| <b>RESULTADOS DA SUBMISSÃO</b> <b>(17)</b>  |  |   |           |
| Os resultados de <input type="checkbox"/> medições dimensionais <input type="checkbox"/> ensaios de material e funcionais <input type="checkbox"/> critérios de aparência <input type="checkbox"/> dados estatísticos de processo. Esses resultados atendem todos os requisitos de registro de projeto: <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não (Se "Não" – Explique abaixo) <b>(18)</b><br>Moldes/Cavidades/Processo de Produção _____  |  |   |           |
| <b>DECLARAÇÃO</b>   |  |   |           |
| Por meio desto afirmo que as amostras representadas por este certificado são representativas de nossas peças, as quais foram fabricadas através de um processo que atende todos os Requisitos da 4ª Edição do Manual de Processo de Aprovação de Peça de Produção. Além disso, afirmo que essas amostras foram produzidas na razão de produção de <b>(19)</b> / <b>(20)</b> horas. Certifico também que a evidência documentada de tal conformidade está arquivada e disponível para análise crítica. Eu encerro qualquer desvio desta declaração abaixo.   |  |   |           |
| EXPLICAÇÃO/COMENTÁRIOS: _____   |  |   |           |
| <b>(21)</b><br>Cada Ferramenta do Cliente está corretamente etiquetada e numerada? <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não <b>(22)</b>   |  |   |           |
| Assinatura Autorizada da organização <b>(23)</b>  |  | Data _____  |           |
| Nome Legível _____  |  | Telefone _____  | Fax _____ |
| Cargo _____   |  | E-mail _____  |           |
| <b>PARA USO SOMENTE DO CLIENTE (SE APLICÁVEL)</b>   |  |   |           |
| Disposição de Certificação de PPAP: <input type="checkbox"/> Aprovada <input type="checkbox"/> Rejeitado <input type="checkbox"/> Outra   |  |   |           |
| Assinatura do Cliente _____   |  | Data _____  |           |
| Nome Legível _____  |  | Nº de Rastreabilidade do Cliente (opcional) _____   |           |

Marco  
de 2004 CFG-1001



## Certificado de Submissão de Peça de Produção

|   |  |   |               |
|---|--|---|---------------|
| Nome da Peça  | MODE BOWDEN  | Nº da Peça do Cliente   | BX116784-1920 |
| Mostrado no Desenho Nº  | BX116784-1920  | Nº da Peça da Organização   | 945-079       |
| Nível de Mudança do Planejamento:   | R-MR17-00010   | Datado  | 18/01/2017    |
| Mudanças Adicionais do Planejamento:  | ***  | Datado  | ***           |
| Segurança e/ou Regulamento<br>Governamental   | <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não | Ordem de Compra No.   | *****         |
| Assistência de Controle Nº  | *****  | Nível de Mudança do Planej. da Assist. de Controle  | *****         |
| INFORMAÇÕES PRODUTIVAS DA ORGANIZAÇÃO<br>FANIA  |  | INFORMAÇÕES DAS PROPOSTAS DO CLIENTE  |               |
| Nome do Fornecedor & Código do Fornecedor/Vendedor<br>Av. Presidente Tancredo Almeida Neves , 725<br>Endereço   |  | <input type="checkbox"/> Dimensional <input checked="" type="checkbox"/> Material/Funcional <input type="checkbox"/> Aparência<br>DENSO DO BRASIL   |               |
| Itajubá   | MG   | 37504069  | Brasil        |
| Cidade  | Região   | Cep   | País          |
| Comprador/Código do Comprador: Jonas Lúcio de Souza<br>Aplicação Projeto XSH  |  |   |               |
| RELATÓRIO DE MATERIAL   |  |   |               |
| As informações, sobre o conteúdo de problemas, requeridas pelo cliente foram relatadas? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> n/a  |  |   |               |
| Enviado pelo IMDS ou por outra forma usada pelo cliente: IMDS N° 640014379 / 1.01   |  |   |               |
| As peças poliméricas foram identificadas com os apropriados códigos de sinalização do ISO? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input checked="" type="checkbox"/> n/a  |  |   |               |
| RAZÃO PARA ENVIO (Checar pelo menos uma)  |  |   |               |
| <input checked="" type="checkbox"/> Primeiro Envio<br><input type="checkbox"/> Mudança (s) de Planejamento<br><input type="checkbox"/> Ferramenta: transferência, reposição, renovação ou adicional<br><input type="checkbox"/> Correção da Discrepância<br><input type="checkbox"/> Ferramenta Inativa por mais de 1 ano   |  | <input type="checkbox"/> Mudança para a Construção Opcional ou Material<br><input type="checkbox"/> Mudança da origem do Fornecedor ou do Material<br><input type="checkbox"/> Mudança no Processo da Peça<br><input type="checkbox"/> Peças Produzidas no local Adicional<br><input type="checkbox"/> Outros - Especifique por favor |               |
| NÍVEL DE ENVIO DE SOLICITAÇÃO (Checar um)   |  |   |               |
| <input type="checkbox"/> Nível 1 - Garante apenas (e para itens de aspecto designado), um Relatório de Aprovação de Aspecto submetido ao cliente.<br><input type="checkbox"/> Nível 2 - Garantia dos exemplares do produto e os dados limitados de suporte enviados ao cliente.<br><input checked="" type="checkbox"/> Nível 3 - Garantia dos exemplares do produto e os dados completos de suporte enviados ao cliente.<br><input type="checkbox"/> Nível 4 - Garantia e outras exigências definidas pelo cliente.<br><input type="checkbox"/> Nível 5 - Garantia dos exemplares do produto e dados de suporte completamente revisados no local de produção do fornecedor. |  |   |               |
| RESULTADOS DO ENVIO   |  |   |               |
| Os resultados para <input checked="" type="checkbox"/> medidas dimensionais <input checked="" type="checkbox"/> testes de material e uso <input type="checkbox"/> critérios de aspecto <input checked="" type="checkbox"/> pacote de processo estatístico<br>Os resultados de todas as exigências de desenho e especificação: <input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO<br>Moldar / Cavidade / Processo Produtivo: *****   |  |   |               |
| DECLARAÇÃO  |  |   |               |
| Eu, por meio deste documento, afirmo que os exemplares detalhados nesta garantia são representantes das nossas peças, e estão sendo produzidos nos adequados Requisitos da 4ª Edição do Manual do Processo de Aprovação da produção da Peça. Eu mais adiante autorizo estes exemplares que foram produzidos na taxa de 2500 peças / turno. Anote abaixo qualquer alteração desta declaração.  |  |   |               |
| EXPLICAÇÃO / COMENTÁRIOS: _____   |  |   |               |
| Cada Ferramenta pertencente ao Cliente está etiquetada e numerada? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input checked="" type="checkbox"/> Não aplicável  |  |   |               |
| Assinatura de Autorização da Organização: _____ Data 04/04/2017   |  |   |               |
| Nome da Impressão: Felipe Augusto Dias / Luiz Henrique Soares Fone No. (35)3629-5822 Fax No.: (35)3629-5807   |  |   |               |
| Título EQF/Ger.Técnico E-mail faugusto@fania.com.br / tecnico@fania.com.br  |  |   |               |
| PARA O CLIENTE USE SOMENTE ( SE APPLICAVEL )  |  |   |               |
| Disposição da Garantia da Peça: <input checked="" type="checkbox"/> Aprovada <input type="checkbox"/> Recusado <input type="checkbox"/> Outro   |  |   |               |
| Assinatura do Cliente: _____ Data 04/04/2017  |  |   |               |
| Nome da Impressão: _____ Nº de Acompanhamento do Cliente ( opcional ) _____   |  |   |               |
| Março 2006 CFG-1001   |  |   |               |

## **Apêndice C – Aprovação de Peça de Produção, Resultados Dimensionais**

## Aprovação de Peça de Produção Resultados de Ensaios Dimensionais



## Aprovação da Produção da Peça Resultados do Teste Dimensional

pag. 1 de 1

CFG-1003 Encobrir relatos de conformação são inaceitáveis para qualquer resultado do teste.

Assinatura : \_\_\_\_\_ Titulo : Gerente Técnico Data : 21/03/2017



## Aprovação da Produção da Peça Resultados do Teste do Material

pag. 1 de 1

| ORGANIZAÇÃO : Fania<br>CÓDIGO DO FORNECEDOR/VENDEDOR :<br>FORNECEDOR DE MATERIAL :<br>CLIENTE ESPEC. COD. FORNECEDOR/VENDEDOR :<br>* Se a aprovação inicial é req., incluir o código designado do fornecedor<br>( inicio ) & Cliente . |                            |            |             | NÚMERO DA PEÇA : BX116784-1920<br>NOME DA PEÇA: MODE BOWDEN<br>ESBSCO REG. NIVEL MUDANÇA: R-MR17-00010<br>DOC. MUDANÇAS DO PLANEJ.: ****<br>NOME do LABORATÓRIO : Fania/ Fornecedor |    |        |
|--|----------------------------|------------|-------------|---|----|--------|
| Teste de especificação/Rev / Data  | ESPECIFICAÇÕES / LIMITES   | DATA       | QTD TESTADA | RESULTADOS MATERIAIS DA ORGANIZAÇÃO ( DADO )  | OK | NÃO OK |
| 1 Arame  |                            | 21/03/2017 |             |   |    |        |
| Ref. 021-356.5   |                            |            |             |   |    |        |
| Fornecedor: Belgo  |                            |            |             |   |    |        |
| Diâmetro: Ø1,2mm   | Ø1,2±0,05mm                |            | CQ          | Ø1,18 - 1,22mm  | x  |        |
| Material: C72 / Opc.: aço 1065/80  | C72 / Opc.: aço 1065/80    |            | CQ          | SAE 1065/1080   | x  |        |
| Tratamento: Fe/Zn II - Opcional:   | Fe/Zn II - Opc.: Zincado   |            | CQ          | Zincado pesado  | x  |        |
| Zincado pesado   | pesado                     |            |             |   |    |        |
| Resist. tração: 160/180 kg/mm <sup>2</sup>   | 160/180 kg/mm <sup>2</sup> |            | CQ          | 173 kg/mm <sup>2</sup>  | x  |        |
| 2 Capa Plástica (Revest. Interno)  |                            | 21/03/2017 |             |   |    |        |
| Ref. 022-518   |                            |            |             |   |    |        |
| Fornecedor: Tubos Petra  |                            |            |             |   |    |        |
| Material: POM  | POM 100.65                 |            | CQ          | POM 100.65  | x  |        |
| Cor: Natural   | Natural                    |            |             | Natural   | x  |        |
| 3 Capa Plástica (Revest. Externo)  |                            | 21/03/2017 |             |   |    |        |
| Ref. 022-518   |                            |            |             |   |    |        |
| Fornecedor: Tubos Petra  |                            |            |             |   |    |        |
| Material: PP   | PP 50.70                   |            | CQ          | PP 50.70  | x  |        |
| Cor: Azul  | Azul                       |            |             | Azul  | x  |        |
| 4 Terminal (Lado Comando)  |                            | 21/03/2017 |             | Ok  | x  |        |
| 5 Terminal (Lado HVAC)   |                            | 21/03/2017 |             | Ok  | x  |        |
| 6 Tubo de Espuma   |                            | 21/03/2017 |             |   |    |        |
| Ref. 029-414   |                            |            |             |   |    |        |
| Fornecedor: SDS  |                            |            |             |   |    |        |
| Material: PUR a base de polieter   | PUR a base de polieter     |            | CQ          | PUR a base de polieter  | x  |        |
| Diametro: Ø17±2,0mm  | Ø17±2,0mm                  |            | CQ          | 18 mm   | x  |        |
| Cor: Cinza   | Cinza                      |            | CQ          | Cinza   | x  |        |
| URL 75:  |                            |            |             |   |    |        |
| 1- Densidade:  | 30±5 Kg/m <sup>3</sup>     |            | RM          | 28 Kg/m <sup>3</sup>  | x  |        |
| 2- Rígidez a compressão:   | 75±15 g/cm <sup>2</sup>    |            | RM          | 63,8 g/cm <sup>2</sup>  | x  |        |
| 3- Deformação residual:  | ≤ 60%                      |            | RM          | 29,30%  | x  |        |
| 4- Resistência a tração:   | ≥ 700 g/cm <sup>2</sup>    |            | RM          | 924 g/cm <sup>2</sup>   | x  |        |
| 5- Alongamento de ruptura  | ≥ 100%                     |            | RM          | 224%  | x  |        |
| 6- Envelhecimento:   | ≤ 40%                      |            | RM          | 17%   | x  |        |
| 7- Flexibilidade a frio:   | Sem quebra                 |            | RM          | Ok  | x  |        |
| 8- Velocidade de combustão:  | ≤ 100 mm/min               |            | RM          | 13 mm/min   | x  |        |

CFG-1003

Encobrir relatos de conformação são inaceitáveis para qualquer resultado do teste .

|              |           |                          |
|--------------|-----------|--------------------------|
| Assinatura : | _____<br> | Título : Gerente Técnico |
|--------------|-----------|--------------------------|

Data : 21/03/2017



# FMEA 4<sup>a</sup> edição

(Análise dos Modos de Falhas e Seus Efeitos)

*Análise de Modo e Efeitos de  
Falha Potencial*

**FMEA**  
*Quarta Edição*



## Introdução

O FMEA de processo, referido como PFMEA, apóia o desenvolvimento do processo de fabricação, na redução do risco de falhas, por:

- Identificar e avaliar as funções e requisitos do processo;
- Identificar e avaliar os potenciais modos de falha relacionados a produto e processo, e os efeitos das falhas potenciais sobre o processo e os clientes;
- Identificar as causas potenciais dos processos de fabricação ou montagem;
- Identificar variáveis de processo nas quais focalizar controles de processo, para redução de ocorrência, ou maior detecção das condições de falha, e
- Habilitar o estabelecimento de um sistema de prioridades, para ações e controles preventivos/corretivos.

O PFMEA é um documento vivo e deveria:

- Ser iniciado antes do, ou durante o, estágio de viabilidade;
- Ser iniciado antes da preparação do ferramental para produção;
- Levar em consideração todas as operações de fabricação, dos componentes individuais aos conjuntos montados, e
- Incluir todos os processos, dentro da planta, que possam impactar as operações de fabricação e montagem, tais como embarque (expedição), recebimento, transporte de material, armazenagem, transportadores, ou etiquetagem.

São recomendadas as antecipadas análises críticas e análise de processos novos ou revistos, para antecipar, resolver ou monitorar potenciais preocupações de processo, durante as fases de planejamento de fabricação de um novo modelo ou programa de componente.

O PFMEA assume que o produto, como foi projetado, atenderá ao objetivo do projeto. Modos de falha potencial que possam ocorrer devido a uma fraqueza de projeto podem ser incluídos em um PFMEA. Seu efeito e prevenção são cobertos pelo FMEA de Projeto.

O PFMEA não depende de alterações de projeto do produto, para superar limitações no processo. Entretanto, ele leva em consideração as características de projeto de um produto, relativas ao processo planejado de fabricação ou montagem, para garantir que, na medida do possível, o produto resultante atenda às necessidades e expectativas do cliente. Por exemplo, o desenvolvimento de PFMEA geralmente assume que as máquinas e equipamentos atenderão ao objetivo do projeto e, assim sendo, estão excluídos do escopo. Pode ser necessário considerar mecanismos de controle, com base em dados históricos, para peças e materiais recebidos.

## Desenvolvimento de um FMEA de Processo

O engenheiro/chefe da equipe responsável pelo processo tem à sua disposição um número de documentos que serão úteis na preparação do PFMEA. O PFMEA começa pelo desenvolvimento de uma lista do que se espera que o processo faça, e do que se espera que não faça, ou seja, o objetivo do processo.

O PFMEA deveria iniciar com um fluxograma geral do processo. Este fluxograma deveria identificar as características de produto/processo associadas a cada operação. Deveria ser incluída a identificação de efeitos no produto, a partir do correspondente DFMEA. Cópias do fluxograma usado na elaboração do PFMEA deveriam acompanhá-lo.

Para facilitar a documentação da análise de falhas potenciais e suas consequências, exemplos de formulários PFMEA foram desenvolvidos e são fornecidos no Apêndice A. O conteúdo de informação mínimo requerido para um PFMEA é discutido a seguir. (Ver também Tabela IV.1)

### Pré-requisitos

Um PFMEA deveria iniciar com o desenvolvimento de informações para compreender as operações de fabricação e montagem sendo analisadas, e definir seus requisitos.

O fluxograma do processo é a entrada primária para o PFMEA. O fluxograma é usado como uma ferramenta para ajudar a estabelecer o escopo de análise, durante o projeto do sistema de fabricação.

### Fluxograma do Processo e conexão com PFMEA

Um fluxograma do processo<sup>6</sup> descreve o fluxo do produto através do processo – da entrada até à saída. Isto deveria incluir cada etapa em um processo de fabricação ou montagem, bem como as suas respectivas saídas (características de produto, requisitos, resultados etc.) e entradas (características de processo, fontes de variação etc.). O detalhe do fluxo de processo depende do estágio da discussão do desenvolvimento de processo. O fluxograma inicial é geralmente considerado um mapa do processo de alto nível. Ele precisa de análise mais detalhada, para identificar os modos de falha potencial.

<sup>6</sup> O Fluxograma do Processo é também referido como um Gráfico de Fluxo do Processo.

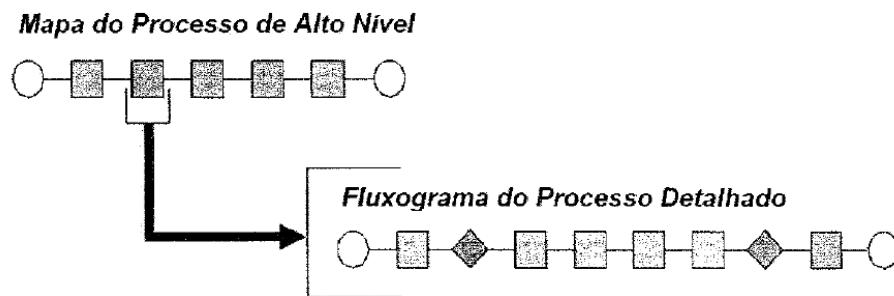


Figura IV.1 De Mapas de Processo de Alto Nível para Mapas de Processo Detalhados

O PFMEA deveria ser consistente com as informações do fluxograma do processo. O escopo do fluxograma do processo deveria incluir todas as operações de fabricação, do processamento de componentes individuais até os conjuntos, incluindo embarque (expedição), recebimento, transporte de material, armazenagem, transportadores, etiquetagem etc. Pode ser executada uma avaliação de riscos preliminar, usando o fluxograma do processo, para identificar quais destas operações ou etapas individuais podem ter um impacto na fabricação e montagem do produto e deveriam ser incluídas no PFMEA.

O desenvolvimento do PFMEA continua pela identificação do(s) requisito(s) para cada processo/função. Requisitos são as saídas de cada operação/etapa e se relacionam aos requisitos do produto. Os Requisitos provêm a descrição do que deveria ser obtido a cada operação/etapa. Os Requisitos fornecem à equipe uma base para identificar modos de falha potencial.

Para assegurar continuidade, é altamente recomendável que a mesma equipe multifuncional desenvolva o Fluxograma do Processo, o PFMEA, e o Plano de Controle.

Ver Figura IV.2, para um exemplo de fluxograma do processo.

| DIAGRAMA DE FLUXO DE PROCESSO |                     |                   |  |   |   |  | Última Revisão :<br>VIDE FOLHA DE ATUALIZAÇÃO |                |
|-------------------------------|---------------------|-------------------|--|---|---|--|---|----------------|
| Secção :                      | 1390                | Data :            | 05/10/2016                                   | Ref. FANIA :                                | 944-032   | Nº Original :  | A25KF02 B01                                   | Folha : 1 de 2 |
| Denominação :                 | Cabo de Alimentação | Componente        | <input checked="" type="checkbox"/> Conjunto | Elaborado :                                 | Amálio Júnior   | Responsável :  |   |                |
| Oper.                         | Fluxo Produtivo     | Letra/Comp./Seção | Descrição da Operação                        |   |   | Características Principais do Produto  | Características Principais de Controle        |                |
| 01 / 03                       |                     | X                 | 001-026-42<br>(Fecho do Origem 001-021)      | Cortar / Prensar quadrado nas extremidades  | - Comprimento 210 ± 1 mm<br>- Quadrado de 4,0) mm<br>- Comprimento do quadrado máx. 7 mm<br>- Anel de prensagem mínimo 1,5 mm   | Prensa hidráulica de 40 toneladas mínimo   |   |                |
| 185                           |                     | X                 | 012-073                                      | Sobre-injetar componentes de cabo (1º lado) | Dimensão 1.00 ± 0,25 mm<br>Dimensão 4,70 - 0,20 mm<br>Diâmetro 7,00 - 0,20 mm<br>◊ Tração de 25 kgf mínimo<br>Torque de 12 kgf x cm mínimo<br>Visual  | Injectora Vertical Plástica de 80 toneladas  |   |                |
| 185                           |                     | X                 | 012-066                                      | Sobre-injetar componentes de cabo (2º lado) | Comprimento (dim. "A") 230,50 ± 1,0 mm<br>Ângulo - Oº ± 3º<br>Dimensão 12 ± 0,15 - 0,30 mm<br>Dimensão 3,00 ± 0,1 mm<br>Torque de 12 kgf x cm mínimo<br>◊ Tração de 25 kgf mínimo<br>Visual | Injectora Vertical Plástica de 80 toneladas<br>Dispositivo para garantir comprimento / ângulo. |   |                |
| 195                           |                     | X                 |  | Selecionar 100% visual e/ou dimensional     | Conforme IT- 8340   | Manual   |   |                |
| 991                           | X                   |                   |  | Inspecção final                             | Vide desenho produto  | Plano de controle de Inspecção   |   |                |
| 39                            | X                   |                   | 020-33                                       | Embalar peças                               | Vide desenho produto  | Identificação cod. P3-7530   |   |                |
| 993                           |                     | X                 | Seção 1400                                   | Transporte                                  | _____   | _____  |   |                |
| 992                           |                     | X                 |  | Armazenar/ expedição                        | Conforme IT-7650/1  |  |   |                |

- Inspeção     - Operação     - Transporte     - Armazenar     - Operação com expedição

## Exemplo de Formulário PFMEA

O formulário usado nos exemplos deste manual de referência é um guia para documentar as discussões e análises da equipe sobre os elementos do PFMEA. Ele abrange o conteúdo *mínimo* normalmente esperado pelos OEMs.

A ordem das colunas pode ser alterada e podem ser adicionadas colunas a este formulário, dependendo das necessidades e expectativas da organização e do cliente. Em quaisquer casos, qualquer formulário apresentado deve ser aceitável pelo cliente.

### Cabeçalho do Formulário FMEA de Processo (campos A - H)

O que segue descreve a informação a ser inserida no formulário.

O cabeçalho PFMEA deveria identificar claramente o foco do FMEA, bem como as informações relacionadas ao processo de desenvolvimento e controle do documento. Isto deveria incluir o número do FMEA, identificação do escopo, responsabilidade pelo projeto, datas de conclusão etc. O cabeçalho deveria conter os seguintes elementos<sup>8</sup>:

#### Número do FMEA (A)

Entrar uma seqüência alfanumérica que é usada para identificar o documento PFMEA. Isto é usado para controle de documentos.

#### Item (B)

Entrar o nome e o número do sistema subsistema, ou componente para o qual o processo esteja sendo analisado.

#### Responsabilidade pelo Processo (C)

Entrar o OEM, organização e departamento ou grupo que é responsável pelo projeto do processo. Entrar também o nome da organização fornecedora, se aplicável.

#### Ano(s) Modelo(s) / Programa(s) (D)

Entrar o(s) ano(s) modelo(s) e programa(s) designado(s), que usarão ou serão afetados pelo processo que esteja sendo analisado (se conhecido(s)).

<sup>8</sup> As letras ao final de cada cabeçalho indicam a área referida, no formulário de amostra.

**Data-chave (E)**

Entrar a data limite inicial do PFMEA, que não deveria superar a data programada para início de produção. No caso de uma organização fornecedora, esta data não deveria exceder a data de apresentação do Processo de Aprovação de Peça de Produção (*PPAP*) requerida pelo cliente.

**Data do FMEA (Original) (F)**

Entrar a data em, que o PFMEA original foi concluído e a última data de revisão.

**Equipe Central (G)**

Entrar os membros de equipe responsáveis por desenvolver o PFMEA. Informações de contato (por exemplo, nome, organização, número de telefone e email) podem ser incluídas em um documento suplementar referenciado.

**Elaborado por (H)**

Entrar o nome e informações de contato, incluindo a organização (empresa), do engenheiro/chefe de equipe responsável pela elaboração do PFMEA.

**Corpo do Formulário PFMEA (campos 2 – n)**

\* As letras ao final de cada cabeçalho indicam a área referida, no formulário de amostra.

**PFMEA - Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial**



A verificação da completicidade dos modos de falha potencial pode ser efetuada através da revisão de "coisas que correram mal" no passado, preocupações, relatórios de rejeitos ou refugos, e *brainstorming* de grupo. Fontes para isto deveriam incluir uma comparação com processos similares e uma análise crítica de reclamações do cliente (Usuário Final e operação subsequente) relativas a componentes similares.

### Efeito(s) Potencial(ais) de Falha (c)

Efeitos potenciais de falha são definidos como os efeitos do modo de falha sobre a função, como percebidos pelo(s) cliente(s).

Os efeitos da falha deveriam ser descritos em termos de aquilo que o cliente poderia notar ou experimentar, lembrando que o cliente pode ser um cliente interno, assim como o Usuário Final. O(s) cliente(s), neste contexto, pode(m) ser a próxima operação, operações ou localidades subsequentes, o revendedor e/ou o proprietário do veículo. Cada um deveria ser considerado, quando avaliando o efeito potencial de uma falha. Os efeitos sobre o produto, no PFMEA, deveriam ser consistentes com aqueles do correspondente DFMEA.

Se o modo de falha puder impactar a segurança, ou causar não-conformidade com as regulamentações, isto deveria ser claramente identificado no PFMEA.

Para o Usuário Final, os efeitos deveriam ser estabelecidos em termos de desempenho de produto ou sistema. Se o cliente for a próxima operação, ou operações/localidades subsequentes, os efeitos deveriam ser estabelecidos em termos de desempenho de processo/operação. Ver Tabela IV.3 Exemplos de Efeitos.

Para determinar os Efeito(s) Potencial(ais), as seguintes perguntas deveriam ser formuladas:

**1. O Modo de Falha Potencial impede fisicamente o processamento subsequente, ou causa dano potencial aos equipamentos ou operadores?**

Isto inclui uma impossibilidade de montar ou juntar a um componente correspondente, em qualquer instalação subsequente do cliente. Em caso positivo, avaliar o impacto na fabricação. Não é requerida análise adicional. Em caso negativo, ir para a questão 2. Exemplos poderiam incluir:

- Incapaz de montar, na operação x.
- Incapaz de fixar (juntar), na instalação do cliente.
- Incapaz de conectar, na instalação do cliente.
- Não pode furar, na operação x.
- Causa excessivo desgaste de ferramenta, na operação x.
- Danifica o equipamento, na operação x.
- Causa risco ao operador, na instalação do cliente.

Nota: A localidade, estação ou operação na qual o efeito ocorre deveria ser identificada. Se em uma instalação do cliente, isto deveria ser declarado.

## 2. Qual é o impacto potencial no Usuário Final?

Independentemente de quaisquer controles planejados ou implementados, incluindo verificação à prova de erros ou enganos, considerar o que o Usuário Final perceberia ou experimentaria. Esta informação pode estar disponível no DFMEA. Estando isto determinado, ir para a questão 3. Exemplos poderiam incluir:

- Ruído
- Alto esforço
- Odor desagradável
- Operação Intermittente
- Vazamento de água
- Marcha lenta instável
- Incapacidade de ajustar
- Dificuldade para controlar
- Má aparência

## 3. O que ocorreria se um efeito fosse detectado antes de atingir o Usuário Final?

O efeito potencial nas localidades atuais ou receptoras precisa também ser considerado. Exemplos poderiam incluir:

- Parada da linha de produção.
- Parada de embarques (expedição).
- Retenção no pátio.
- 100% de produção refugados.
- Diminuição da velocidade da linha de produção.
- Adição de mão de obra, para manter a velocidade de produção requerida.

Nota: Se mais de um efeito potencial forem identificados quando considerando as questões 2 e 3, todos deveriam ser listados, mas, para os fins da análise, considerar somente o pior caso, quando documentando a resultante classificação de Severidade.

**Severidade (S) (*d*)**

Severidade é o valor associado ao efeito mais grave, para um dado modo de falha. Severidade é uma classificação relativa, dentro do escopo do FMEA individual.

**Critérios de Avaliação Sugeridos**

A equipe deveria concordar quanto aos critérios de avaliação e ao sistema de classificação, e aplicá-los consistentemente, mesmo se modificados para análises de processos individuais. (Ver a Tabela Crl, para diretrizes de critérios.)

Não é recomendado modificar os valores 9 e 10, dos critérios de classificação. Modos de falha com uma classificação de 1 não deveriam ser mais analisados.

| Efeito   | Classificação | Critérios:   |  |
|--|---------------|--|--|
|  |               | Severidade do Efeito no Produto<br>(Efeito no cliente)       | Severidade do Efeito no Processo<br>(Efeito na Fabricação/Montagem)  |
| Falha em Atender a Requisitos de Segurança e/ou Regulatórios | 10            | Falha em Atender a Requisitos de Segurança e/ou Regulatórios | Pode trazer perigo ao operador (de máquina ou montagem), sem prévio aviso.   |
|  | 9             |  | Pode trazer perigo ao operador (de máquina ou montagem), com prévio aviso.   |
|  | 8             | Interrupção Maior  | 100% dos produtos podem ser rejeitados. Parada da linha de produção ou parada de embarque (expedição).   |
| Perda ou Degradação da Função Primária                       | 7             | Interrupção Significante                                     | Uma parada do lote de produção pode ser refeita. Destrô do processo primário, incluindo redução da linha de produção e atraso no de mão de obra. |
| Perda ou Degradação da Função Secundária                     | 6             | Interrupção Moderada   | 100% do lote de produção pode ser retrabalhado fora da linha e aceito.   |
| Intimido   | 4             | Interrupção Moderada   | Uma parada do lote de produção pode ser refeita, ainda que fora da linha e aceita.   |
|  | 3             |  | 100% do lote de produção pode ser retrabalhado na estação, antes de ser processado.  |
|  | 2             | Interrupção Menor  | Ligeira inconveniência para o processo, operando ou operador.  |
| Nenhum efeito  | 1             |  | Nenhum efeito perceptível.   |

Tabela Cr1 Critérios Sugeridos de Avaliação de Severidade PFMEA

### Classificação (e)

Esta coluna deveria ser usada para destacar os modos de falha de alta-prioridade ou causas que possam requerer avaliação adicional de engenharia.

Esta coluna pode também ser usada para classificar quaisquer características especiais de produto ou de processo (por exemplo, crítica, chave, maior, significante) para componentes, subsistemas, ou sistemas que possam requerer controles de processo adicionais.

Requisitos específicos do cliente podem identificar símbolos para características especiais de produto ou processo, e sua utilização.

Onde uma característica especial for identificada com uma severidade de 9 ou 10, no PFMEA, o engenheiro responsável pelo projeto deveria ser notificado, uma vez que isto pode afetar os documentos de engenharia.

### Causa(s) Potencial(ais) de Modo de Falha (f)

Causa potencial de falha é definida como uma indicação de como a falha poderia ocorrer, e é descrita em termos de algo que possa ser corrigido ou possa ser controlado. Causa potencial de falha pode ser uma indicação de uma fragilidade de projeto ou de processo, cuja consequência é o modo de falha.

Na medida do possível, identificar e documentar todas as causas potenciais, para cada modo de falha. As causas deveriam ser detalhadas tão concisamente e completamente quanto possível. Separando-se as causas, resultará uma análise focalizada para cada causa e poderá gerar diferentes mensurações, controles e planos de ação. Podem existir uma ou mais causas que possam resultar no modo de falha sendo analisado. Isto resulta em múltiplas linhas para cada causa, na tabela ou formulário.<sup>10</sup>

Ao elaborar o PFMEA, a equipe deveria assumir que as peça(s)/material(ais) recebido(s) esteja(m) correto(s). Podem-se fazer exceções, a critério da equipe, onde os dados históricos indiquem deficiências na qualidade "de entrada" (recebida).

Somente erros ou defeitos específicos (por exemplo, retentor não instalado, ou retentor instalado invertido) deveriam ser listados. Frases ambíguas (por exemplo, erro de operador, ou retentor mal instalado etc.) não deveriam ser usadas. Ver Tabela IV.4 Exemplos de Causas e Controles.

<sup>10</sup> Na elaboração do PFMEA, a equipe deve garantir que quaisquer limitações do projeto, que possam resultar em uma potencial falha de processo, sejam comunicadas à função de projeto.

### Ocorrência (O) (g)

Ocorrência é a probabilidade de que uma determinada causa de falha ocorrerá. O número de classificação da probabilidade de ocorrência tem um significado relativo, em vez de um valor absoluto. (Ver Tabela Cr2).

Estimar a probabilidade de ocorrência de uma potencial causa de falha, sobre uma escala de 1 a 10. Deveria ser usado um sistema consistente de classificação de ocorrências, para assegurar continuidade. O número de classificação da ocorrência é uma classificação relativa, dentro do escopo do FMEA e não deveria refletir a real probabilidade de ocorrência.

"Incidentes por itens/veículos" é usado para indicar o número de falhas que são antecipadas durante a execução do processo. Se estiverem disponíveis dados estatísticos de um processo similar, tais dados deveriam ser usados para determinar a classificação de ocorrência. Em outros casos, pode ser feita uma avaliação subjetiva, pelo uso de descrição textual na coluna à esquerda da tabela, juntamente com a entrada da adequada fonte de conhecimento de processo, para estimar a classificação.

#### Critérios de Avaliação Sugeridos

A equipe deveria concordar quanto aos critérios de avaliação e ao sistema de classificação, e aplicá-los consistentemente, mesmo se modificados para análises de processos individuais. A Ocorrência deveria ser estimada usando-se uma escala de 1 a 10, tendo a Tabela Cr2 como uma diretriz.

| <b>Probabilidade de Falha</b> | <b>Critérios: Ocorrência de Causa - PFMEA<br/>(Incidentes por itens/veículos)</b> | <b>Classificação</b> |
|-------------------------------|---|----------------------|
| <b>Muito Alta</b>             | $\geq 100$ por mil<br>$\geq 1$ em 10  | <b>10</b>            |
| <b>Alta</b>                   | 50 por mil<br>1 em 20   | <b>9</b>             |
|                               | 20 por mil<br>1 em 50   | <b>8</b>             |
|                               | 10 por mil<br>1 em 100  | <b>7</b>             |
|                               | 2 por mil<br>1 em 500   | <b>6</b>             |
| <b>Moderada</b>               | 0,5 por mil<br>1 em 2.000   | <b>5</b>             |
|                               | 0,1 por mil<br>1 em 10.000  | <b>4</b>             |
|                               | 0,01 por mil<br>1 em 100.000  | <b>3</b>             |
| <b>Baixa</b>                  | $\leq 0,001$ por mil<br>1 em 1.000.000  | <b>2</b>             |
|                               | A falha é eliminada através de controle preventivo.                               | <b>1</b>             |

Tabela Cr2 Critérios Sugeridos de Avaliação de Ocorrências de PFMEA

## Controles Atuais de Processo (*h*)

Controles Atuais de Processo são descrições dos controles que podem evitar, na medida do possível, a ocorrência da causa de falha, ou detectar o modo de falha ou causa de falha, caso estes ocorram.

Existem dois tipos de Controles de Processo a considerar:

### Prevenção

Elimina (previne) a ocorrência da causa da falha, ou do modo de falha, ou reduz sua taxa de ocorrência.

### Detecção

Identifica (detecta) a causa da falha ou o modo de falha, conduzindo ao desenvolvimento de ações corretivas ou contramedidas associadas.

A abordagem preferencial consiste em, se possível, usar em primeiro lugar os controles de prevenção. As classificações iniciais de ocorrência serão afetadas pelos controles de prevenção, desde que eles sejam integrados como parte do processo. As classificações iniciais de detecção serão baseadas em controles de processo que ou detectam a causa de falha ou detectam o modo de falha.

Uma vez que os métodos gráficos estatísticos (ou seja, Controle Estatístico de Processo - CEP)<sup>11</sup> tipicamente usam amostragem para avaliar estabilidade do processo e detectar condições fora de controle, eles não deveriam ser considerados, quando avaliando a eficácia de Controles de Detecção específicos. CEP pode, contudo, ser considerado como um Controle de Prevenção, para causas específicas, cujas tendências sejam identificáveis antes de uma não-conformidade real ser produzida, tal como desgaste de ferramenta.

O exemplo de formulário de PFMEA, neste manual, possui duas colunas separadas, para Controles de Prevenção e Controles de Detecção, para auxiliar a equipe a distinguir claramente entre estes dois tipos de controles. Isto possibilita uma rápida determinação visual, quanto a terem sido considerados ambos os tipos de controles de processo.

Se for utilizado um formulário de uma coluna (para controles de processo), então os seguintes prefixos deveriam ser usados. Para controles de prevenção, registrar um 'P' antes ou depois de cada controle de prevenção listado. Para controles de detecção, registrar um 'D' antes ou depois de cada controle de detecção listado. (ver Tabela IV.4 Exemplos de Causas e Controles).

<sup>11</sup> Ver Chrysler, Ford, GM; *Manual CEP*, AIAG.

### **Detecção (D) (i)**

Detecção é a classificação associada ao melhor controle de detecção listado na coluna Controles de Detecção. Detecção é uma classificação relativa, dentro do escopo do FMEA individual. Para se atingir uma classificação mais baixa, geralmente o controle de detecção planejado tem de ser aprimorado.

Quando mais de um controle for identificado, é recomendado que a classificação de detecção de cada controle seja incluída como parte da descrição do controle. Registrar o menor valor de classificação, na coluna Detecção.

Assumir que a falha tenha ocorrido e, então, avaliar as capacidades de todos os "Controles Atuais de Processo" para prevenir a entrega da peça contendo este modo de falha. Não presumir automaticamente que a classificação de detecção seja baixa porque a ocorrência é baixa, mas sim avaliar a capacidade dos controles de processo para detectar os modos de falha de baixa freqüência, ou reduzir o risco de que eles aumentem, no processo.

Inspeções da qualidade aleatórias têm pouca probabilidade de detectar a existência de um problema isolado e não deveriam influenciar a classificação de detecção.

### **Critérios de Avaliação Sugeridos**

A equipe deveria concordar quanto aos critérios de avaliação e ao sistema de classificação, e aplicá-los consistentemente, mesmo se modificados para análises de produtos individuais. A Detecção deveria ser estimada usando-se a Tabela Cr3 como uma diretriz.

O valor de classificação 1 (um) é reservado para prevenção de falhas através de soluções de projeto de processo comprovadas.

| Oportunidade para Detecção                    | Critérios:<br>Probabilidade de Detecção por Controle de Processo  | Classificação | Probabilidade de Detecção |
|---|---|---------------|---------------------------|
| Nenhuma oportunidade de detecção.             | Nenhum controle de processo. Não se pode detectar, ou não está analisado.   | 10            | Praticamente Impossível   |
| Imprevável detectar em qualquer estágio.      | Modo de falha e/ou Erro (Causa) não é facilmente detectável (por exemplo, auditorias aleatórias).   | 9             | Muito Remota              |
| Detecção do Problema Pós-Processamento        | Detecção do modo de falha pós-processamento, pelo operador, através de meios visuais/táteis/audíveis.   | 8             | Remota                    |
| Detecção do Problema na Origem                | Detecção do modo de falha, na estação, pelo operador, através de meios visuais/táteis/audíveis, ou pós-processamento, através do uso de medição por atributo (passa/não-passa, verificação de torque manualmente/por chave de estalo etc.).   | 7             | Muito Baixa               |
| Detecção do Problema Pós-Processamento        | Detecção do modo de falha, pós-processamento, pelo operador, através do uso de medição por variável, ou na estação, pelo operador, através do uso de medição por atributo (passa/não-passa, verificação de torque manualmente/por chave de estalo etc.).  | 6             | Baixa                     |
| Detecção do Problema na Origem                | Detecção do modo de falha ou Erro (Causa) na estação, pelo operador, através do uso de medição por variável, ou por controles automáticos na estação, que detectarão peças discrepantes e notificarão o operador (luz, campainha etc.). Medição realizada no setup e verificação da primeira peça (somente para causas de setup). | 5             | Moderada                  |
| Detecção do Problema Pós-Processamento        | Detecção do modo de falha pós-processamento, por controles automáticos, que detectarão peças discrepantes e travarão a peça, para impedir processamento subsequente.  | 4             | Moderadamente Alta        |
| Detecção do Problema na Origem                | Detecção do modo de falha na estação, por controles automáticos, que detectarão peças discrepantes e automaticamente travarão a peça na estação, para impedir processamento subsequente.  | 3             | Alta                      |
| Detecção do Erro e/ou Prevenção do Problema   | Detecção de Erro (Causa), na estação, por controles automáticos, que detectarão o erro e impedirão que a peça discrepante seja produzida.   | 2             | Muito Alta                |
| Detecção não aplicável.<br>Prevenção do Erro. | Prevenção de Erro (Causa) como resultado do projeto do dispositivo de fixação, projeto da máquina, ou projeto da peça. Peças discrepantes não podem ser produzidas porque o item foi tornado à prova de erro, pelo projeto do processo/produto.   | 1             | Praticamente Certa        |

Tabela Cr3 Critérios Sugeridos de Avaliação de Detecção de FMEA de Processo

## Determinando Prioridades de Ação

Uma vez que a equipe tenha concluído a identificação inicial dos modos de falha e efeitos, causas e controles, incluindo classificações de severidade, ocorrência e detecção, deveria-se decidir se são necessários esforços adicionais para reduzir o risco. Devido às inerentes limitações de recursos, tempo, tecnologia e outros fatores, deveria-se escolher como priorizar melhor estes esforços.

O foco inicial da equipe deveria ser orientado para os modos de falha com as classificações de severidade mais elevadas. Quando a severidade for 9 ou 10, é imperativo que a equipe assegure que o risco esteja tratado através dos existentes controles de projeto ou ações recomendadas (como documentado no FMEA).

Para modos de falha com severidades de 8 ou inferiores, a equipe deveria considerar as causas que possuam maiores classificações de ocorrência ou detecção. É responsabilidade da equipe examinar a informação, decidir sobre uma abordagem e determinar como melhor priorizar os seus esforços de redução de riscos que melhor atendam à sua organização e aos seus clientes.

### Avaliação de Risco: Número de Prioridade de Risco (NPR) (*j*)

Uma abordagem para auxiliar na priorização de ações tem sido usar o Número de Prioridade de Risco:

$$\text{NPR} = \text{Severidade (S)} \times \text{Ocorrência (O)} \times \text{Detecção (D)}$$

Dentro do escopo do FMEA individual, este valor pode variar entre 1 e 1000.

*O uso de um valor limite de NPR NÃO é uma prática recomendada para determinar a necessidade de ações.*

A aplicação de limites assume que NPRs sejam uma medida de risco relativo (o que frequentemente não são) e que uma melhoria contínua não seja requerida (o que é).

Por exemplo, se o cliente aplicou um limite arbitrário de 100 ao que segue, o fornecedor seria obrigado a agir sobre a característica B, com o NPR de 112.

| Item | Severidade | Ocorrência | Detecção | NPR |
|------|------------|------------|----------|-----|
| A    | 9          | 2          | 5        | 90  |
| B    | 7          | 4          | 4        | 112 |

Neste exemplo, o NPR é maior para a característica B, do que para a característica A. Entretanto, a prioridade deveria ser trabalhar em A, com a maior severidade de 9, embora o seu NPR de 90 seja o menor e esteja abaixo do limite.

Outra preocupação relativa a usar a abordagem do limite consiste em que não existe um valor NPR específico, que requeira ação obrigatória.

Infelizmente, estabelecer tais limites pode promover o comportamento errado, fazendo com que os membros da equipe despendam tempo tentando justificar um menor valor de classificação de ocorrência ou detecção, para reduzir o NPR. Este tipo de comportamento impede o tratamento do problema real, subjacente à causa do modo de falha, e meramente mantém o NPR abaixo do limite. É importante reconhecer que, embora seja desejável determinar risco "aceitável", em um determinado momento chave do programa (por exemplo, lançamento do veículo), isto deveria ser baseado em uma análise de severidade, ocorrência e detecção, e não através da aplicação de limites de NPR.

O uso do índice NPR nas discussões da equipe pode ser uma ferramenta útil. As limitações do uso de NPR precisam ser compreendidas. Entretanto, não é recomendado o uso de limites de NPR para determinação de prioridade de ação

### Ação(ões) Recomendada(s) (k)

Em geral, ações de prevenção (ou seja, redução da ocorrência) são preferíveis a ações de detecção. Um exemplo disto é o uso de verificação à prova de erros do projeto de processo, em vez de verificações da qualidade aleatórias ou inspeção associada.

O objetivo de qualquer ação recomendada é reduzir as classificações, na seguinte ordem: severidade, ocorrência e detecção. Exemplos de abordagens para estas reduções são explicados abaixo:

- *Para reduzir a Classificação de Severidade (S):* Somente uma análise crítica do projeto ou processo pode produzir uma redução na classificação de severidade.

Uma alteração de projeto de produto/processo, em si e por si mesma, não implica em que a severidade será reduzida. Qualquer alteração de projeto de produto/processo deveria ser analisada criticamente pela equipe, para determinar o efeito sobre a funcionalidade do produto e sobre o processo.

Para eficácia e eficiência máximas desta abordagem, as alterações no projeto do produto e do processo deveriam ser implementadas antecipadamente, no processo de desenvolvimento. Por exemplo, se a severidade deveria ser reduzida, a tecnologia do processo precisa ser considerada muito cedo, no desenvolvimento do processo.

- *Para reduzir a Classificação de Ocorrência (O):* Para reduzir a ocorrência, podem ser requeridas revisões de processo e de projeto. Uma redução na classificação da ocorrência pode ser realizada pela remoção ou controle de uma ou mais causas do modo de falha, através de uma análise crítica do projeto do produto ou do processo.

Podem ser implementados estudos para compreender as origens de variação do processo, usando métodos estatísticos.

Estes estudos podem resultar em ações que reduzem a ocorrência. Além disto, o conhecimento adquirido pode auxiliar na identificação de controles adequados, incluindo a realimentação continua de informação para as operações apropriadas, para melhoria contínua e prevenção de problemas.

- **Para reduzir a Classificação de Detecção (D):** O método preferido é o uso de verificação à prova de erros. Um reprojeto da metodologia de detecção pode resultar em uma redução na classificação de detecção. Em alguns casos, pode ser requerida uma alteração de projeto, para uma etapa de processo, para aumentar a probabilidade de detecção (isto é, reduzir a classificação de detecção). Geralmente, aprimorar os controles de detecção requer o conhecimento e a compreensão das causas dominantes da variação do processo e de quaisquer causas especiais. Aumentar a freqüência de inspeção não é usualmente uma ação efetiva e somente deveria ser usado como uma medida temporária, para coletar informação adicional sobre o processo, de forma que possam ser implementadas ações preventivas/corretivas permanentes<sup>12</sup>.

Se a avaliação conduzir à ausência de ações recomendadas, para uma combinação específica de modo de falha/causa/controle, deveria-se indicar isto, entrando "Nenhuma" nesta coluna. Pode ser útil também incluir uma explanação, se for registrado "Nenhuma", especialmente em caso de alta severidade.

Para ações de processo, a avaliação pode incluir, mas não se limita a, uma revisão de:

- Resultados do DOE de processo, ou outros ensaios, quando aplicáveis.
- Fluxograma do processo, plano de chão de fábrica (*floor plan*), instruções de trabalho, ou plano de manutenção preventiva, modificados.
- Revisão de equipamentos, dispositivos de fixação ou especificações de maquinário.
- Dispositivo sensor/detector novo ou modificado.

A Tabela IV.5, abaixo, fornece um exemplo da aplicação de causas (Coluna f), controles (Coluna h) e ações recomendadas (Coluna k).

### **Responsabilidade e Data de Conclusão Pretendida (l)**

Entrar o nome da pessoa e organização responsáveis por completar cada ação recomendada, incluindo a data de conclusão pretendida. O engenheiro/chefe de equipe responsável por processo é o responsável por assegurar que todas as ações recomendadas tenham sido implementadas ou adequadamente tratadas.

<sup>12</sup> Ver Chrysler, Ford, GM; *Manual CEP*, AIAG.

**Resultados de Ações (*m-n*)**

Esta seção identifica os resultados de quaisquer ações concluídas e seu efeito nas classificações S, O, D e no NPR.

**Ação(ões) Executada(s) e Data de Conclusão (*m*)**

Após a ação haver sido implementada, entrar uma breve descrição da ação executada e a data real de conclusão.

**Severidade, Ocorrência, Detecção e NPR (*n*)**

Após a ação preventiva/corretiva haver sido concluída, determinar e registrar as resultantes classificações de severidade, ocorrência e detecção.

Calcular e registrar o resultante indicador de prioridade (risco) da ação (por exemplo, NPR).

Todas as classificações atualizadas deveriam ser revisadas. Ações, somente, não garantem que o problema tenha sido resolvido (isto é, causa tratada). Portanto, deveriam ser completada uma apropriada análise ou teste, como verificação. Se alguma ação adicional for considerada necessária, repetir a análise. O foco deveria sempre estar na melhoria contínua.

## PFMEA - Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial

| Número do Processo        | Função do Processo                                    | Típo de Falha   | Efeito Potencial da Falha                                      | S | S | Controles Atuais do Processo   |           |   | Resposta de Prevenção  | Ação Tomada | S  | O | D |
|---------------------------|---|---|--|---|---|--|-----------|---|--|-------------|----|---|---|
|                           |   |   |  |   |   | Detecção   | Prevenção | Defeito   |  |             |    |   |   |
| IND 2                     | Garantir as características práticas da matéria prima | Cabo de Aionamento  | Não atendimento à especificação do cliente                     | 8 | 8 | Possível falha no sistema de fornecimento da matéria prima com substituições restritas.                        | 2         | Verificação do material de substituição do NAFP | Melhoramento / inserção de restando de verificação de fornecedores (IT-8424).  | 1           | 18 |   |   |
| Inspecção da Revestimento | Inspecção da Revestimento                             | Cabo de Aionamento  | O excesso/tira do revestimento                                 | 6 | 6 | Possível falha no sistema do fornecedor  | 2         |   | Melhoramento / inserção de verificação de fornecedores (IT-8424).  | 1           | 80 |   |   |
| Inspecção da Revestimento | Inspecção da Revestimento                             | Carga de revestimento tira do revestimento  | Cabo desvira ou fura o revestimento                            | 6 | 6 | Possível falha no sistema do fornecedor  | 2         |   | Melhoramento de Treinamento / inserção de verificação de fornecedores (IT-8424).   | 1           | 80 |   |   |
| Inspecção da Revestimento | Inspecção da Revestimento                             | Visual / teste de carregamento, envio, etc.   | Transtorno superficial tira do revestimento ou desvira o mesmo | 6 | 6 | Possibilidade de mau funcionamento do cabo devido a curvatura da corrente                                      | 2         | Possível falha no sistema do fornecedor         | Analisa Química de estabilidade da corrente de arco / Certificado do fornecedor e identificação conforme IT-7152 e ameaças conforme IT-8424. | 1           | 80 |   |   |
| Inspecção da Revestimento | Inspecção da Revestimento                             | Matéria prima / cabos   | Comprimento ambiente da função                                 | 6 | 6 | Possibilidade de mau funcionamento do cabo.  | 2         | Possível falha no sistema do fornecedor         | Visual / inserção de verificação de fornecedores (IT-8424).  | 1           | 80 |   |   |
| Inspecção da Revestimento | Inspecção da Revestimento                             | Matéria prima / cabos   | Conforme e dentro tira do revestimento                         | 6 | 6 | No caso de incêndio no revestimento  | 2         |   | Teste de flama/combustível / visual identificação conforme IT-7152 e ameaças conforme IT-8424.   | 1           | 80 |   |   |
| Inspecção da Revestimento | Inspecção da Revestimento                             | Matéria prima / POM e Plástico (IT-9132 / IT-9133 / IT-9134) / ABS e outros materiais especiais | Material com velocidade de transição menor que 100mm/min.      | 9 | 9 | Possibilidade da matéria prima do componente com polimero amarelo ser azul e branca quando é exposta ao calor. | 2         |   | Revestimento somente na cor amarela do POM (que é a cor da maioria das peças).   | 1           | 18 |   |   |





# **CEP 2<sup>a</sup> edição**

**(Controle Estatístico do Processo)**

# *Controle Estatístico do Processo*

**CEP**

Segunda Edição



## 1 - INTRODUÇÃO

O Controle estatístico do processo (CEP) é uma ferramenta que tem por finalidade desenvolver e aplicar métodos estatísticos como parte de nossa estratégia para prevenção de defeitos, melhoria da qualidade de produtos e serviços e redução de custos. A seguir apresentamos alguns conceitos e definições importantes para o melhor entendimento do conteúdo desse módulo.

### **Processo:**

É a combinação de máquinas, métodos, material e mão-de-obra envolvidos na produção de um determinado produto ou serviço.

### **Controle:**

É o conjunto de decisões que tem por objetivo a satisfação de determinados padrões ou especificações por parte dos produtos focados no cliente.

### **O CEP estabelece:**

1. Informação permanente sobre o comportamento do processo;
2. Utilização da informação para detectar e caracterizar as causas que geram instabilidade no processo;
3. Indicação de ações para corrigir e prevenir as causas de instabilidade;
4. Informações para melhoria contínua do processo.

## **Sistema de controle do processo**

Quatro elementos destes sistemas são importantes para as discussões a seguir.

### **1. O Processo**

Entendemos como processo a combinação de fornecedores, produtores, pessoas, equipamentos, materiais de entrada, métodos e meio ambiente que trabalham juntos para produzir o resultado (produto), e os clientes correspondem aos elementos que utilizam o resultado (ver Figura 1.1).

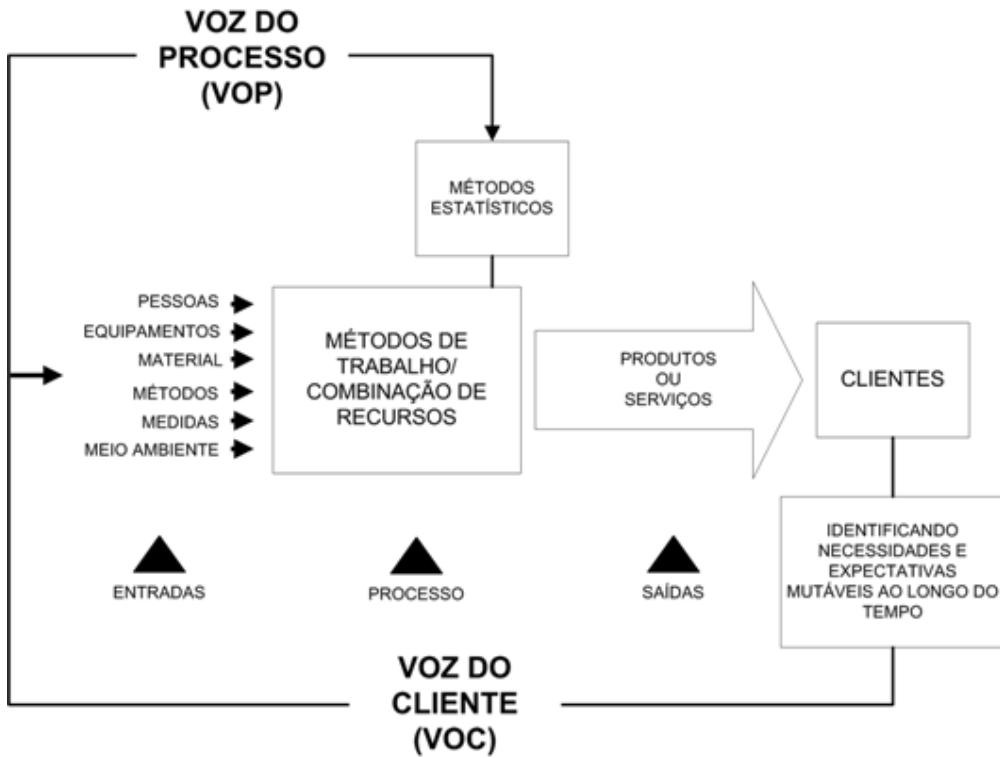


Figura 1.1: Sistema de controle do processo.

## 2. Informações sobre o desempenho

Muita informação sobre o real desempenho do processo pode ser aprendida através de estudo do resultado (saída) do processo. A informação mais útil sobre o desempenho de um processo vem, entretanto, da compreensão do processo em si, e de sua variabilidade interna. Características do processo (como temperaturas, tempo de ciclos, taxas de alimentação, taxas de absenteísmo, rotatividade de pessoas, atrasos, ou número de interrupções) deveria ser o alvo supremo de nossos reforços.

## 3. Ações sobre o processo

Uma ação sobre o processo é geralmente mais econômica quando realizada para prevenir que as características importantes (do processo ou do produto) variem muito em relação aos seus valores-alvo. Tal ação pode consistir em:

- Mudanças nas operações
- Treinamento para os operadores;
- Mudanças nos materiais que entram;
- Mudanças nos elementos mais básicos do processo
- Equipamento;
- A comunicação entre as pessoas;

- o O projeto do processo como um todo - que pode estar vulnerável às mudanças de temperatura ou umidade.  
Os efeitos das ações deveriam ser monitorados para que uma análise e ação posterior pudessem ser tomadas, se necessária.

## 4. Ações sobre o resultado

Uma ação sobre o resultado é frequentemente menos econômica quando se restringe a **detecção e correção** do produto fora da especificação, não indicando o fato gerador do problema no processo. Infelizmente, se o resultado atual não atinge consistentemente os requisitos exigidos pelo cliente, pode ser necessário classificar todos os produtos e refugar ou retrabalhar quaisquer itens não conformes. Esta atitude deve ser mantida até que a ação corretiva necessária sobre o processo tenha sido tomada e verificada, ou até que as especificações do produto tenham sido alteradas. Na sequência, apresentamos as definições básicas do controle estatístico do processo.

### Definições

**Variabilidade:** É o conjunto de diferenças nas variáveis (diâmetros, pesos, densidades, etc.) ou atributos (cor, defeitos, etc.) presentes universalmente nos produtos e serviços resultantes de qualquer atividade. Podemos classificá-las em comuns ou aleatórias e especiais ou assinaláveis.

Tabela 1.1: Definições de causas comuns e especiais.

|           | Comuns   | Especiais  |
|-----------|--|--|
| Definição | Efeito acumulativo de causas não controláveis, com pouca influência individualmente. | Falhas ocasionais que ocorrem durante o processo, com grande influência individualmente.                                 |
| Exemplos  | Vibrações, temperatura, umidade, falhas na sistemática do processo, dentre outras.   | Variações na matéria-prima, erros de operação, imprecisão no ajuste da máquina, desgastes de ferramentas, dentre outras. |

**Variabilidade do processo:** Um processo está sob controle estatístico (estável) quando não existem causas especiais. O fato de um processo estar sob controle estatístico não implica que o mesmo está produzindo dentro de um nível de qualidade aceitável. O nível de qualidade de um processo é estudado via uma técnica denominada análise de capacidade/performance.

O objetivo é desenvolver uma estratégia de controle para o processo que nos permite separar eventos relacionados a causas especiais de eventos relacionados a causas comuns (falhas na sistemática do processo). Desta

forma, para um dado processo, um gráfico de controle pode indicar a ocorrência de causas especiais de variação.

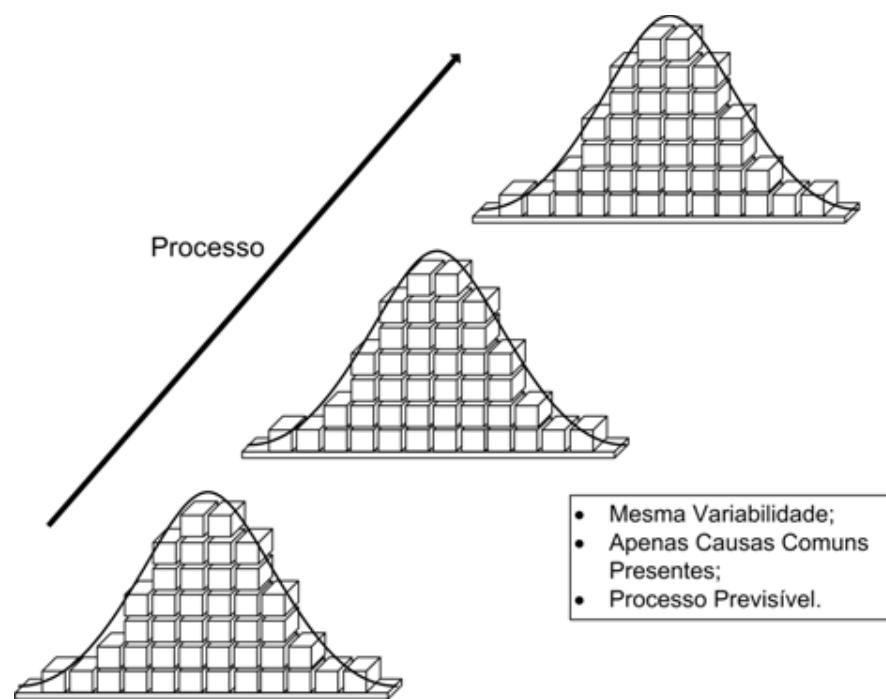


Figura 1.2: Processo previsível.

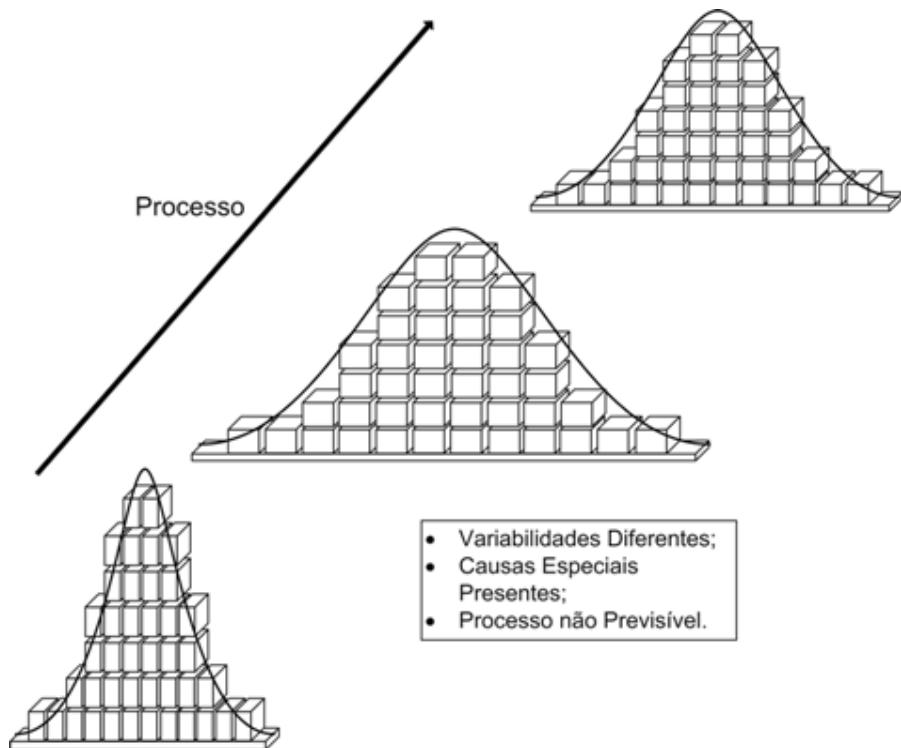


Figura 1.3: Processo não previsível.

## Ações locais e ações gerenciais sobre o sistema

Há uma importante relação entre os dois tipos de variação que acabamos de discutir e os tipos de ações necessárias para reduzi-las, sendo:

**Causa especial:** requer uma ação local.

**Causa comum:** geralmente requer uma ação sobre o sistema ou ação gerencial.

Pode ser errado, por exemplo, tomar uma ação local (ex. ajuste de uma máquina) quando uma ação gerencial sobre o sistema é necessária (ex. seleção de fornecedores que entreguem materiais de entrada compatíveis ao sistema). Entretanto, o trabalho em conjunto entre gerência e aquelas pessoas ligado diretamente à operação é essencial para uma redução significativa das causas comuns de variação do processo.

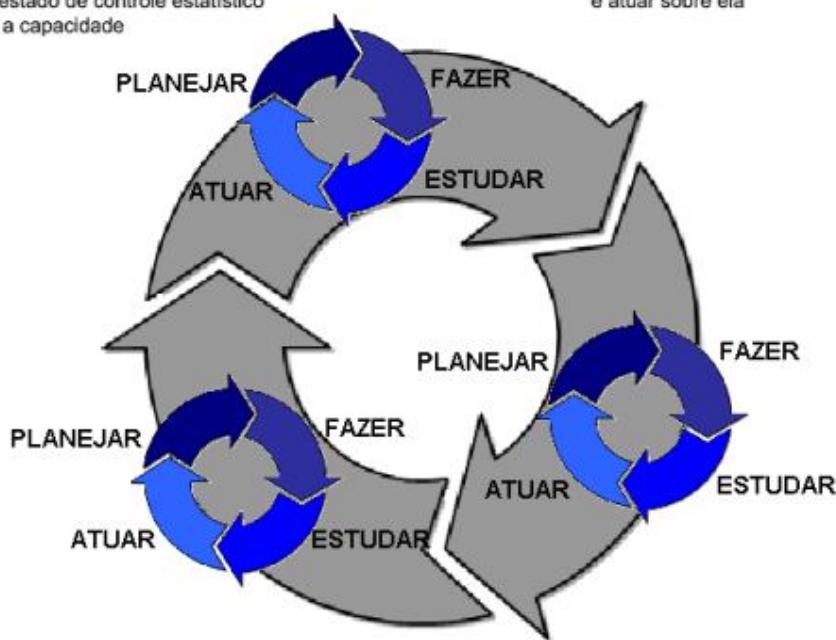
## O ciclo de melhoria e o controle do processo

### 1. ANALISAR O PROCESSO

- O que o processo deveria estar fazendo?
- O que pode estar errado?
- O que o processo está fazendo?
- Alcançar o estado de controle estatístico
- Determinar a capacidade

### 2. MANTER O PROCESSO

- Acompanhar o desempenho do processo
- Detectar variação devido a causa especial e atuar sobre ela



### 3. MELHORAR O PROCESSO

- Mudar o processo para entender melhor a variação de causa comum
- Reduzir a variação de causa comum

Figura 1.4: O ciclo de melhoria e o controle do processo.

## **1. Analisar o processo**

Dentre as perguntas a serem respondidas a fim de alcançar um melhor conhecimento do processo, estão:

- O que o processo deveria estar fazendo?
- O que está sendo esperado de cada estágio do processo?
- Quais são as definições operacionais das saídas em potencial?
- O que pode estar errado?
- O que pode variar neste processo?
- O que já sabemos a respeito da variabilidade deste processo?
- Que parâmetros são mais sensíveis à variação?
- O que o processo está fazendo?
- Este processo está gerando refugo ou resultados que requeiram retrabalhos?
- Este processo produz um resultado que esteja num estado de controle estatístico?
- O processo é capaz?
- O processo é confiável?

Muitas técnicas discutidas de desenvolvimento de processos podem ser aplicadas para garantir um melhor entendimento do processo. Estas atividades incluem:

- Reuniões em grupo
- Consulta a pessoas que desenvolveram e operam o processo
- Revisão da história do processo
- Construção de uma planilha de FMEA

As cartas de controle desenvolvidas neste módulo são ferramentas poderosas que devem ser usadas durante todos os ciclos de melhoria do processo. Esses métodos estatísticos simples ajudam a distinguir as causas comuns e as causas especiais de variação do processo. Quando um estado de controle do processo é alcançado o nível atual da capacidade do processo pode ser avaliado.

## **2. Manter o controle do processo**

Uma vez adquirida uma compreensão melhor do processo, devemos mantê-lo dentro de um nível apropriado de capacidade. Processos são dinâmicos e podem mudar logo o desempenho do processo deve ser monitorado, para que medidas eficazes de prevenção contra mudanças indesejáveis possam ser executadas.

A mudança desejável deve também ser entendida e institucionalizada. Quando sinalizado que uma mudança no processo ocorreu, medidas rápidas e eficientes devem ser tomadas para isolar as causas e agir sobre elas.

## **3. Aperfeiçoar o processo**

A melhoria do processo através da redução de variação, especificamente envolve a introdução (proposital) de mudanças dentro do processo, e a avaliação dos efeitos causados. O objetivo é uma melhor compreensão do processo, para que as causas comuns de variação possam ser reduzidas posteriormente. A intenção desta redução é a melhoria da qualidade ao menor custo.

Assim que novos parâmetros do processo tenham sido determinados, o ciclo volta ao estágio de Analisar o Processo. Uma vez que alterações foram introduzidas, a estabilidade do processo precisa ser reconfirmada. O processo continua então a se mover em torno do Ciclo de melhoria do processo.

## **TIPOS DE CONTROLE**

### **DETECÇÃO:**

É a constatação de um acontecimento após o fato ocorrido, com isso o controle torna-se:

- uma ação antieconômica;
- dispendioso;
- um desperdício.

### **PREVENÇÃO:**

É a constatação prévia de um acontecimento antes que o fato ocorra. Constatções como:

- Observar falhas;
- Fazer ajustes e correções;
- Eliminar defeitos

## **CONCEITOS DO CEP:**

**AMOSTRA** ⇒ É o conjunto de todos os elementos (itens) extraídos de um processo qualquer de maneira aleatória.

Exemplo: Conjunto de porcas retiradas de um lote

**MÉDIA** ⇒ É a soma dos valores dos elementos dividida pela quantidade dos elementos somados.

Exemplo:      a)  $2 + 3 + 1 \div 3 = 2$

**MEDIANA** ⇒ É o valor central entre as medidas, quando o número de elementos for ímpar e estes estiverem de forma ordenada.

Exemplo:      a ) 2 ; 3 ; 1      =      3

**AMPLITUDE** ⇒ Chamamos de amplitude a diferença entre o maior e o menor valor da amostra.

|          |                 |                 |
|----------|-----------------|-----------------|
| Exemplo: | a ) 14,66       | b ) 13,49 menor |
|          | 18,26 maior     | 18,21 maior     |
|          | 17,58           | 15,13           |
|          | 13,47 menor     | 16,52           |
|          | 16,49           | 17,36           |
|          | <b>R = 4,79</b> | <b>R = 4,72</b> |

**LIMITES DE CONTROLE** ⇒ Os limites de **controle** são obtidos a partir dos dados coletados no processo através das cartas de controle.

**LIMITES DE ESPECIFICAÇÃO** ⇒ Os limites de **especificação** são tolerâncias contidas em desenho e são solicitadas pelo **cliente**.

## CARTAS DE CONTROLE

## **DEFINIÇÃO:**

São cartas onde são lançados os dados de um processo medidos em intervalos de tempo pré-determinados. A estes intervalos de tempo damos o nome de frequência.

**Exemplo:** Medir uma peça a cada hora

Através dos dados lançados nas cartas de controle podemos analisar se um determinado processo está sob controle ou fora de controle. As cartas de controle nos mostram as variações ocorridas durante o processo, permitindo-nos analisar se estas variações têm origem de causas comuns ou causas especiais. As Cartas de Controle se dividem em dois tipos: **variáveis e atributos.**

**CAUSAS COMUNS** ⇒ São aquelas que pertencem ao sistema produtivo e são de responsabilidade gerencial.

**Exemplo:** Má iluminação, material inadequado (fornecido incorretamente), equipamento obsoleto (ultrapassado) ou mal posicionado no setor de trabalho, falta de treinamento, etc..

**CAUSAS ESPECIAIS** ⇒ São aquelas que existem no processo produtivo e se apresentam de maneiras causais, accidentais e eventuais de forma repentina e são de responsabilidade do operador.

**Exemplo:**

- Quebra ou desgaste de ferramenta
- Mistura de matéria prima (matéria-prima errada)
- Máquina desregulada

## **TIPOS DE CARTAS DE CONTROLE**

As cartas de controle se dividem em dois tipos:

- Variáveis
- Atributos

## CARTA DE CONTROLE POR VARIÁVEIS:

Aplicados quando a informação ou característica controlada se relaciona com leitura (medidas, números).

As cartas de controle por variáveis se dividem em:

- Média e Amplitude
- Mediana e Amplitude
- Individual e Amplitude

**Exemplo:** - Diâmetro do cabo interno

- Comprimento de corte da capa, etc.

## CARTA DE CONTROLE POR ATRIBUTO

Aplicadas quando as informações ou características controladas não estão relacionadas às leituras (calibradores, aspectos visuais, etc).

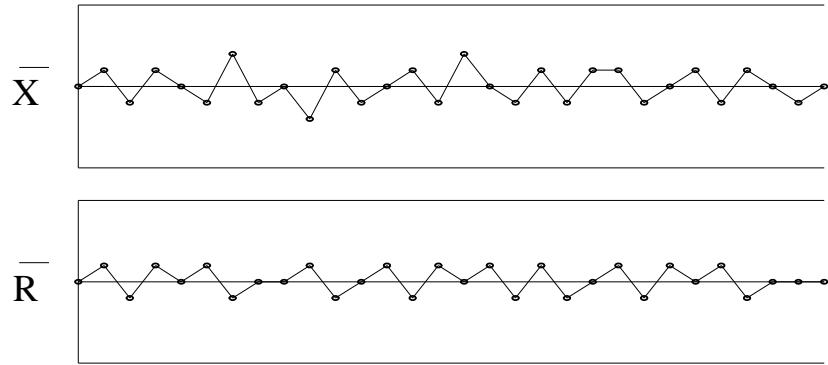
**Exemplo:** - Rebarbas na peça

- Cor das peças

## ANÁLISE DE CARTAS DE CONTROLE

### • Processo sob controle

Seu processo está sob controle quando todos os pontos estiverem em torno da linha média e não houver ocorrência de causas especiais.

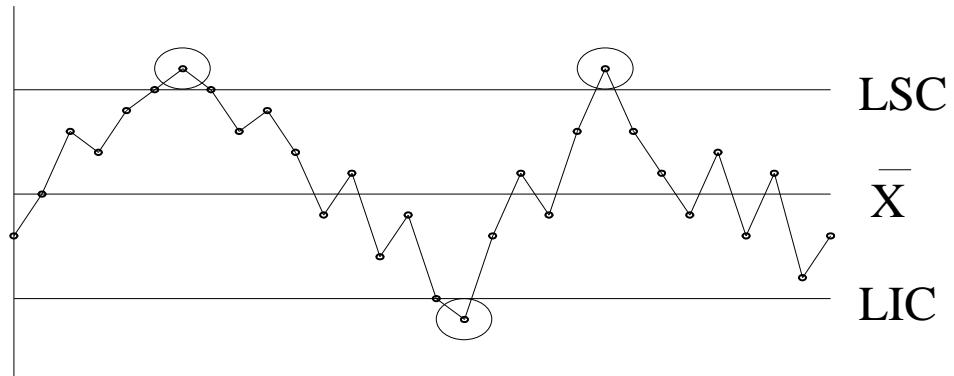


### **TIPOS DE NÃO ALEATORIEDADE (Distribuição não conforme dos pontos no gráfico)**

- Processo fora de controle**

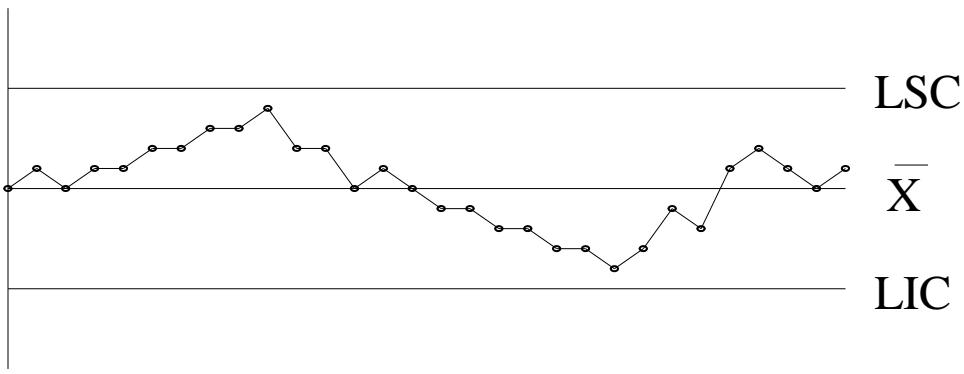
A ) Pontos fora dos limites de controle:

Seu processo está fora de controle, correções devem ser providenciadas para que o processo se normalize e **as causas especiais** sejam identificadas.



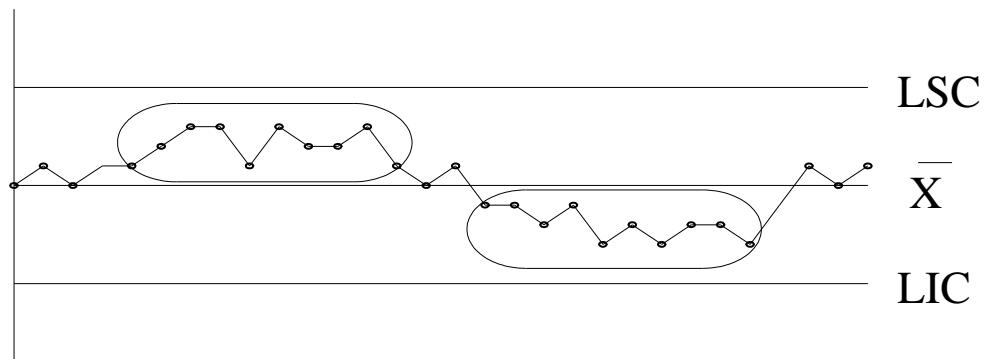
B ) Sete pontos consecutivos com tendência a sair fora dos limites de controle:

Seu processo apresenta uma sequências de sete pontos consecutivos crescentes ou decrescentes, o processo está com tendência a sair fora de controle. Neste instante você não sabe o que vai acontecer nos próximos pontos, não espere para ver, intervenha no processo e descubra a causa desta tendência.



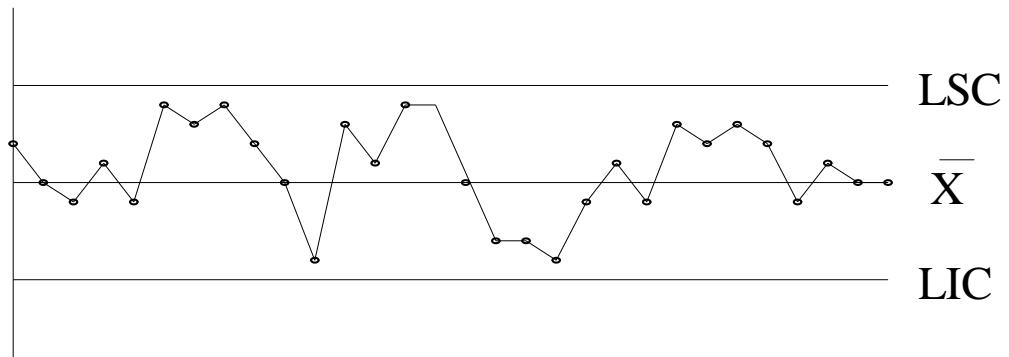
C ) Sete pontos consecutivos acima ou abaixo da média :

Seu processo apresenta sete pontos consecutivos acima ou abaixo da linha média, é necessária uma verificação, pois alguma coisa mudou. O processo não se altera sem que haja uma causa. Também neste caso você não deve deixar que isto permaneça, intervenha no processo e descubra a devida causa.



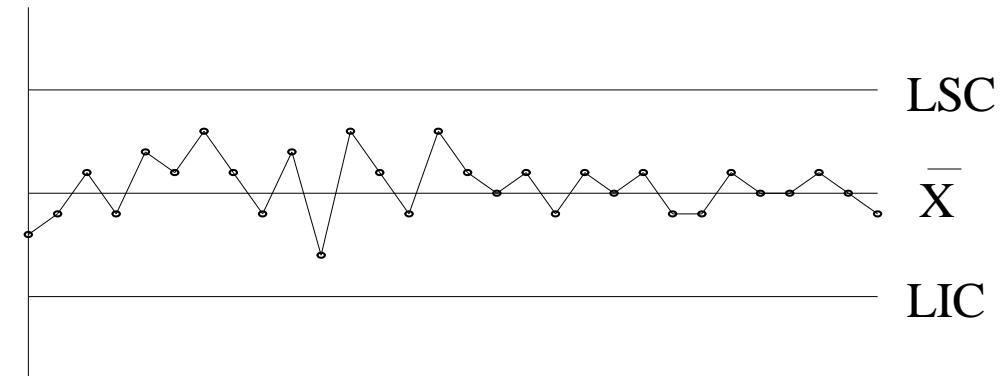
D ) Mudança brusca dos pontos na carta de controle :

Seu processo apresenta mudanças bruscas nos pontos, correções devem ser efetuadas para que o processo volte a ficar sob controle e as causas especiais devem ser identificadas e devidamente eliminadas.



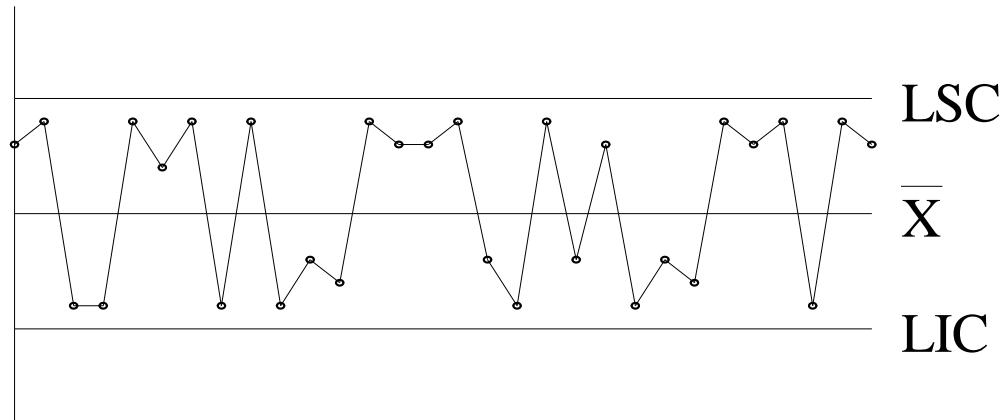
#### E ) Melhoria momentânea do processo :

Seu processo apresentava pontos próximos dos limites de controle. Agora ele fica muito próximo à média, sendo assim, devemos verificar o nosso processo. Os pontos apresentados no gráfico só se alteram se alguma coisa muda no processo, portanto, se o processo melhorou repentinamente, sem que nada fosse feito, verifique porque ele pode piorar novamente, sem que apresente qualquer sinal de aviso antes.



#### F) Pontos formando duas populações:

Seu processo apresenta poucos pontos próximos a linha média, provavelmente está ocorrendo a existência de duas populações. É necessário observar se os dados não são de duas máquinas, dois fornecedores, dois operadores, etc.



## DIÁRIO DE BORDO

### Definição:

O diário de bordo é o documento onde você registra as alterações que você fez ou que ocorreram no processo durante o seu período de trabalho. O diário de bordo é o histórico de sua responsabilidade no seu trabalho, por ser o registro de toda e qualquer modificação, que ocorreu no processo (matéria prima, mão de obra, meio ambiente, equipamentos e métodos).

O preenchimento do diário de bordo tem como finalidade facilitar o descobrimento e entendimento das possíveis causas que surgiram durante o processo de fabricação. Para que possamos preencher de maneira correta o diário de bordo é importante conhecermos a diferença entre o problema, causa e ação corretiva, pois na maioria das vezes em que precisamos preencher o diário estaremos falando sobre estes itens.

**Problema:** É um desvio que está se verificando entre o especificado e o encontrado no processo.

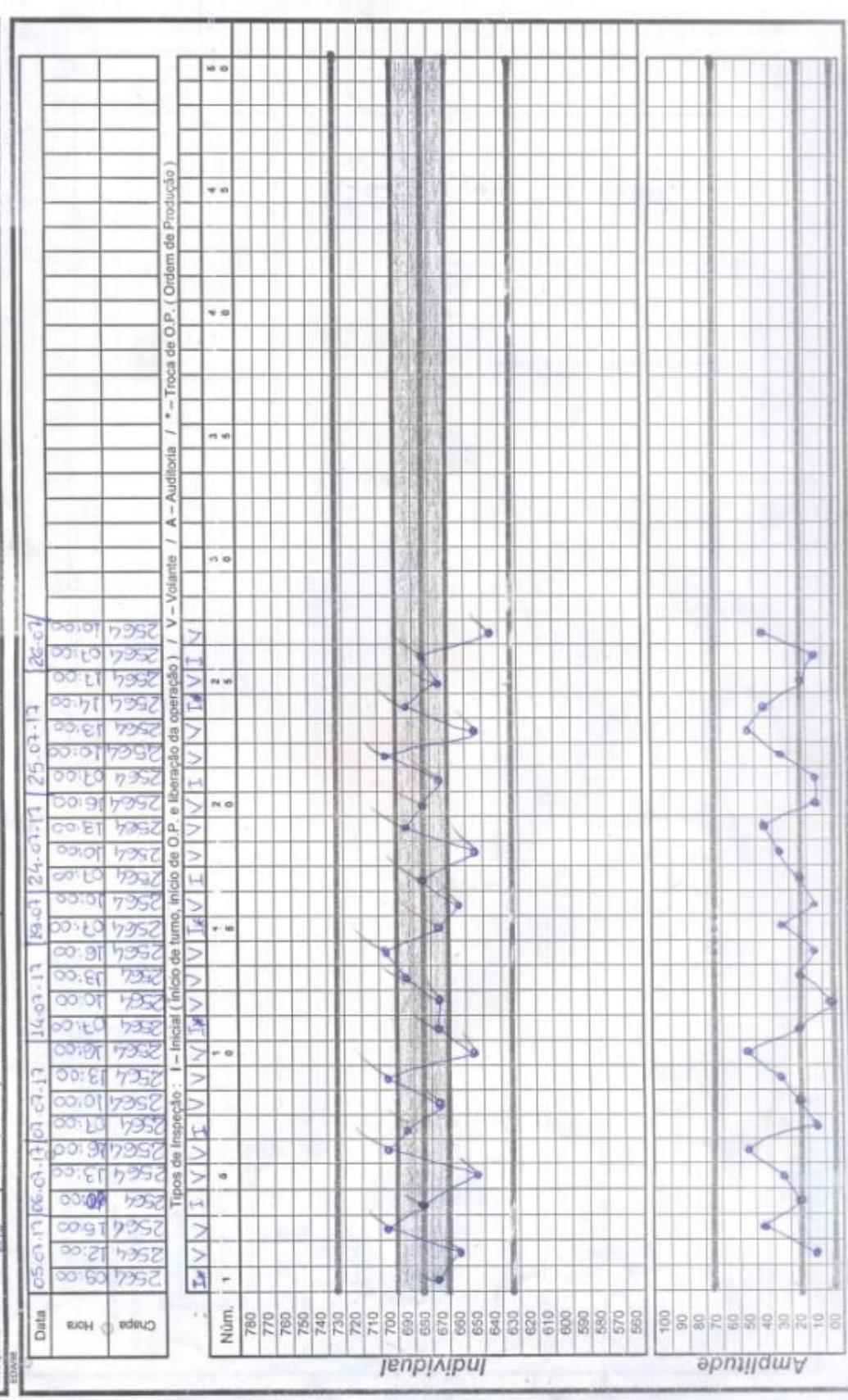
**Causa:** Alguma mudança no processo que altera as condições de funcionamento, gerando com isto um problema.

**Ação corretiva:** É a ação (atitude) que se realiza para se eliminar uma causa, evitando o acontecimento de um problema.



**Carta de Controle Estatístico do Processo por Variável**  
**(1º Lado)**

|            |           |             |                  |                                 |                 |               |                |                   |          |          |
|------------|-----------|-------------|------------------|---------------------------------|-----------------|---------------|----------------|-------------------|----------|----------|
| Ref. Faria | 961-526   | Denominação | Cabo de freio    | Característica                  | Tração Terminal | O.P. nº:      | 1.462454       | 2.462584          | 3.462668 | 4.462853 |
| Máquina :  | IZ n.º 22 | Operação    | Injetar Terminal | Tamanho da amostra / frequência | 024-915         | Espécif. Eng. | 400 kgf mínimo | Série / Setor 135 |          |          |
| Eloree     |           |             |                  |                                 |                 |               |                |                   |          |          |

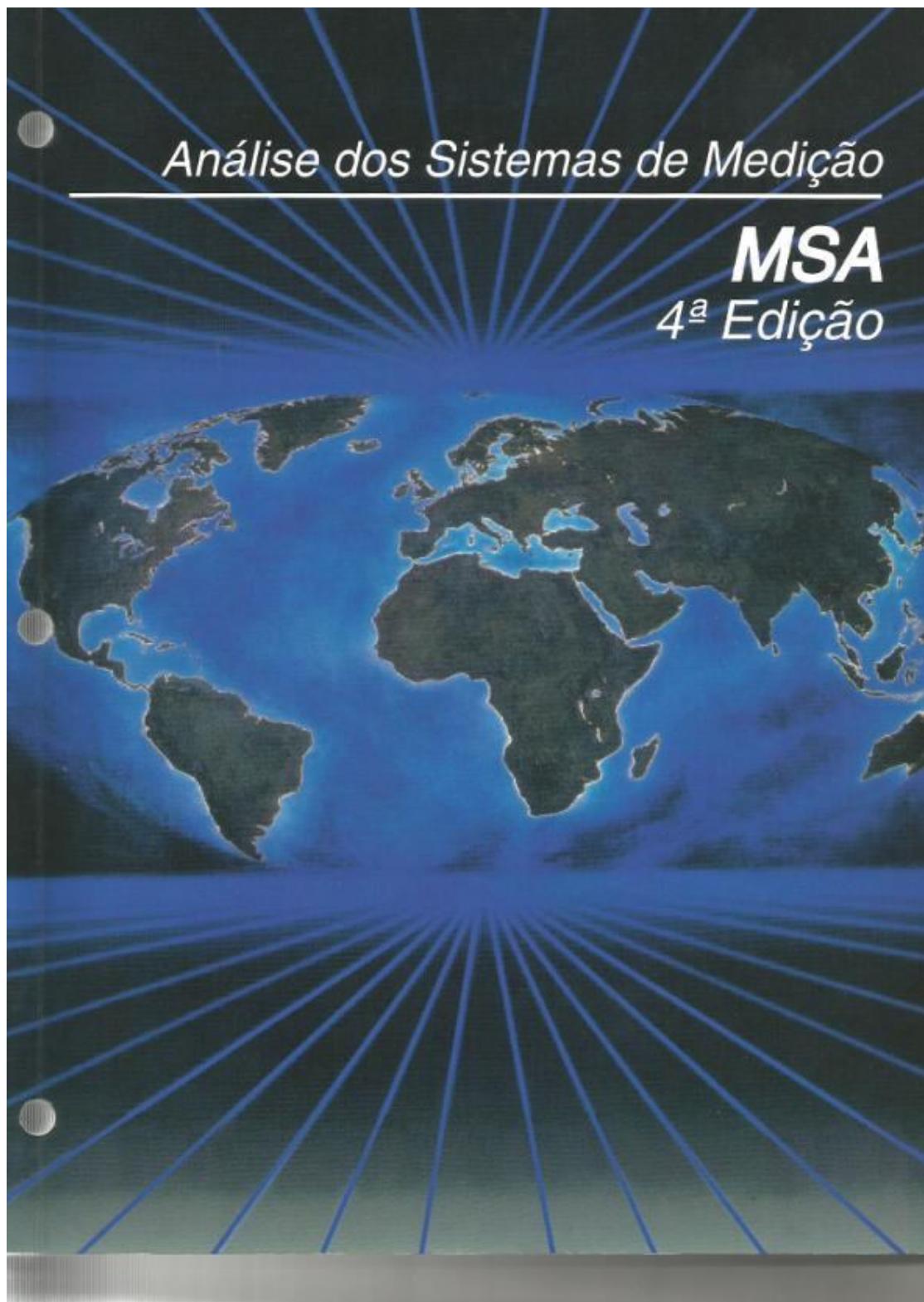






# **MSA 4<sup>a</sup> edição**

**(Análise dos Sistemas de Medição)**



Embora as causas específicas dependam da situação, algumas fontes de variação típicas podem ser identificadas. Existem vários métodos de apresentação e categorização dessas fontes de variação, tais como diagrama de causa e efeito, diagrama da árvore de falhas, etc., mas as diretrizes apresentadas aqui focam sobre os principais elementos de um sistema de medição.

|   |                       |
|---|-----------------------|
| S | Padrão                |
| W | Peça                  |
| I | Instrumento           |
| P | Pessoa / Procedimento |
| E | Ambiente              |



O acrônimo SWIPE<sup>7</sup> é utilizado para representar os seis elementos essenciais de um sistema de medição genérico para garantir a realização dos objetivos requeridos. S.W.I.P.E significa Padrão, Peça, Instrumento, Pessoas / Procedimento e Ambiente de trabalho. Isso pode ser considerado como um modelo de erro para sistema<sup>8</sup> de medição completo.

Fatores que afetam estas seis áreas precisam ser compreendidos assim, eles poderão ser controlados ou eliminados

A figura I-B 1 mostra um diagrama de causa e efeito contendo algumas fontes potenciais de variação. Desde que as fontes de variação reais afetem um sistema de medição específico, elas serão únicas daquele sistema, esta figura é apresentada como uma ideia inicial para o desenvolvimento das fontes de variação de um sistema de medição.

Capítulo I - Seção B  
O Processo de Medição

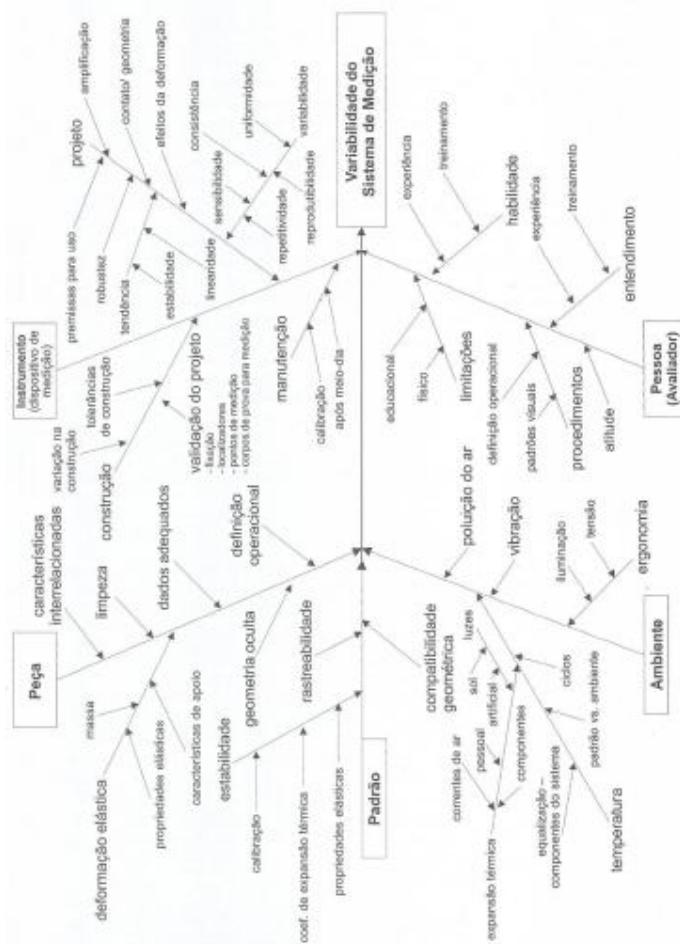


Figura I-B 2: Variabilidade do Sistema de Medição – Diagrama de Causa e Efeito

## ESTUDO DE ESTALIDADE

### PLANEJAMENTO

- Este estudo deve ser feito com todos os sistemas de sistema de medição;
- Sua frequência deve ser ligada à frequência de calibração do sistema, devendo ser preferencialmente a cada 2 anos conforme programação da Metrologia.
- Obter uma peça padrão e estabelecer seu valor de referência contra um equipamento padrão rastreável usado no sistema de medição preferencialmente de capacidade superior ou equivalente;

**Nota:** Selecionar peças padrão da produção que se situe no meio do intervalo das medições feitas na produção e usa-la como padrão.

### - EXECUÇÃO

- Medir a peça-padrão diariamente de 03 (três) 05 (cinco) vezes;
- O tamanho da amostra deve ser determinado com base no conhecimento do sistema de medição preferencialmente 5 (cinco) medições preenchendo os 25 itens da carta.
- Estabilidade de sistemas complexos, máquina de tração utilizar peças homogêneas do processo, ou seja, componentes do mesmo lote, mesmo operador e mesma regulagem de prensas etc.
- Proceder da seguinte forma: após coletar as amostras de forma que obtenha dois grupos de peças sendo o primeiro estudo realizado em curto prazo, ou seja, no mesmo dia e o segundo grupo em longo prazo realizando uma medição por dia até preencher a carta e comparar os resultados da primeira carta curto prazo com carta de longo prazo, sendo que os resultados devem permanecer dentro dos limites de controle da carta de curto prazo.
- Para dispositivo de teste de tração 100 % será utilizada Célula de carga padrão para comparação dos dispositivos que não possui registro para pico máximo de leituras.
- Fica definido que o levantamento de dados para estudo de estabilidade será preferencialmente feito para todos os instrumentos, sendo a coleta de dados realizada de forma diária.
- Ao longo de todo o estudo, as leituras devem ser tomadas em diferentes momentos do dia para representarem quando o sistema de medição está realmente sendo usado;
- Dentro de um mesmo dia as medidas devem ser feitas todas no mesmo momento (horário), para permitir que as mudanças de comportamento do sistema ao longo do dia também possam ser observadas;
- Proceder da seguinte forma: após coletar as amostras de forma que obtenha dois grupos de peças sendo o primeiro estudo realizado em curto prazo, ou seja, no mesmo dia e o segundo grupo em longo prazo realizando uma medição por dia até preencher a carta e comparar os resultados da primeira carta curto prazo com carta de longo prazo, sendo que os resultados devem permanecer dentro dos limites de controle da carta de curto prazo.
- Na seleção das técnicas utilizáveis devem ser consideradas as seguintes condições:
- A variação do equipamento é representativa ao longo do tempo.

- A realização desse estudo é condição necessária para a realização de outros estudos;

### **9.1.3 – CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO**

Após a coleta de 20 ou mais subgrupos racionais construir o gráfico  $\bar{X}$  e R, verificar se processo é estável, ou seja, não apresenta sinais de instabilidade, ou seja, causas especiais de variação tais como.

- Pontos fora dos limites de controle
- Sete ou mais pontos consecutivos acima ou abaixo da linha da média
- Sete pontos consecutivos crescentes ou decrescentes
- Caso os gráficos  $\bar{X}$  e R estejam fora dos controles fazer uma análise das causas para tomadas de ações corretivas.
- Repetir o estudo de medição após ações corretivas.
- Abaixo exemplos de Análise de Estabilidade, gráfico das médias e amplitudes.

| Data       | Horário | Medidas |       |       |
|------------|---------|---------|-------|-------|
|            |         | 1       | 2     | 3     |
| 6/8/2001   | 09:15   | 4,202   | 4,201 | 4,202 |
| 13/8/2001  | 16:35   | 4,201   | 4,202 | 4,203 |
| 20/8/2001  | 14:13   | 4,199   | 4,198 | 4,200 |
| 27/8/2001  | 09:40   | 4,200   | 4,201 | 4,201 |
| 4/9/2001   | 15:28   | 4,200   | 4,201 | 4,200 |
| 11/9/2001  | 10:39   | 4,202   | 4,201 | 4,200 |
| 19/9/2001  | 15:10   | 4,200   | 4,201 | 4,200 |
| 25/9/2001  | 09:25   | 4,200   | 4,199 | 4,199 |
| 1/10/2001  | 15:40   | 4,198   | 4,199 | 4,199 |
| 8/10/2001  | 09:25   | 4,200   | 4,202 | 4,200 |
| 16/10/2001 | 16:10   | 4,202   | 4,203 | 4,203 |
| 24/10/2001 | 10:05   | 4,201   | 4,202 | 4,201 |
| 1/11/2001  | 13:40   | 4,199   | 4,199 | 4,198 |
| 8/11/2001  | 14:55   | 4,200   | 4,200 | 4,201 |
| 14/11/2001 | 11:00   | 4,199   | 4,198 | 4,199 |
| 22/11/2001 | 15:50   | 4,200   | 4,199 | 4,200 |
| 29/11/2001 | 09:42   | 4,201   | 4,201 | 4,200 |
| 7/12/2001  | 08:20   | 4,199   | 4,200 | 4,199 |
| 12/12/2001 | 15:30   | 4,200   | 4,201 | 4,199 |
| 20/12/2001 | 11:05   | 4,199   | 4,199 | 4,200 |
| 28/12/2001 | 15:30   | 4,201   | 4,200 | 4,199 |
| 4/1/2002   | 16:00   | 4,200   | 4,200 | 4,202 |
| 10/1/2002  | 15:15   | 4,203   | 4,204 | 4,203 |
| 15/1/2002  | 16:00   | 4,204   | 4,203 | 4,203 |

## ANÁLISE DE VARIÁVEIS DO CEP

### DADOS DO PROCESSO

#### Gráfico X-Barra

##### Limites

Límite Superior: 4,201807

Linha de centro 4,200486

Límite Inferior: 4,199165

#### Gráfico de amplitude

##### Limites

Límite Superior: 0,003325

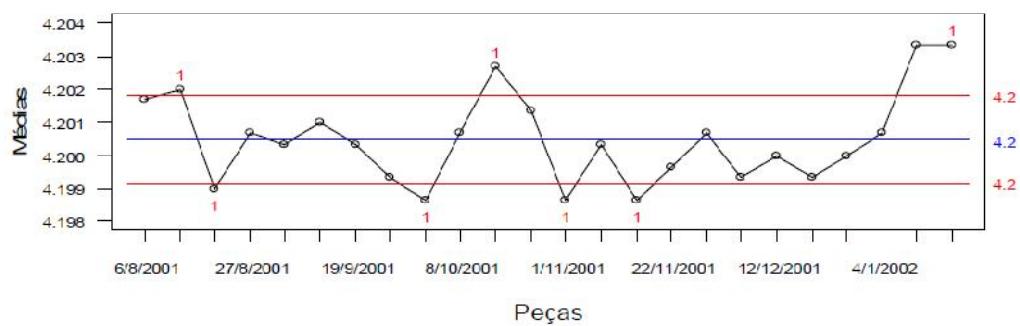
Linha de centro 0,001292

Límite Inferior: 0

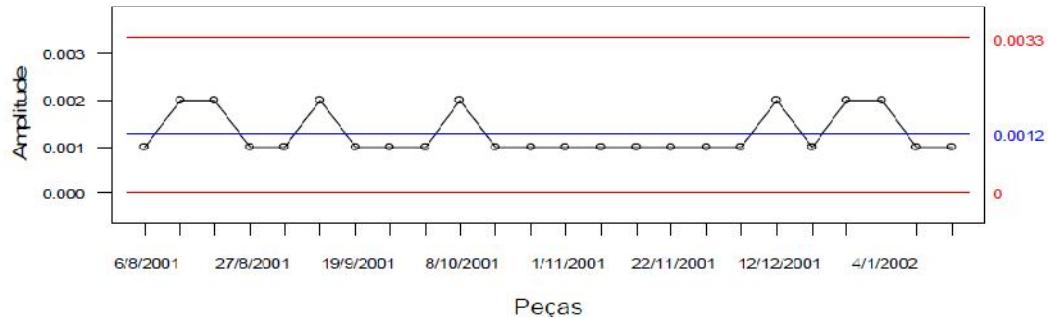
### Conclusão

houve problemas de estabilidade tendo em vista pontos fora dos limites de controle  
eliminar causas especiais Ex: método / treinamento / geometria da peça

#### Gráfico X-Barra



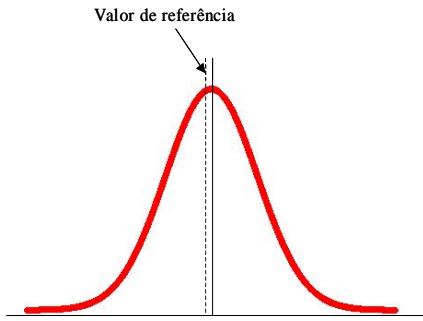
#### Gráfico de amplitude



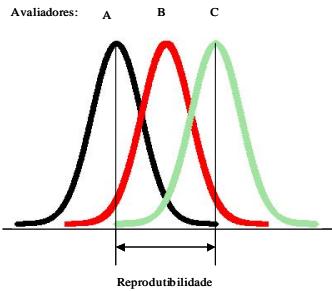
## R&R – REPETITIVIDADE E REPRODUTIBILIDADE

### - DEFINIÇÕES

**REPETITIVIDADE:** Repetitividade é a variação nas medidas obtidas com *um dispositivo de medição* quando usado várias vezes por *um operador* medindo *a mesma característica na mesma peça*.



**REPRODUTIBILIDADE:** Reprodutibilidade é a variação na média das medidas feitas por diferentes operadores utilizando o *mesmo dispositivo* de medição medindo características idênticas nas *mesmas peças*.



### - TIPOS DE ANALISE

Relatório de Repetitividade e Reprodutibilidade, % GRR variação da peça, % GRR tolerância, ndc variação da peça, e a análise gráfica.

### - PLANEJAMENTO

- Baseado no cronograma de realização do estudo deve-se obter uma amostra de 10 peças que represente a amplitude existente ou esperada de variação de processo da característica a ser mensurada;
- O número de operadores, tamanho da amostra e o número de leituras repetidas deverá ser determinado previamente, após análise de fatores como: criticidade da característica, disponibilidade de mão-de-obra, configuração de peça, custo, etc.; adotamos 3 operadores, 10 amostras e 3 repetições.
- Os operadores escolhidos para realização das medições devem ser dentre aqueles que normalmente operam o dispositivo de medição;

- As peças devem ser identificadas entre si (de modo que os operadores não percebam) e com a região a ser medida também identificada, evitando assim que a variação de dimensão em questão, dentro de cada peça (erro de forma), venha a interferir os resultados da análise. A peça a ser medida deve estar de acordo com o desenho;
- O dispositivo de medição deve ter uma resolução que permite a leitura direta de no mínimo um décimo da tolerância de fabricação;
- Deve-se ter certeza que o método de medição (operador + dispositivo de medição) esteja medindo a dimensão da característica e está seguindo o procedimento correto de medição para isto é necessário um conhecimento prévio do procedimento de inspeção da característica;
- O dispositivo de medição deve estar em condições normais de uso, não deve ser especialmente preparado para realização do estudo;
- Poderão ser reparados danos no mesmo, mas deve-se ter em mente que a análise deve ser efetuada em condições exatamente iguais às condições em que é utilizado no dia a dia do processo em questão.
- O estudo de R&R restringe seus resultados à família de equipamentos, não podendo ser estendidas a outros sistemas similares. Esta divisão por família é realizada com base no tipo de equipamento, tipo de medição realizada, família de produtos e local de utilização preferencialmente o de maior criticidade.
- Para Estudos Complexos de R&R de máquina de tração utilizar peças homogêneas do processo, ou seja, componentes do mesmo lote, mesmo operador e mesma regulagem de prensas levando em consideração a análise da repetitividade do equipamento ou a tolerância do produto.

#### **9.2.4 – EXECUÇÃO**

- O estudo deve ser conduzido por uma pessoa que entenda a sua importância. Deve-se sempre antes de se iniciar o estudo, fazer uma explanação breve para o operador.
- Não se devem emitir, em hipótese alguma, comentários durante a realização das medições que venham a intervir no resultado;
- As medições devem ser feitas em uma ordem aleatória para assegurar que qualquer deslocamento ou alteração que possa ocorrer esteja dispersa aleatoriamente ao longo do estudo.
- Caso o EIME precise ser calibrado para se fazer à medição, esta deve ser feita a cada troca de operador;
- No caso o processo opere em 2 turnos as condições ambientais de um turno para outro podem variar consideravelmente, portanto utilizar operadores dos dois turnos que normalmente utilizam o sistema de medição
- As variações do operador, equipamento, método, meio ambiente e amostra podem interferir representativamente nos resultados.
- Tem que ser possível a repetição das medidas nas mesmas amostras.

## CONCLUSÃO:

### CONFORME CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO (PAG-78 MANUAL).

#### Capítulo II – Seção D Análise dos Resultados

condição fora de controle ou não-conformidade é encontrada nesta situação, a primeira coisa que deve ser feita é avaliar o sistema de medição.

Para sistemas de medição cujo propósito é analisar um processo, uma regra prática geral para a aceitação do sistema de medição é como a seguinte:

| R&R                         | Decisão   | Comentários  |
|-----------------------------|---|--|
| Porcentagem menor que 10%   | Geralmente considerado como um sistema de medição aceitável | Recomendado, especialmente útil quando tentamos ordenar ou classificar peças ou quando é necessário apertar o controle do processo   |
| Porcentagem entre 10% e 30% | Pode ser aceitável para algumas aplicações                  | Decisão deve basear-se, por exemplo, na aplicação do sistema de medição, custo do dispositivo de medição, custo de retrabalho ou reparo.<br><br>Deve ser aprovado pelo cliente.  |
| Porcentagem acima de 30%    | Considerado como inaceitável                                | Todos os esforços devem ser feitos para melhorar o sistema de medição.<br><br>Essa condição deve ser tratada pelo uso de uma estratégia adequada de medição; por exemplo, utilizando a média dos resultados de muitas leituras de uma mesma característica da peça a fim de reduzir a variação de medição final. |

Tabela II-D 2: Critério de R&R

- A análise sobre o NDC número de distintas categorias comparado com a variação da peça onde o processo pode ser dividido pelo sistema de medição em uma determinada quantidade de partes que deve ser maior ou igual a 5.

Análise gráfica deverá ser sobre o gráfico x - barra, amplitudes, por peça, por operador e interação. (método ANOVA)

**EXEMPLO DA PAG-105 A 112 DO MANUAL**

| Operador | Peca | Medida |
|----------|------|--------|
| 1        | 1    | 0,29   |
| 1        | 2    | -0,56  |
| 1        | 3    | 1,34   |
| 1        | 4    | 0,47   |
| 1        | 5    | -0,8   |
| 1        | 6    | 0,02   |
| 1        | 7    | 0,59   |
| 1        | 8    | -0,31  |
| 1        | 9    | 2,26   |
| 1        | 10   | -1,36  |
| 1        | 1    | 0,41   |
| 1        | 2    | -0,68  |
| 1        | 3    | 1,17   |
| 1        | 4    | 0,5    |
| 1        | 5    | -0,92  |
| 1        | 6    | -0,11  |
| 1        | 7    | 0,75   |
| 1        | 8    | -0,2   |
| 1        | 9    | 1,99   |
| 1        | 10   | -1,25  |
| 1        | 1    | 0,64   |
| 1        | 2    | -0,58  |
| 1        | 3    | 1,27   |
| 1        | 4    | 0,64   |
| 1        | 5    | -0,84  |
| 1        | 6    | -0,21  |
| 1        | 7    | 0,66   |
| 1        | 8    | -0,17  |
| 1        | 9    | 2,01   |
| 1        | 10   | -1,31  |
| 2        | 1    | 0,08   |
| 2        | 2    | -0,47  |
| 2        | 3    | 1,19   |
| 2        | 4    | 0,01   |
| 2        | 5    | -0,56  |
| 2        | 6    | -0,2   |
| 2        | 7    | 0,47   |
| 2        | 8    | -0,63  |
| 2        | 9    | 1,8    |
| 2        | 10   | -1,68  |
| 2        | 1    | 0,25   |
| 2        | 2    | -1,22  |

## R COM OPERADOR SEM INTERAÇÃO

### DADOS DO PROCESSO

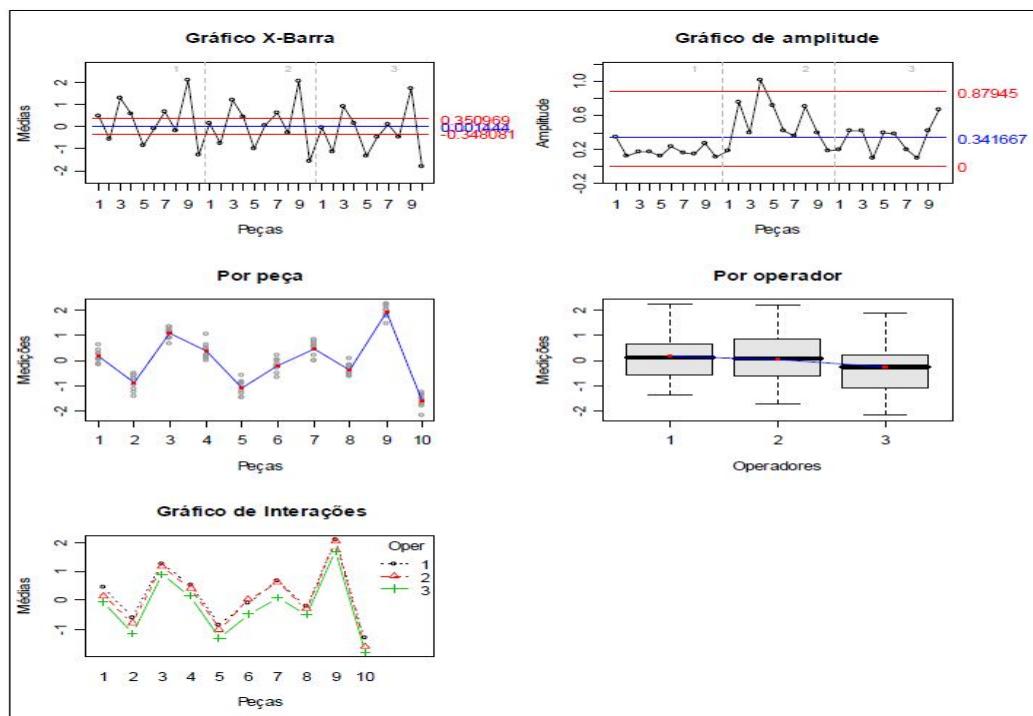
| <b>ANOVA</b>   |    | <b>G.L.</b> | <b>Soma dos quadrados</b> | <b>Quadrados Médios</b> | <b>Estatística F</b> | <b>Pr(&gt;F)</b> |
|----------------|----|-------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|------------------|
| Peças          | 9  | 88,36193444 | 9,817992716               | 245,6139104             | 2,02101E-53          |                  |
| Operadores     | 2  | 3,167262222 | 1,583631111               | 39,61724571             | 1,33759E-12          |                  |
| Repetitividade | 78 | 3,117915556 | 0,039973276               |                         |                      |                  |

| <b>TABELA DE CONTRIBUIÇÃO</b>       |                   |                         |
|-------------------------------------|-------------------|-------------------------|
|                                     | <b>Variâncias</b> | <b>Contribuição (%)</b> |
| Repetitividade                      | 0,039973276       | 3,393676879             |
| Reprodutibilidade                   | 0,051455261       | 4,368481796             |
| Operadores                          | 0,051455261       | 4,368481796             |
| Peças                               | 1,086446604       | 92,23784132             |
| Repetitividade e reproduutibilidade | 0,091428538       | 7,762158675             |
| Total                               | 1,177875142       | 100                     |

| <b>VARIAÇÃO TOTAL E/OU TOLERÂNCIA</b> |                      |                           |
|---------------------------------------|----------------------|---------------------------|
|                                       | <b>Desvio padrão</b> | <b>Variação total (%)</b> |
| Repetitividade                        | 0,19993318           | 18,42193497               |
| Reprodutibilidade                     | 0,226837521          | 20,90091337               |
| Operadores                            | 0,226837521          | 20,90091337               |
| Peças                                 | 1,042327494          | 96,0405338                |
| Repetitividade e reproduutibilidade   | 0,302371522          | 27,86065088               |
| Total                                 | 1,085299563          | 100                       |

NDC

4

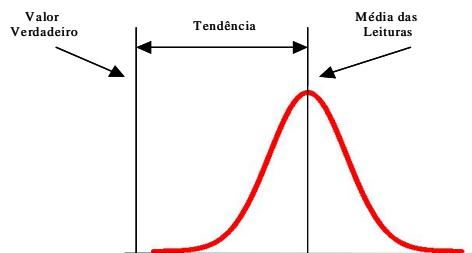


### - LINEARIDADE E TENDÊNCIA

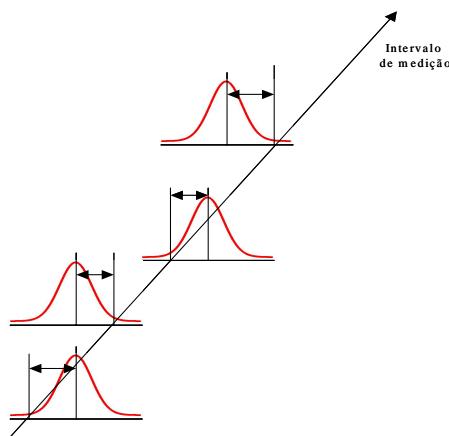
- São os estudos feitos posteriormente ao estudo do R&R, pois este último oferece informações necessárias para o primeiro. Garante informação adicional ao sistema de acordo com seu campo de operação.

#### - DEFINIÇÕES

- **TENDÊNCIA** representa o quanto às médias das leituras está distante do valor verdadeiro.



- **LINEARIDADE:** representa a variação da tendência ao longo do intervalo de medição.



#### - PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO

- Linearidade obter 05 peças padrão que cubram o intervalo de operação do sistema e estabelecer seus valores de referência contra padrões rastreáveis.
- Medir cada peça padrão 12 ou mais vezes no dispositivo em questão por um dos operadores que normalmente usam o dispositivo;
- As peças devem ser selecionadas aleatoriamente, para evitar medidas tendenciosas.

#### - ANÁLISE

- O coeficiente  $R^2$  deve ser abaixo de 0,2 %.
- P-valor maior que 0,05 (5%) aprovado, menor que 0,05 (5%) rejeitado.
- A linha de tendência 0 (zero) não deve cruzar com os limites da faixa de confiança, deve se manter contida entre eles.
- Coeficiente angular menor ou igual 10% aprovado.

#### - Exemplo de linearidade

- O exemplo utilizado é o mesmo do manual MSA 4<sup>a</sup> edição pág. 99 / 100

| <b>Pecas</b> | <b>Medições</b> | <b>VR</b> |
|--------------|-----------------|-----------|
| 1            | 2,7             | 2         |
| 2            | 2,5             | 2         |
| 3            | 2,4             | 2         |
| 4            | 2,5             | 2         |
| 5            | 2,7             | 2         |
| 6            | 2,3             | 2         |
| 7            | 2,5             | 2         |
| 8            | 2,5             | 2         |
| 9            | 2,4             | 2         |
| 10           | 2,4             | 2         |
| 11           | 2,6             | 2         |
| 12           | 2,4             | 2         |
| 1            | 5,1             | 4         |
| 2            | 3,9             | 4         |
| 3            | 4,2             | 4         |
| 4            | 5,0             | 4         |
| 5            | 3,8             | 4         |
| 6            | 3,9             | 4         |
| 7            | 3,9             | 4         |
| 8            | 3,9             | 4         |
| 9            | 3,9             | 4         |
| 10           | 4,0             | 4         |
| 11           | 4,1             | 4         |
| 12           | 3,8             | 4         |
| 1            | 5,8             | 6         |
| 2            | 5,7             | 6         |
| 3            | 5,9             | 6         |
| 4            | 5,9             | 6         |
| 5            | 6,0             | 6         |
| 6            | 6,1             | 6         |
| 7            | 6,0             | 6         |
| 8            | 6,1             | 6         |
| 9            | 6,4             | 6         |
| 10           | 6,3             | 6         |
| 11           | 6,0             | 6         |
| 12           | 6,1             | 6         |
| 1            | 7,6             | 8         |
| 2            | 7,7             | 8         |
| 3            | 7,8             | 8         |
| 4            | 7,7             | 8         |
| 5            | 7,8             | 8         |
| 6            | 7,8             | 8         |
| 7            | 7,8             | 8         |
| 8            | 7,7             | 8         |
| 9            | 7,8             | 8         |
| 10           | 7,5             | 8         |
| 11           | 7,6             | 8         |
| 12           | 7,7             | 8         |
| 1            | 9,1             | 10        |
| 2            | 9,3             | 10        |
| 3            | 9,5             | 10        |
| 4            | 9,3             | 10        |
| 5            | 9,4             | 10        |
| 6            | 9,5             | 10        |
| 7            | 9,5             | 10        |
| 8            | 9,5             | 10        |
| 9            | 9,6             | 10        |
| 10           | 9,2             | 10        |
| 11           | 9,3             | 10        |
| 12           | 9,4             | 10        |

## ANÁLISE DE LINEARIDADE

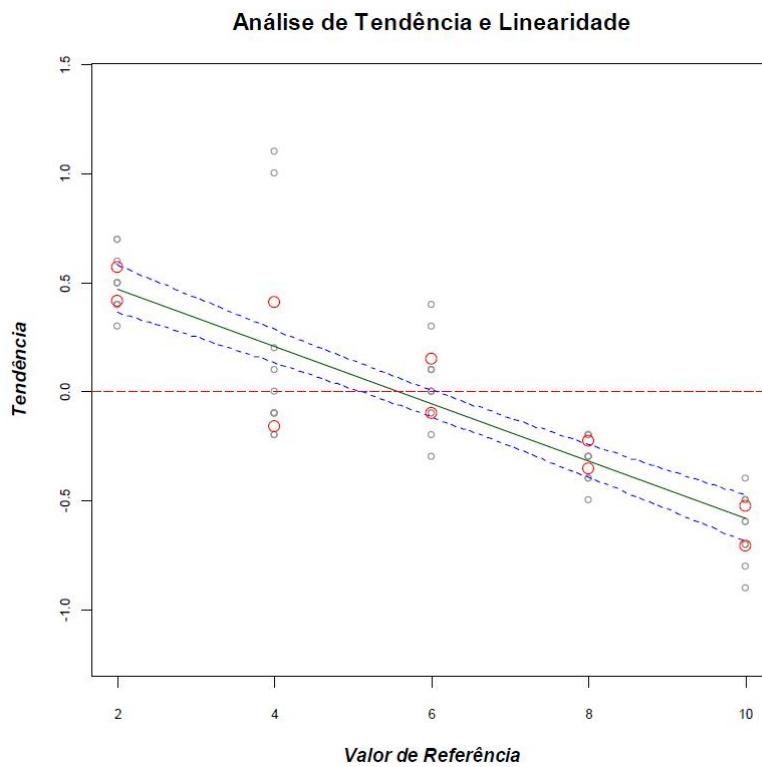
**Estimativa Desvio padão P-valor**  
 (Intercepto 0,736667 0,072524 10,15752 1,73E-14  
 Coeficiente -0,13167 0,010933 -12,0426 2,04E-17

**R<sup>2</sup>** 0,714318      **R<sup>2</sup> Ajustado** 0,709393      **Estatística T** 145,0232

## ANÁLISE DE TENDÊNCIA - Teste T

|    | <b>Valor de F</b> | <b>Média</b> | <b>Tendência</b> | <b>Estatística</b> | <b>P-valor</b> | <b>Limite Inferior</b> | <b>Limite Superior</b> | <b>Desvio padrão</b> |
|----|-------------------|--------------|------------------|--------------------|----------------|------------------------|------------------------|----------------------|
| 2  | 2,491067          | 0,491067     | 0,491067         | 13,7341            | 2,87E-08       | 0,412874               | 0,57046                | 0,124011             |
| 4  | 4,125             | 0,125        | 0,967696         | 0,353991           | -0,15931       | 0,409307               | 0,447460               |                      |
| 6  | 6,025             | 0,025        | 0,441889         | 0,667131           | -0,09952       | 0,149521               | 0,195982               |                      |
| 8  | 7,708333          | -0,29167     | -10,1421         | 6,42E-07           | -0,35496       | -0,22837               | 0,00962                |                      |
| 10 | 9,383333          | 0,61667      | 11,5636          | 1,55E-08           | 0,70986        | 0,52347                | 0,14668                |                      |

**Média das Tendências** -0,05333



- Exemplo de tendência utilizado é o mesmo do manual MSA 4º edição pág. 89 a 93

| Trials | Measurement | Tendência |
|--------|-------------|-----------|
| 1      | 5,8         | -0,2      |
| 2      | 5,7         | -0,3      |
| 3      | 5,9         | -0,1      |
| 4      | 5,9         | -0,1      |
| 5      | 6           | 0         |
| 6      | 6,1         | 0,1       |
| 7      | 6           | 0         |
| 8      | 6,1         | 0,1       |
| 9      | 6,4         | 0,4       |
| 10     | 6,3         | 0,3       |
| 11     | 6           | 0         |
| 12     | 6,1         | 0,1       |
| 13     | 6,2         | 0,2       |
| 14     | 5,6         | -0,4      |
| 15     | 6           | 0         |

## ANÁLISE DE TENDÊNCIA - Teste T

### DADOS DO PROCESSO

| Informação          | Valor        |
|---------------------|--------------|
| Valor de Referência | 6            |
| Média               | 6,006666667  |
| Tendência           | 0,006666667  |
| Estatística T       | 0,121780575  |
| P-valor             | 0,904803536  |
| Limite Inferior     | -0,110745966 |
| Limite Superior     | 0,124079299  |
| Desvio padrão       | 0,212019765  |

## ANÁLISES DE SISTEMAS DE MEDIÇÃO POR ATRIBUTOS

- Sistema de medição de atributos compara cada peça com um conjunto específico de limites aceitáveis aprovando ou reprovando.

## CONCORDÂNCIA ENTRE AVALIADORES

- O estudo de concordância entre avaliadores determina se vários avaliadores (instrumentos ou analistas) tomam as mesmas decisões sobre as mesmas peças.
- A concordância é medida através do índice *kappa*, que diz respeito à concordância cruzada dos avaliadores, seja entre os próprios, seja em relação a um padrão.

- Kappa pode variar até 1. Se o valor for 1, a concordância é perfeita. Se o valor for zero denota que a concordância não é melhor que o acaso. Uma regra geral e prática é que Valores de kappa maiores que 0,75 indicam concordância de boa para excelente (com o máximo de kappa = 1). Valores menores que 0,75 indicam concordância precária.
- A análise dos testes de hipóteses – Método da tabulação cruzada que consiste em comparar cada avaliador com os demais.

### CONCLUSÃO FINAL:

TABELA DE CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO P/ DECISÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO.

| <i>Decisão</i>          | <i>Eficácia</i> | Porcentagem de Falhas | Porcentagem de Falso Alarme |
|-------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------------------|
| <i>Aceitável</i>        | $\geq 90\%$     | $\leq 2\%$            | $\leq 5\%$                  |
| Marginalmente Aceitável | $\geq 80\%$     | $\leq 5\%$            | $\leq 10\%$                 |
| <i>Inaceitável</i>      | $< 80\%$        | $> 5\%$               | $> 10\%$                    |

Nota: Conforme MSA – 4ª Edição – pg.141

# EXEMPLO APLICAÇÃO: PAG-135 MANUAL

## ERRATA

Capítulo III - Seção C  
Estudo do Sistema de Medição por Atributos

| Peça | A - 1 | A - 2 | A - 3 | B - 1 | B - 2 | B - 3 | C - 1 | C - 2 | C - 3 | Referência | Valor Ref. | Código |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|------------|--------|
| 1    | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.476901   | +      |
| 2    | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.509015   | +      |
| 3    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0          | 0.576459   | -      |
| 4    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0          | 0.566152   | -      |
| 5    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0          | 0.570360   | -      |
| 6    | 1     | 1     | 0     | 1     | 1     | 0     | 1     | 0     | 0     | 1          | 0.544951   | x      |
| 7    | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 0     | 1     | 1          | 0.465454   | x      |
| 8    | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.502295   | +      |
| 9    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0          | 0.437817   | -      |
| 10   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.515573   | +      |
| 11   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.488905   | +      |
| 12   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0          | 0.559918   | x      |
| 13   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.542704   | +      |
| 14   | 1     | 1     | 0     | 1     | 1     | 1     | 1     | 0     | 0     | 1          | 0.454518   | x      |
| 15   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.517377   | +      |
| 16   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.531939   | +      |
| 17   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.519694   | +      |
| 18   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.484167   | +      |
| 19   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.520496   | +      |
| 20   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.477236   | +      |
| 21   | 1     | 1     | 0     | 1     | 0     | 1     | 0     | 1     | 0     | 1          | 0.452310   | x      |
| 22   | 0     | 0     | 1     | 0     | 1     | 0     | 1     | 1     | 0     | 0          | 0.545604   | x      |
| 23   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.529065   | +      |
| 24   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.514192   | +      |
| 25   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0          | 0.599581   | -      |
| 26   | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0          | 0.547204   | x      |
| 27   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.502436   | +      |
| 28   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.521642   | +      |
| 29   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.523754   | +      |
| 30   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0          | 0.561457   | x      |
| 31   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.503091   | +      |
| 32   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.505850   | +      |
| 33   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.487813   | +      |
| 34   | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 1     | 0     | 1     | 1     | 0          | 0.449696   | x      |
| 35   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.498698   | +      |
| 36   | 1     | 1     | 0     | 1     | 1     | 1     | 1     | 0     | 1     | 1          | 0.543077   | x      |
| 37   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0          | 0.409238   | -      |
| 38   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.488184   | +      |
| 39   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0          | 0.427687   | -      |
| 40   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.501132   | +      |
| 41   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.513779   | +      |
| 42   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0          | 0.566575   | -      |
| 43   | 1     | 0     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 0     | 1          | 0.462410   | x      |
| 44   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.470832   | +      |
| 45   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0          | 0.412453   | -      |
| 46   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.493441   | +      |
| 47   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.486379   | +      |
| 48   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0          | 0.587893   | -      |
| 49   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1          | 0.483803   | +      |
| 50   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0          | 0.446697   | -      |

Tabela III-C 9: Conjunto de Dados para um Estudo de Atributos

## ANÁLISE DE ATRIBUTOS DO MSA

### DADOS DO PROCESSO

#### AVALIADORES vs. AVALIADORES

1 (Linha) vs. 2 (Coluna)

| Tabela de Freqüências |     |    |
|-----------------------|-----|----|
|                       | 1   | 0  |
| 1                     | 97  | 3  |
| 0                     | 6   | 44 |
| Total                 | 103 | 47 |
| Total                 |     |    |

1 (Linha) vs. 3 (Coluna)

| Tabela de Freqüências |    |    |
|-----------------------|----|----|
|                       | 1  | 0  |
| 1                     | 92 | 3  |
| 0                     | 7  | 43 |
| Total                 | 99 | 51 |
| Total                 |    |    |

2 (Linha) vs. 3 (Coluna)

| Tabela de Freqüências |    |    |
|-----------------------|----|----|
|                       | 1  | 0  |
| 1                     | 94 | 9  |
| 0                     | 5  | 42 |
| Total                 | 99 | 51 |
| Total                 |    |    |

| Proporções Observadas |             |             |
|-----------------------|-------------|-------------|
|                       | 1           | 0           |
| 1                     | 0,646666667 | 0,02        |
| 0                     | 0,04        | 0,293333333 |
| Total                 | 0,686666667 | 0,313333333 |
| Total                 |             |             |

| Proporções Observadas |             |             |
|-----------------------|-------------|-------------|
|                       | 1           | 0           |
| 1                     | 0,613333333 | 0,053333333 |
| 0                     | 0,046666667 | 0,206666667 |
| Total                 | 0,66        | 0,34        |
| Total                 |             |             |

| Proporções Observadas |        |      |
|-----------------------|--------|------|
|                       | 1      | 0    |
| 1                     | 0,6267 | 0,06 |
| 0                     | 0,0333 | 0,20 |
| Total                 | 0,66   | 0,34 |
| Total                 |        |      |

Kapp 0,36

Kapp 0,78

Kapp 0,79

#### Concordâncias entre CADA AVALIADOR

1 (Linha) vs. 1 (Coluna)

2 (Linha) vs. 2 (Coluna)

3 (Linha) vs. 3 (Coluna)

Concordância(abs): 42  
Concordância(%): 34

Concordância(abs): 45  
Concordância(%): 90

Concordância( abs): 40  
Concordância( %): 80

Intervalos de confiança  
Inferior: 70,39  
Superior: 92,83

Intervalos de confiança  
Inferior: 78,19  
Superior: 96,67

Intervalos de confiança  
Inferior: 66,28  
Superior: 89,97

#### Concordâncias entre TODOS AVALIADORES

Concordância(abs): 39  
Concordância(%): 78

Intervalos de confiança  
Inferior: 64,04  
Superior: 88,7

#### AVALIADORES vs. PADRÃO

AVALIADOR 1 (Linha) vs. PADRÃO (Coluna)

| Tabela de Freqüências |     |       |
|-----------------------|-----|-------|
|                       |     | Total |
| 1                     | 5/  | 3     |
| 0                     | 5   | 60    |
| Total                 | 102 | 68    |

AVALIADOR 2 (Linha) vs. PADRÃO (Coluna)

| Tabela de Freqüências |     |       |
|-----------------------|-----|-------|
|                       |     | Total |
| 1                     | 100 | 3     |
| 0                     | 2   | 65    |
| Total                 | 102 | 68    |

AVALIADOR 3 (Linha) vs. PADRÃO (Coluna)

| Tabela de Freqüências |     |       |
|-----------------------|-----|-------|
|                       |     | Total |
| 1                     | 53  | 6     |
| 0                     | 9   | 62    |
| Total                 | 102 | 68    |

| Proporções Observadas |             |       |
|-----------------------|-------------|-------|
|                       |             | Total |
| 1                     | 0,646666667 | 0,02  |
| 0                     | 0,033333333 | 0,3   |
| Total                 | 0,68        | 0,32  |

| Proporções Esperadas |             |             |
|----------------------|-------------|-------------|
|                      |             | Total       |
| 1                    | 0,453333333 | 0,213333333 |
| 0                    | 0,226666667 | 0,106666667 |
| Total                | 0,68        | 0,32        |

Kapp 0,88

| Tabela de Freqüências |     |       |
|-----------------------|-----|-------|
|                       |     | Total |
| 1                     | 100 | 3     |
| 0                     | 2   | 65    |
| Total                 | 102 | 68    |

| Tabela de Freqüências |     |       |
|-----------------------|-----|-------|
|                       |     | Total |
| 1                     | 100 | 3     |
| 0                     | 2   | 65    |
| Total                 | 102 | 68    |

Kapp 0,92

| Tabela de Freqüências |     |       |
|-----------------------|-----|-------|
|                       |     | Total |
| 1                     | 53  | 6     |
| 0                     | 9   | 62    |
| Total                 | 102 | 68    |

Kapp 0,77

#### Concordâncias entre O PADRÃO E CADA AVALIADOR

Concordância(sbs): 42  
Concordância(%): 84

Intervalos de confiança  
Inferior: 70,89  
Superior: 92,83

Taxa de erro: 6,25  
Taxa de falso alarme: 4,901960784

Concordância(sbs): 45  
Concordância(%): 90

Intervalos de confiança  
Inferior: 78,19  
Superior: 96,67

Taxa de erro: 6,25  
Taxa de falso alarme: 4,960784314

Concordância(sbs): 40  
Concordância(%): 80

Intervalos de confiança  
Inferior: 86,28  
Superior: 89,97

Taxa de erro: 12,5  
Taxa de falso: 8,8235

#### Concordâncias entre PADRÃO E TODOS AVALIADORES

Concordância(sbs): 39  
Concordância(%): 73

Intervalos de confiança  
Inferior: 64,04  
Superior: 88,47

#### Banda cinza:

| Pecas | Operador A | Operador B | Operador C | Operador A | Operador B | Operador C | Padrão | Sinal | Valor do Padrão |
|-------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------|-------|-----------------|
| 26    | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0      | -     | 0,599581        |
| 40    | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0      | -     | 0,007093        |
| 3     | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0      | -     | 0,576459        |
| 5     | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0      | -     | 0,57036         |
| 42    | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0      | -     | 0,566575        |
| 4     | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0      | -     | 0,565157        |
| 30    | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 1          | 0      | X     | 0,561457        |
| 12    | 0          | 0          | 0          | 0          | 1          | 0          | 0      | X     | 0,559918        |
| 26    | 0          | 0          | 1          | 0          | 0          | 0          | 1      | 0     | 0,547204        |
| 22    | 0          | 0          | 1          | 0          | 1          | 1          | 0      | X     | 0,545604        |
| 6     | 1          | 1          | 1          | 1          | 0          | 0          | 0      | 1     | 0,544951        |
| 36    | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 0          | 1      | X     | 0,543077        |
| 13    | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1      | +     | 0,542704        |
| 16    | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1      | +     | 0,531939        |
| 23    | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1      | +     | 0,529466        |
| 29    | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1      | +     | 0,523754        |
| 28    | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1      | +     | 0,521642        |
| 19    | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1      | +     | 0,520496        |

| Limites de especificação               |           |  |
|--|-----------|--|
| LSE                                    | 0,55      |  |
| LIC                                    | 0,45      |  |
| <i>Limites da banda cinza superior</i> |           |  |
| Limite Sup                             | 0,566152  |  |
| Limite Infer                           | 0,542704  |  |
| dLSF:                                  | 0,0234448 |  |
| <i>Limites da banda cinza inferior</i> |           |  |
| Limite Sup                             | 0,470832  |  |
| Limite Infer                           | 0,446697  |  |
| dLIE:                                  | 0,024135  |  |
| d:                                     | 0,023792  |  |
| %RR:                                   | 23,7915   |  |

|    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----------|
| 17 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | 0,519694 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | 0,517377 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | 0,515573 |
| 24 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | 0,514192 |
| 41 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | 0,513779 |
| 2  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | 0,509015 |
| 32 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | 0,50585  |
| 31 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | 0,503091 |
| 27 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | 0,502436 |
| 8  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | 0,502295 |
| 40 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | 0,501132 |
| 35 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | 0,490690 |
| 46 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | 0,493441 |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | 0,488905 |
| 30 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | 0,480104 |
| 33 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | 0,487613 |
| 47 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | 0,486379 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | 0,404167 |
| 49 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | 0,483803 |
| 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | 0,477236 |
| 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | 0,470901 |
| 44 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | 0,470832 |
| 7  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | 0,465454 |
| 43 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | 0,46241  |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | 0,454518 |
| 21 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | 0,45231  |
| 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | 0,449696 |
| 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0,446697 |
| 9  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,437817 |
| 39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0,427697 |
| 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0,412453 |
| 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,409238 |



# MASP 4<sup>a</sup> edição

(Metodologia de Análise e Solução de  
Problemas)

## 1 - QUALIDADE

Os requisitos de qualidade do cenário mercadológico atual variam e evoluem conforme o processo de evolução tecnológica. Cada dia mais é necessário o aperfeiçoamento dos processos para atender as necessidades dos clientes. Considerando que as necessidades do público consumidor alteram-se constantemente, pode-se analisar que a busca pela melhoria dos processos deve ser contínua também, para que o conceito de qualidade não perca seu sentido na percepção do consumidor.

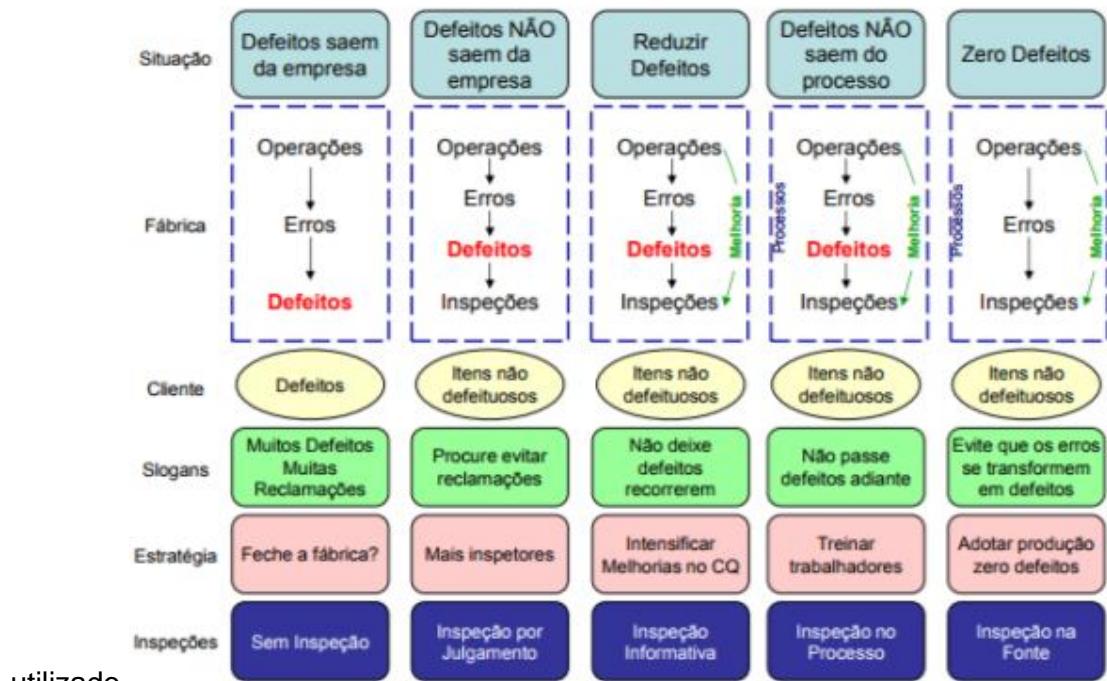
Classificar qualidade e defini-la em palavras é um tanto complexo uma vez que as variáveis que influenciam na sua classificação são subjetivas a cada ser humano em sua singularidade. Consideremos algumas definições de qualidade:

- Qualidade é adequação ao uso. (Joseph Juran)
- Qualidade é conformidade aos requisitos. (Philip Crosby)
- Qualidade é o grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz requisitos. (ISO 9000:2000)

O movimento da qualidade se iniciou por volta da década de 20 quando os gestores começaram a notar a necessidade de satisfazer os clientes com seus produtos a um custo menor. Por muitos anos após a II Guerra Mundial, a qualidade foi vista mais como uma função defensiva do que como uma arma competitiva para utilização no desenvolvimento de novos mercados e no aumento da participação de mercados já conquistados.

Logo após a Guerra, aumentou a demanda por mercadorias nos EUA devido à ênfase dada à qualidade durante a Guerra. Neste contexto, Juran e Deming deram início ao processo de ensinar aos gestores japoneses a necessidade de fazer certo da primeira vez, gerando menores custos e aumentando o nível de qualidade.

A Figura 1 apresenta graficamente a evolução da qualidade ao longo dos anos e ao mesmo tempo as ações naturais que as empresas desenvolvem em busca da qualidade. Para cada estágio pode-se analisar como funciona a fábrica, o que o cliente recebe, qual poderia ser o slogan ou falácia dentro da empresa, qual a estratégia adotada e que tipo de inspeção é



utilizado.

Figura 1 – A busca da Qualidade.

Na primeira situação, onde os defeitos saem da empresa, a fábrica não conta com qualquer tipo de inspeção, fazendo com que os clientes recebem produtos defeituosos. É comum em uma situação destas, ouvir falar na empresa que há muitos defeitos e muitas reclamações. Não pode ser considerado que uma empresa que atue desta forma tenha uma estratégia, pois atua sem inspeção de qualidade.

Em um estágio um pouco mais evoluído a empresa faz com que os defeitos deixem de sair da empresa, instalando uma inspeção ao final de todo o processo produtivo, fazendo com que os defeitos sejam filtrados e não cheguem aos clientes. Neste cenário o lema é evitar reclamações e isto muitas vezes implica na estratégia de aumentar cada vez mais o número de inspetores. O problema desta estratégia é que, apesar de não deixar os defeitos chegarem no cliente, o defeito é detectado tarde demais não permitindo ações para solucionarem os problemas, pois trata-se de uma inspeção por julgamento.

Reducir os defeitos é o passo seguinte à situação anterior. Neste caso o controle de qualidade atua conjuntamente com a fábrica na busca de melhoria para que os mesmos defeitos não ocorram novamente. É fundamental para o sucesso desta estratégia a intensificação de melhorias no controle de qualidade, utilizando-se de ferramentas de qualidade e de um método de solução de problemas. Esta inspeção denomina-se inspeção informativa, pois além de não deixar os defeitos chegarem aos clientes, informa a produção acerca do que está ocorrendo.

A evolução natural ao estágio anterior é passar a inspecionar os produtos em cada etapa do processo e já realizar a melhoria no próprio local de trabalho. A ideia neste caso é não deixar que os defeitos passem adiante, evitando custos desnecessários de retrabalho. Para que seja

possível adotar a inspeção no processo, é imprescindível que os operadores sejam bem treinados e que estes possam seguir métodos de solução de problemas e estejam aptos a utilizarem ferramentas de qualidade.

A última e deseja etapa é a que não conta com defeitos no processo produtivo, ou seja, que a inspeção ocorra antes mesmo do defeito ocorrer. Este tipo de inspeção é conhecido como inspeção na fonte, ou produção zero-defeitos. A técnica utilizada para que se eliminem os defeitos foi desenvolvida pelos japoneses e denomina-se Poka Yoke, que é definido como um sistema a prova de falhas.

Obviamente que é extremamente difícil uma empresa ter todos os seus processos trabalhando com inspeção na fonte. Tradicionalmente as empresas, ao compararem-se com este modelo gráfico, identificam processos em quase todos os estágios, porém é benéfica a busca incessante para se aproximar ao nível de zero-defeito, pois inspecionar na fonte geram menores custos na produção como pode ser visto na Figura 2.

Um problema que não é detectado na fonte, e sim no final da linha, acarreta outros custos, como retrabalho, refugo e possível atraso na entrega, pois no momento da inspeção entende-se que o produto deveria estar pronto.

Se o defeito chegar no cliente, o custo eleva-se ainda mais. Os custos de garantia, administrativos e de pós-vendas podem ser medidos, porém os custos decorrentes de perda de mercado e descontentamento dos clientes são muito difíceis de medire infinitamente maiores que os anteriormente citados.

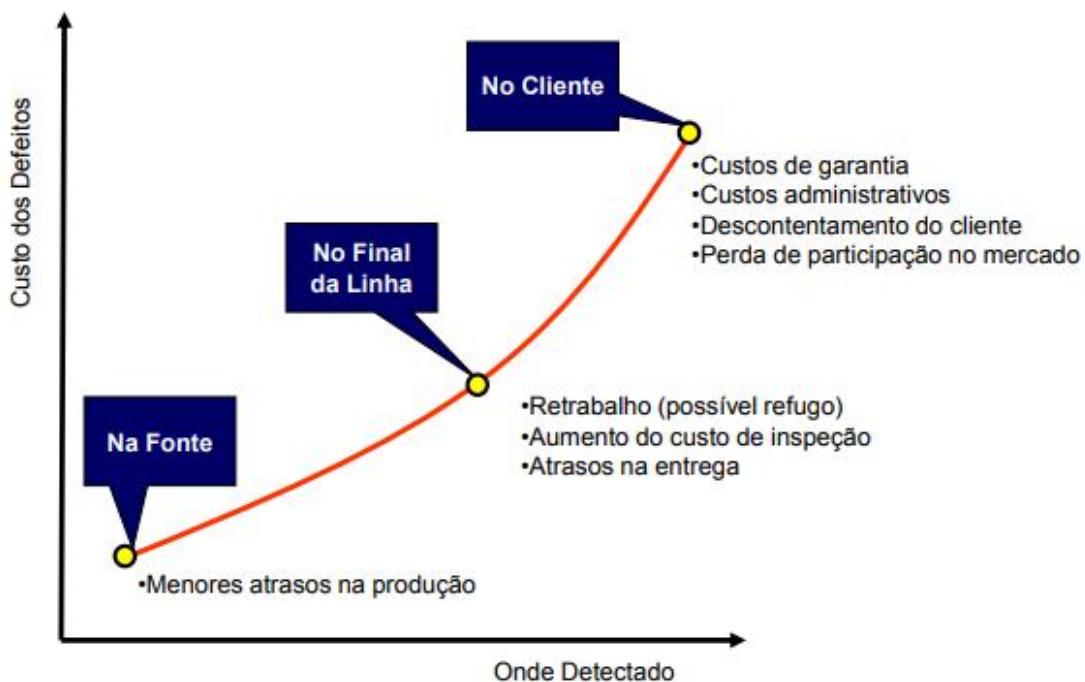


Figura 2 – Detecção e o Custo dos Defeitos

Todos estes custos decorrentes da má qualidade são gerados por perdas e insatisfações, que por sua vez são gerados por problemas. Um problema é um efeito indesejável que envolve qualquer situação que resulte em insatisfações do cliente ou perdas (resultado) para organização. Neste sentido, entende-se que é fundamentos métodos e ferramentas que auxiliem as empresas a solucionar problemas.

## 2 - O CICLO PDCA

O ciclo PDCA é um método gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance das metas necessárias a sobrevivência de uma organização.

A partir desse conceito, cabe destacar que existem dois tipos de metas: metas para manter e metas para melhorar. As metas para manter, também são conhecidas como “metas padrão” e estas são atingidas através de operações padronizadas. Ex: “atender ao telefone sempre antes do terceiro sinal”. As metas para melhorar não atendem a um tipo de padrão e normalmente é estipulado um prazo de alcance. Ex: Aumentar as vendas da região Sul em 10% até junho do decorrente ano.

O ciclo PDCA é representado pela Figura 3. O PDCA é uma abordagem sistemática para evitar conclusões erradas e buscar soluções otimizantes, pois dados estão acima de personalidades e de egos.

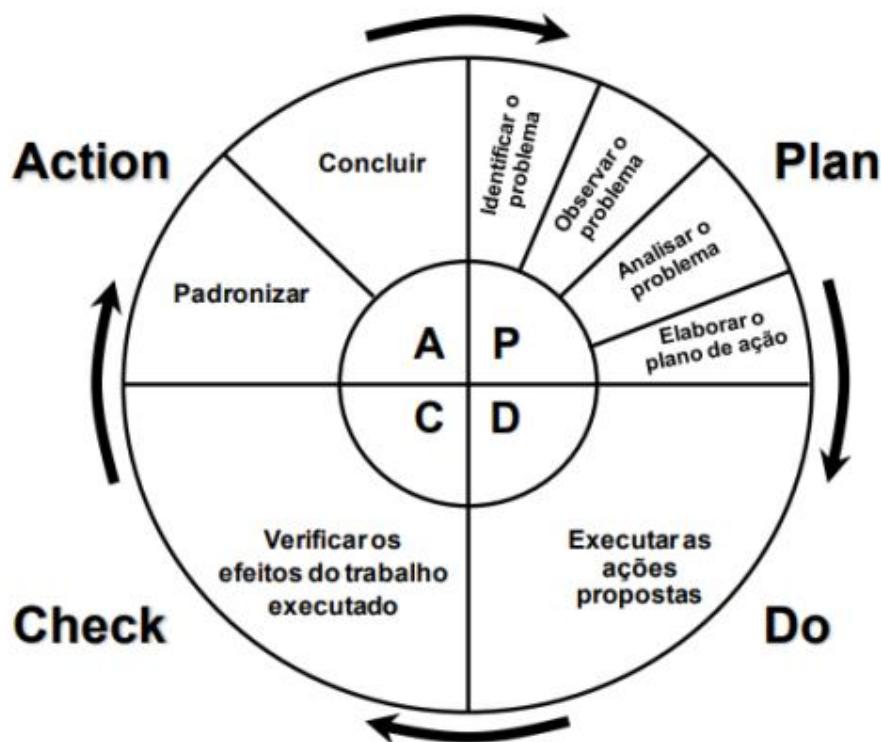


Figura 3 – O Ciclo PDCA

O PDCA é dividido em 4 etapas que consistem em:

**P - PLAN (Planejar)** - antes da execução de qualquer processo as atividades devem ser planejadas, com as definições de onde se quer chegar (meta) e do caminho a seguir (método). Esta é, sem dúvida, uma das principais fases do gerenciamento. O contra-senso está na rotineira desconsideração do Planejamento. Em parte, devido aos curtos prazos do dia-a-dia, é normal se privilegiar o “agir” em detrimento ao “planejar”. Nossa cultura claramente estimula o “fazer”. “Não planejamos porque não temos tempo e não temos tempo porque não planejamos”. Visando o comprometimento de todos e uma melhor qualidade do plano, devemos planejar de forma participativa.

**D - DO (Executar)** - é a execução do processo com o cuidado do registro de dados que permitam o seu controle posterior. Nesta fase é essencial a capacitação, o treinamento e a educação básica. Assim como o treinamento, o registro dos dados necessários deve fazer parte integrante da tarefa e não ser encarado como um complemento desta.

**C - CHECK (Verificar)** - é a fase de monitoração e avaliação, onde os resultados da execução são comparados com o planejamento (metas e métodos) para, a seguir, registrar-se os desvios encontrados (problemas). Devemos cultivar o hábito de avaliar e monitorar durante o processo, e não, como é muito comum, somente ao final das tarefas.

**A - ACTION (Atuar Corretivamente)** - definição de soluções para os problemas encontrados com contínuo aperfeiçoamento do processo. Quando tomamos alguma atitude para resolver um problema e este volta a aparecer alguns dias depois, é sinal de que nossas ações foram paliativas e não corretivas.

O Ciclo PDCA, em uma abordagem mais simples, pode ser usado para manter ou melhorar os resultados de um processo. Quando o processo está estabilizado, o planejamento (P) consta de procedimentos padrões (Standard) e a meta já atingida é aceitável, utiliza-se o Ciclo PDCA para manutenção dos resultados. Ao contrário, quando o processo apresenta problemas que precisam ser resolvidos, utiliza-se o Ciclo PDCA para melhoria de resultados (Método para Análise e Solução de Problemas - MASP).

### **3 - MASP – METODOLOGIA DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS**

Uma das principais causas do insucesso de muitas empresas é a falta de métodos e padrões. Por mais que os gestores busquem se qualificar e qualificar seus colaboradores, em muitos casos o que é aprendido na teoria não é realizado na prática, devido ao fluxo de trabalho que é cada vez mais rápido exigindo decisões rápidas para a solução dos problemas.

Visto que o processo de tomada de decisão exige certa habilidade, o MASP foi desenvolvido para que os gerentes e operadores adquiram essa habilidade e eficiência.

O MASP é um processo dinâmico na busca de soluções para uma determinada situação. Não é um processo rígido e sim um processo flexível em cada caso com que se defrontar. Ele procura encontrar respostas tais, como:

- Priorização do problema.

- Divisão do problema em partes que possam ser analisáveis.
- Verificações das situações que necessitam de atenção.

O objetivo é aumentar a probabilidade de resolver satisfatoriamente uma situação onde um problema tenha surgido. A solução de problema é um processo que segue uma sequência lógica, começando pela identificação do problema, continuando pela análise e terminando com a tomada de decisão.

A análise do problema é um processo lógico de estreitar um corpo de informação durante a busca por uma solução. A cada estágio, a informação vai surgindo, à medida que o processo se movimenta para o que está errado, passando para o problema a ser tratado e a seguir para as possíveis causas que fizeram o problema surgir, e finalmente para a causa mais provável com uma ação corretiva específica em relação ao problema.

O MASP é composto por 8 etapas, onde sua estrutura é baseada no PDCA, conforme apresentado na Figura 4.

| PDCA | Fluxograma  | Fase                      | Objetivo   |
|------|-------------|---------------------------|--|
| P    | 1           | Identificação do Problema | Definir claramente o problema<br>Reconhecer sua importância  |
|      | 2           | Observação                | Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista |
|      | 3           | Análise                   | Descobrir as causas fundamentais   |
|      | 4           | Plano de Ação             | Elaborar um plano para bloquear as causas fundamentais   |
| D    | 5           | Ação                      | Bloquear as causas fundamentais  |
| C    | 6           | Verificação               | Verificar se o bloqueio foi efetivo  |
|      | N<br>?<br>S | (Bloqueio foi efetivo?)   |  |
| A    | 7           | Padronização              | Prevenir contra a reincidência do problema   |
|      | 8           | Conclusão                 | Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro                                |

**Figura 4 – O Ciclo PDCA e suas fases**

A seguir serão detalhadas cada uma das fases apresentadas na Figura 4. Para cada fase será descrito o objetivo, as tarefas a serem realizadas e as ferramentas que podem ser utilizadas.

### 3.1 - IDENTIFICAÇÕES DO PROBLEMA

#### OBJETIVO:

Definir claramente problema e sua importância.

#### TAREFAS:

- Escolha/Definição do problema: O problema escolhido deve ser o mais importante e urgente, baseado em fatos e dados.
- Levante o histórico do problema: Devem-se levantar todos os dados relacionados ao problema em questão por meio de dados históricos, fotos, gráficos, etc.
- Demonstre as perdas atuais e os ganhos previstos: Mostre para a empresa a importância da resolução do problema, as vantagens que serão obtidas e fixe as metas.
- Nomeie os responsáveis ou equipes: Nomeie os responsáveis, propondo datas, limites para a solução do problema. FERRAMENTAS
  - Diagrama de Pareto
  - Gráfico de Tendência ou Gráfico de Controle

#### RESUMO:

| FLUXO | TAREFAS                                | FERRAMENTAS EMPREGADAS  | OBSERVAÇÕES  |
|-------|--|---|--|
| 1     | ESCOLHA DO PROBLEMA                    | DIRETRIZES GERAIS DA ÁREA DE TRABALHO (QUALIDADE, CUSTO, ATENDIMENTO, MORAL, SEGURANÇA)                             | Um problema é o resultado indesejável de um trabalho (está certo de que o problema escolhido é o mais importante baseado em fatos e dados).<br>Por exemplo: perda de produção por parada de equipamento, pagamentos em atraso, porcentagem de peças defeituosas etc. |
| 2     | HISTÓRICO DO PROBLEMA                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• GRÁFICOS</li> <li>• FOTOGRAFIAS</li> </ul> Utilize sempre dados históricos | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qual a freqüência do problema?</li> <li>• Como ocorre?</li> </ul>   |
| 3     | MOSTRAR PERDAS ATUAIS E GANHOS VIÁVEIS |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• O que se está perdendo? (custo da qualidade)</li> <li>• O que é possível ganhar?</li> </ul>   |
| 4     | FAZER A ANÁLISE DE PARETO              |   | A Análise de Pareto permite priorizar temas e estabelecer metas numéricas viáveis.<br>Subtemas podem também ser estabelecidos se necessário.<br>Nota: Não se procuram causas aqui.<br>Só resultados indesejáveis.<br>As causas serão procuradas na ETAPA3            |
| 5     | NOMEAR RESPONSÁVEIS                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nomear</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nomear a pessoa responsável ou nomear o grupo responsável e o líder.</li> <li>• Propor uma data limite para ter o problema solucionado.</li> </ul>  |

FONTE: FALCONI, 1992

## **3.2 - OBSERVAÇÃO**

### **OBJETIVO:**

Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista.

### **TAREFAS:**

- Descoberta das características do problema por meio da coleta de dados: Levantar os dados e detalhar o problema estratificando-o por características.
- Descoberta das características do problema por meio de observação no local: Caracterizar o problema no próprio local da ocorrência para coleta de informações adicionais.

### **FERRAMENTAS:**

- Fluxograma de Processo
- Estratificação/ Folha de Verificação

### **RESUMO:**

| FLUXO        | TAREFAS  | FERRAMENTAS EMPREGADAS  | OBSERVAÇÕES   |   |   |   |   |   |   |   |   |         |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|-------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 1            | DESCOBERTA DAS CARACTERÍSTICAS DO PROBLEMA ATRAVÉS DE COLETA DE DADOS<br><br>(RECOMENDAÇÃO IMPORTANTE: QUANTO MAIS TEMPO VOCÊ GASTAR AQUI MAIS FÁCIL SERÁ PARA RESOLVER O PROBLEMA. NÃO SALTE ESTA PARTE!) | <p style="text-align: center;"><b>Análise de Pareto</b></p>   | <p>Observe o problema sob vários pontos de vista (estratificação):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. <b>Tempo</b> Os resultados são diferentes de manhã, à tarde, à noite, às segundas feiras, feriados, etc.?</li> <li>b. <b>Lugar</b> Os resultados são diferentes em partes diferentes de uma peça (defeitos no topo, na base, periferia)? Em locais diferentes (acidentes em esquinas, no meio da rua, calçada), etc.?</li> <li>c. <b>Tipo</b> Os resultados são diferentes dependendo do produto, matéria-prima, do material usado?</li> <li>d. <b>Sintoma</b> Os resultados são diferentes se os defeitos são cavidades ou porosidade, se o absenteísmo é por falta ou licença médica, se a parada é por queima de um motor ou falha mecânica, etc.?</li> <li>e. <b>Indivíduo</b> Que turma? Que operador? Deverá também ser necessário investigar aspectos específicos, por exemplo:<br/>Umidade relativa do ar ou temperatura ambiente, condições dos instrumentos de medição, confiabilidade dos padrões, treinamento, quem é o operador, qual a equipe que trabalhou, quais as condições climáticas, etc.</li> </ul> <p>"5W1H" Faça as perguntas: o que, quem, quando, onde, por que e como, para coletar dados.</p> <p>Construa vários tipos de gráficos de Pareto conforme os grupos definidos na estratificação.</p> |   |   |   |   |   |   |   |   |         |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2            | DESCOBERTA DAS CARACTERÍSTICAS DO PROBLEMA ATRAVÉS DE OBSERVAÇÃO NO LOCAL  | Análise no local da ocorrência do problema pelas pessoas envolvidas na investigação.  | <p>Deve ser feita não no escritório, mas no próprio local da ocorrência, para coleta de informações suplementares que não podem ser obtidas na forma de dados numéricos.</p> <p>Utilize o videocassete e fotografias.</p>   |   |   |   |   |   |   |   |   |         |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3            | CRONOGRAMA, ORÇAMENTO E META   | <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Fase</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Análise</td> <td style="background-color: red;"> </td> <td style="background-color: red;"> </td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ação</td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: red;"> </td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificação</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: red;"> </td> <td style="background-color: red;"> </td> <td style="background-color: red;"> </td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Padronização</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: red;"> </td> <td style="background-color: red;"> </td> <td style="background-color: red;"> </td> <td style="background-color: red;"> </td> </tr> </tbody> </table> | Fase  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Análise |  |  |  |  |  |  |  |  | Ação |  |  |  |  |  |  |  |  | Verificação |  |  |  |  |  |  |  |  | Padronização |  |  |  |  |  |  |  |  | <p>Estimar um cronograma para referência. Este cronograma pode ser atualizado em cada processo.</p> <p>Estimar um orçamento.</p> <p>Definir uma meta a ser atingida.</p> |
| Fase         | 1  | 2   | 3   | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |   |   |   |         |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Análise      |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |         |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ação         |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |         |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Verificação  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |         |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Padronização |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |         |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

FONTE: FALCONI 1992

### 3.3 - ANÁLISE

#### OBJETIVO:

Descobrir as causas fundamentais do problema.

#### TAREFAS:

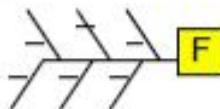
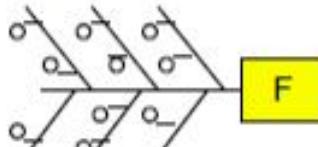
- Definição das causas influentes: O grupo de trabalho procura descobrir as causas prováveis do problema.
- Escolha das causas mais prováveis (hipóteses): Caracterizar o problema no próprio local da ocorrência para coleta de informações adicionais.

- Análise das causas mais prováveis (verificar hipóteses): Testar e confirmar se as causas escolhidas (hipóteses) de fato são as responsáveis pelo problema.

## FERRAMENTAS:

- Brainstorming
- Diagrama de Ishikawa
- Diagrama de Dispersão
- Histograma
- GUT
- 5 Porquês

## RESUMO:

| FLUXO | TAREFAS   | FERRAMENTAS EMPREGADAS  | OBSERVAÇÕES   |
|-------|---|---|---|
| 1     | DEFINIÇÃO DAS CAUSAS INFLUENTES                               | Tempestade cerebral e diagrama de causa e efeito.<br>Pergunta: por que ocorre o problema?<br>  | Formação do grupo de trabalho: Envolve todas as pessoas que possam contribuir na identificação das causas. As reuniões devem ser participativas.<br>Diagrama de causa e efeito: Anote o maior número possível de causas. Estabeleça a relação de causa e efeito entre as causas levantadas. Construa o diagrama de causa e efeito colocando as causas mais gerais nas espinhas maiores e causas secundárias, terciárias, etc., nas ramificações menores.  |
| 2     | ESCOLHA DAS CAUSAS MAIS PROVÁVEIS (HIPÓTESES)                 | Identificação no diagrama de Causa e Efeito.<br>  | Causas mais prováveis: As causas assinaladas na tarefa anterior têm que ser reduzidas por eliminação das causas menos prováveis baseadas nos dados levantados no processo de Observação. Aproveite também as sugestões baseadas na experiência do grupo e dos superiores hierárquicos. Baseado ainda nas informações coletadas na observação priorize as causas mais prováveis.<br>Cuidado com efeitos "cruzados": problemas que resultam de 2 ou mais fatores simultâneos. Maior atenção nestes casos. |
| 3     | ANÁLISE DAS CAUSAS MAIS PROVÁVEIS (VERIFICAÇÃO DAS HIPÓTESES) | Coletar novos dados sobre as causas mais prováveis usando a lista de verificação.<br>Analizar dados coletados usando Pareto, Diagramas de Relação, Histogramas, Gráficos.<br>Testar as causas.<br> | Visite o local onde atuam as hipóteses. Colete informações.<br>Estratifique as hipóteses, colete dados utilizando a lista de verificação para maior facilidade. Use o Pareto para priorizar, o Diagrama de Relação para testar a correlação entre a hipótese e o efeito. Use o Histograma para avaliar a dispersão e Gráficos para verificar a evolução.<br>Teste as hipóteses através de experiências.   |
| ?     | HOUVE CONFIRMAÇÃO DE ALGUMA CAUSA MAIS PROVÁVEL?              |   | Com base nos resultados das experiências será confirmada ou não a existência de relação entre o problema (efeito) e as causas mais prováveis (hipóteses).   |
| ?     | TESTE DE CONSISTÊNCIA DA CAUSA FUNDAMENTAL                    | Existe evidência técnica de que é possível bloquear?<br>O bloqueio geraria efeitos indesejáveis?  | Se o bloqueio é tecnicamente impossível ou se pode provocar efeitos indesejáveis (sucateamento, alto custo, retrabalho, complexidades, etc.) pode ser que a causa determinada ainda não seja a causa fundamental, mas um efeito dela. Transforme a causa no novo problema (F) e pergunte outro porque voltando ao Início do fluxo deste processo.   |

FONTE: FALCONI 1992

### 3.4 - PLANO DE AÇÃO

#### OBJETIVO:

Elaborar um plano de ação para bloquear o problema, eliminando suas causas fundamentais.

#### TAREFAS:

- Elaborar o plano de ação: Definir ações para bloqueio do problema, certificando-se que elas eliminarão as causas e não somente os efeitos colaterais. Em caso afirmativo, adotar ações também contra os efeitos colaterais.
- Definição do cronograma, orçamento e metas: Formular o cronograma e orçamento para solução do problema. Definir metas quantitativas e itens de controle.

#### FERRAMENTAS:

- 5W2H

#### RESUMO:

| FLUXO  | TAREFAS   | FERRAMENTAS EMPREGADAS  | OBSERVAÇÕES   |      |       |       |     |      |        |     |      |        |     |     |       |     |       |  |
|--------|---|---|---|------|-------|-------|-----|------|--------|-----|------|--------|-----|-----|-------|-----|-------|--|
| 1      | ELABORAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE AÇÃO  | Discussão com o grupo envolvido.<br>  | Certifique-se de que as ações serão tomadas sobre as causas fundamentais e não sobre seus efeitos.<br>Certifique-se de que as ações propostas não produzam efeitos colaterais. Se ocorrerem, adote ações contra eles.<br>Teste as hipóteses através de experiências.<br>Proponha diferentes soluções, analise a eficácia e custo de cada uma, escolha a melhor. |      |       |       |     |      |        |     |      |        |     |     |       |     |       |  |
| 2      | ELABORAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO PARA O BLOQUEIO E REVISÃO DO CRONOGRAMA E ORÇAMENTO FINAL | Discussão com o grupo envolvido.<br>"5W1H"<br>Cronograma.<br>Custos.<br> <table border="1"><thead><tr><th>TAREFA</th><th>QUEM</th><th>O QUE</th></tr></thead><tbody><tr><td>MEDIR</td><td>ELI</td><td>PISO</td></tr><tr><td>LIMPAR</td><td>RUI</td><td>PISO</td></tr><tr><td>TROCAR</td><td>EDU</td><td>EXO</td></tr><tr><td>MUDAR</td><td>NEI</td><td>NORMA</td></tr></tbody></table> | TAREFA  | QUEM | O QUE | MEDIR | ELI | PISO | LIMPAR | RUI | PISO | TROCAR | EDU | EXO | MUDAR | NEI | NORMA | Defina O QUÊ será feito ("WHAT").<br>Defina QUANDO será feito ("WHEN").<br>Defina QUEM fará ("WHO").<br>Defina ONDE será feito ("WHERE").<br>Defina POR QUÊ será feito ("WHY").<br>Detalhe ou delegue o detalhamento de COMO será feito ("HOW").<br>Determine a meta a ser atingida e quantifique (\$, toneladas, defeitos, etc.).<br>Determine os itens de controle e verificação dos diversos níveis envolvidos. |
| TAREFA | QUEM  | O QUE   |   |      |       |       |     |      |        |     |      |        |     |     |       |     |       |  |
| MEDIR  | ELI   | PISO  |   |      |       |       |     |      |        |     |      |        |     |     |       |     |       |  |
| LIMPAR | RUI   | PISO  |   |      |       |       |     |      |        |     |      |        |     |     |       |     |       |  |
| TROCAR | EDU   | EXO   |   |      |       |       |     |      |        |     |      |        |     |     |       |     |       |  |
| MUDAR  | NEI   | NORMA   |   |      |       |       |     |      |        |     |      |        |     |     |       |     |       |  |

FONTE: FALCONI, 1992

### **3.5 - AÇÃO**

#### **OBJETIVO:**

Bloquear as causas fundamentais do problema

#### **TAREFAS:**

- Treinamento: Divulgar as ações, certificando-se que todos os envolvidos entenderam e capacitar os executores sempre que necessário.
- Execução da Ação: Implementar as ações e registrar todos os resultados (bons ou ruins).

#### **FERRAMENTAS:**

- 5W2H

#### **RESUMO:**

| FLUXO | TAREFAS          | FERRAMENTAS EMPREGADAS  | OBSERVAÇÕES  |
|-------|------------------|---|--|
| 1     | TREINAMENTO      | Divulgação do plano a todos.<br>Reuniões participativas.<br>Técnicas de treinamento.<br> | Certifique-se de quais ações necessitam da ativa cooperação de todos. Dê especial atenção a estas ações.<br>Apresente claramente as tarefas e a razão delas.<br>Certifique-se de que todos entendem e concordam com as medidas propostas |
| 2     | EXECUÇÃO DA AÇÃO | Plano e cronograma.   | Durante a execução verifique fisicamente e no local em que as ações estão sendo efetuadas.<br>Todas as ações e os resultados bons ou ruins devem ser registrados com a data em que foram tomados.  |

### **3.6 - VERIFICAÇÃO**

#### **OBJETIVO:**

Verificar se o bloqueio foi efetivo e certificar-se que o problema não ocorrerá novamente.

#### **TAREFAS:**

- Comparação dos resultados e análise dos efeitos secundários: Utilizar dados antes e depois da ação de bloqueio para a comparação dos resultados. Utilizar o mesmo tipo de apresentação de dados (não mudar de ferramenta).
- Verificação da continuidade ou não do problema: base nos dados coletados na etapa anterior, verificar se o bloqueio foi efetivo. Se os resultados forem satisfatórios, verificar se todos as ações foram tomadas. Se as ações tomadas não funcionaram, voltar à fase 2 (observação).

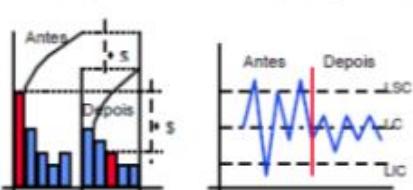
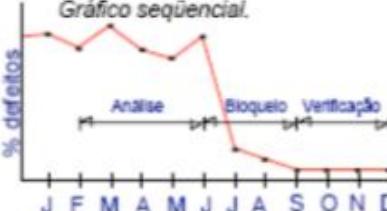
#### **FERRAMENTAS:**

- Diagrama de Pareto

- Gráfico de Tendência ou Gráfico de Controle

- Histograma

## RESUMO:

| FLUXO      | TAREFAS  | FERRAMENTAS EMPREGADAS  | OBSERVAÇÕES   |
|------------|--|---|---|
| 1          | COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS                      | Pareto, cartas de controle, histogramas.<br> | Deve se utilizar os dados coletados antes e após a ação de bloqueio para verificar a efetividade da ação e o grau de redução dos resultados indesejáveis.<br>Os formatos usados na comparação devem ser os mesmos antes e depois da ação.<br>Converta e compare os efeitos, também em termos monetários.      |
| 2          | LISTAGEM DOS EFEITOS SECUNDÁRIOS               |    | Toda alteração do sistema pode provocar efeitos secundários positivos ou negativos.   |
| 3          | VERIFICAÇÃO DA CONTINUIDADE OU NÃO DO PROBLEMA | Gráfico sequencial.<br>                      | Quando o resultado da ação não é tão satisfatório quanto o esperado, certifique-se de que todas as ações planejadas foram implementadas conforme o plano.<br>Quando os efeitos indesejáveis continuam a ocorrer, mesmo depois de executada a ação de bloqueio, significa que a solução apresentada foi falha. |
| NÃO<br>SIM | O BLOQUEIO FOI EFETIVO?                        | Pergunta: A causa fundamental foi efetivamente encontrada e bloqueada?  | Utilize as informações levantadas nas tarefas anteriores para a decisão.<br>Se a solução foi falha retornar ao PROCESSO 2 (OBSERVAÇÃO).   |

FONTE: FALCONI, 1992

## 3.7 - PADRONIZAÇÃO

### OBJETIVO:

Prevenir o reaparecimento do problema.

### TAREFAS:

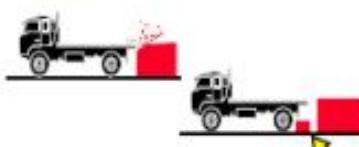
- Elaboração ou alteração do padrão: Estabelecer o novo procedimento operacional ou revisar o antigo.
- Comunicação: Por meio de reuniões e circulares.
- Educação e treinamento: Transmitir as alterações nos padrões para todos os envolvidos no processo.

- Acompanhamento: Fazer verificações periódicas (auditorias) para garantir o cumprimento do padrão.

## FERRAMENTAS:

- 5W2H

## RESUMO:

| FLUXO | TAREFAS                                | FERRAMENTAS EMPREGADAS   | OBSERVAÇÕES   |
|-------|--|--|---|
| 1     | ELABORAÇÃO OU ALTERAÇÃO DO PADRÃO      | <p>Estabeleça o novo procedimento operacional ou reveja o antigo pelo 5W1H.<br/>Incorpore sempre que possível um mecanismo fool-proof ou à prova de bobeira.</p>  | <p>Esclarecer no procedimento operacional "o quê", "quem", "quando", "onde", "como" e principalmente "por quê", para as atividades que efetivamente devem ser incluídas ou alteradas nos padrões já existentes.</p> <p>Verifique se as instruções, determinações e procedimentos implantados no PROCESSO 5 devem sofrer alterações antes de serem padronizados, baseado nos resultados obtidos no PROCESSO 6.</p> <p>Use a criatividade para garantir o não reaparecimento dos problemas. Incorpore no padrão, se possível, o mecanismo "à prova de bobeira", de modo que o trabalho possa ser realizado sem erro por qualquer trabalhador.</p> |
| 2     | COMUNICAÇÃO                            | Comunicados, circulares, reuniões, etc.  | <p>Evite possíveis confusões: Estabeleça a data de início da nova sistemática, quais as áreas que serão afetadas para que a aplicação do padrão ocorra em todos os locais necessários ao mesmo tempo e por todos os envolvidos.</p>   |
| 3     | EDUCAÇÃO E TREINAMENTO                 | <p>Reuniões e palestras.<br/>Manuais de treinamento.<br/>Treinamento no trabalho.</p>   | <p>Garanta que os novos padrões ou as alterações nos padrões existentes sejam transmitidos a todos os envolvidos.</p> <p>Não fique apenas na comunicação por meio de documento. É preciso expor a razão da mudança e apresentar com clareza os aspectos importantes e o que mudou.</p> <p>Certifique-se de que os funcionários estão aptos a executar o procedimento operacional padrão.</p> <p>Proceda o treinamento no trabalho no próprio local.</p> <p>Providencie documentos no local e na forma que forem necessários.</p>  |
| 4     | ACOMPANHAMENTO DA UTILIZAÇÃO DO PADRÃO | Sistema de verificação do cumprimento do padrão.   | <p>Evite que um problema resolvido reapareça devido à degeneração no ACOMPANHAMENTO cumprimento dos padrões:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabelecendo um sistema de verificações periódicas;</li> <li>• Delegando o gerenciamento por etapas;</li> <li>• O supervisor deve acompanhar periodicamente sua turma para verificar o cumprimento dos procedimentos operacionais padrão.</li> </ul>   |

FONTE: FALCONI, 1992

## 4 - FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Nas próximas páginas tomaremos conhecimento de ótimos auxiliares para o gerenciamento da rotina e das melhorias em uma organização. As ferramentas da qualidade, associadas ao método de análise e melhorias de processos, permitem que uma equipe chegue, com relativa facilidade, a resultados positivos na solução de problemas.

### 4.1 - DIAGRAMAS DE PARETO

Em 1887, o economista italiano Vilfredo Pareto apresentou uma fórmula que mostrava a desigualdade na distribuição de salários. Teoria semelhante foi apresentada na forma de diagrama pelo economista americano M.C.Lorenz, em 1907. Os dois professores demonstraram que a maior parte da riqueza pertencia a muito poucas pessoas.

No campo do controle da qualidade, o Dr. J.M.Juran aplicou o método como forma de classificar os problemas da qualidade em "poucos vitais" e "muitos triviais", e denominou-o de Análise de Pareto. Demonstrou que a maior parte dos defeitos, falhas, reclamações e seus custos provêm de um número pequeno de causas. Se essas causas forem identificadas e corrigidas torna-se possível a eliminação de quase todas as perdas. É uma questão de prioridade.

O princípio de Pareto é conhecido pela proporção "80/20". "É comum que 80% dos problemas resultem de cerca de apenas 20% das causas potenciais" (Scherkenbach). "Dito de outra forma, 20% dos nossos problemas causam 80% das dores de cabeça" (Wheeler & Chambers). A Figura 5 representa esta ideia.



Figura 5 - Diagrama de Pareto

Basicamente, a Análise de Pareto é usada para, correta e objetivamente, identificar os problemas mais importantes e, se necessário, possibilita dividi-los, através da estratificação, em problemas menores que são mais fáceis de serem resolvidos.

O Diagrama de Pareto pode ser usado para:

- Auxiliar a equipe a priorizar suas ações sobre as causas que terão o maior impacto se resolvidas;
- Demonstrar a importância relativa dos problemas num formato visual, simples e rápida interpretação;
- Ajuda na prevenção da “mudança de problemas”, onde as soluções removem algumas causas piorando outras;
- O progresso é medido em um formato altamente visível fornecendo incentivo na busca de mais melhorias.

#### 4.1.1 Como construir

A seguir, seguem os passos para a construção do diagrama de Pareto.

1) Primeiro é preciso coletar dados e organizá-los em uma tabela, para isso:

- Determine o tipo de assunto que você quer investigar;
- Especifique o aspecto de interesse do tipo de assunto. Por exemplo, na produção de perdas com defeito existem vários aspectos de interesse: tipo de defeito, localização do defeito, máquinas que produzem o defeito;
- Organize uma folha de verificação com as categorias do aspecto que você decidiu investigar;
- Preencha a folha de verificação;
- Faça as contagens, organize as categorias por ordem decrescente de frequência, agrupe aquelas que ocorrem com baixa frequência sob a denominação "Outros" e calcule o total.

2) Calcule as frequências relativas, as frequências acumuladas e as frequências relativas acumuladas, apresentadas na tabela da Figura 6. Para obter a frequência acumulada, some a frequência da categoria com as frequências das categorias anteriores.

**Distribuição de peças segundo o tipo de defeito**

| Tipo de defeito | Freqüência | Freqüência relativa | Freqüência acumulada | Freqüência relativa acumulada |
|-----------------|------------|---------------------|----------------------|-------------------------------|
| Saliências      | 19         | 23,75               | 19                   | 23,75                         |
| Asperezas       | 18         | 22,50               | 37                   | 46,25                         |
| Riscos          | 12         | 15,00               | 49                   | 61,25                         |
| Manchas         | 11         | 13,75               | 60                   | 75,00                         |
| Cor             | 11         | 13,75               | 71                   | 88,75                         |
| Outros          | 9          | 11,25               | 80                   | 100,00                        |
| Total           | 80         | 100                 | --                   | --                            |

**Figura 6 - Cálculo do Pareto**

3) Desenhar o diagrama de Pareto:

- Trace um eixo horizontal. Divida esse eixo em tantas partes iguais quantas forem as categorias listadas na tabela;
- Trace um eixo vertical e escreva nele as frequências;
- Trace barras verticais, com base no eixo horizontal e altura igual à frequência da categoria. A figura resultante é o diagrama de Pareto;
- Complete a figura colocando título, unidades, data e nome do responsável pela coleta de dados.

4) Para desenhar a curva de Pareto:

- Desenhe um segundo eixo de abscissas com uma escala em percentual.
- Para cada categoria, marque um ponto com abscissa igual ao extremo direito da base da categoria e ordenada igual a frequência acumulada
- Ligue os pontos.

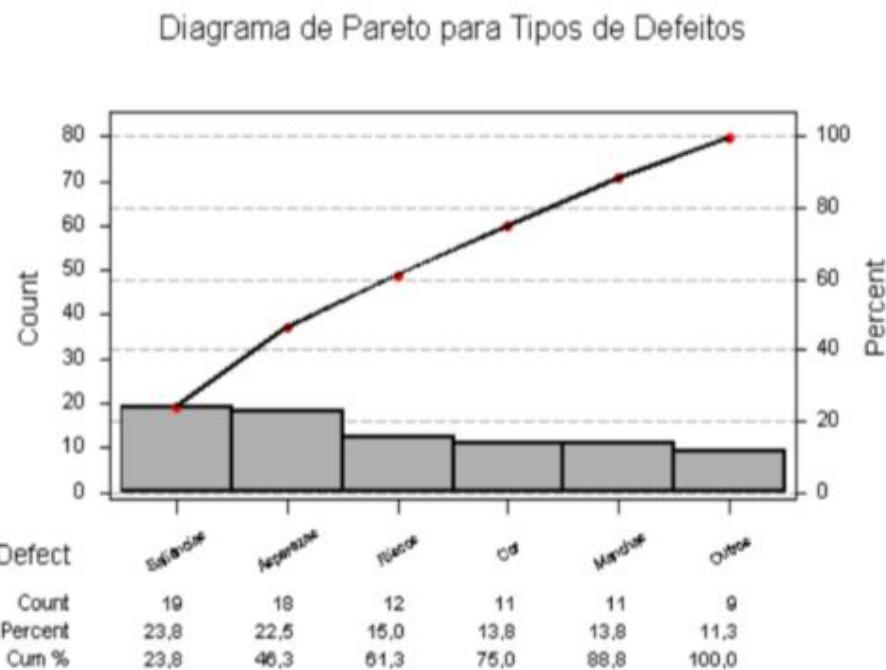


Figura 7 – Diagrama de Pareto

#### Observações:

- É indesejável que o item "outros" tenha percentagem muito alta. Se isso acontecer, é provável que os itens não estejam classificados de forma adequada, sendo preciso rever o método de classificação.

- Se um item parece de simples solução, deve ser atacado imediatamente, mesmo que tenha menor importância relativa. Como o gráfico de Pareto objetiva a eficiente solução do problema, exige que ataquemos somente os pontos vitais. Se determinado item parece ter importância relativa menor, mas pode ser resolvido por medida corretiva simples, deve servir como exemplo de eficiência na solução de problemas.

## 4.2 - GRÁFICO DE TENDÊNCIA OU GRÁFICO DE CONTROLE

São gráficos com limites de controle que permitem o monitoramento dos processos. Estes gráficos servem para identificar o aparecimento de causas especiais nos processos, verificar se o processo está estável e detectar quanto a variabilidade do processo está excessiva.

### É aplicado para:

- Permitir que a equipe analise as tendências ou padrões de comportamento dos dados (desempenho de um processo) durante um período de tempo;
- Monitorar processos para detectar tendências, mudanças ou ciclos;
- Permitir a equipe comparar o desempenho antes e depois da implementação de uma solução e medir o seu impacto;
- Focalizar sobre as verdadeiras mudanças vitais nos processos.

### 4.2.1 Como construir

A seguir, seguem os passos para a construção de um gráfico de controle.

- 1) Decidir qual processo será avaliado;
- 2) Obter os dados. Geralmente coletar de 20 a 25 dados para detectar padrões significativos;
- 3) Criar um gráfico com o eixo vertical (eixo y) representando a variável que está sendo medida. Construa o eixo y de forma que cubra toda a variação (1,5 vezes a amplitude dos dados). No eixo horizontal (eixo x) desenhe uma escala sequencial ou de tempo;
- 4) Registrar os dados. Calcule a média e represente no gráfico com uma linha; • Sugestão: Não recalcule a média toda vez que dados são adicionados. Recalcule apenas quando existir uma mudança significativa no processo.
- 5) Interpretar os resultados. Verifique a posição da linha média. Está próxima as especificações ou necessidades dos clientes? Está próxima aos objetivos do negócio?
  - Sugestão: Um risco no uso de gráficos de tendência é tratar toda variação como sendo importante. Os gráficos de tendência deveriam ser usados para focar apenas sobre as mudanças importantes no processo.

A Figura 8 apresenta um exemplo de gráfico de controle.

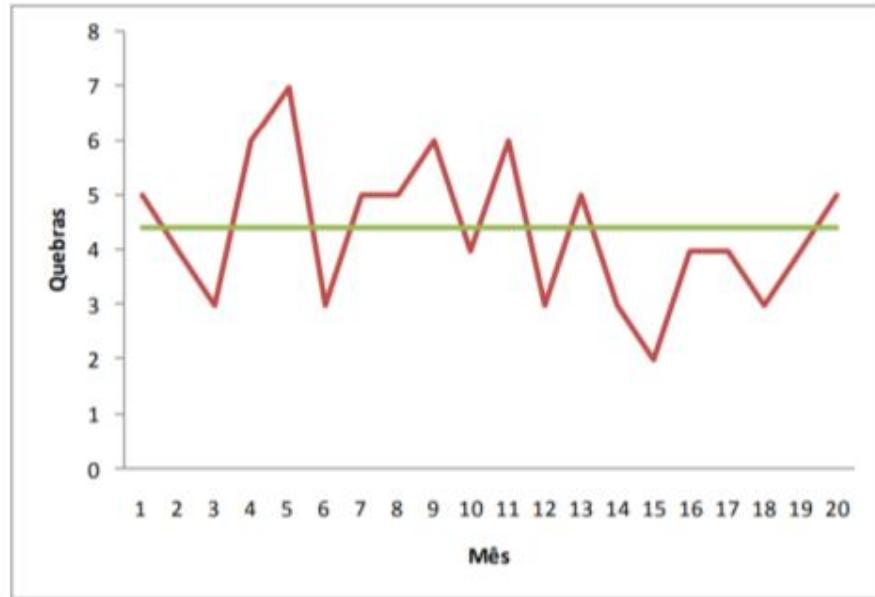


Figura 8 – Gráfico de Controle ou tendência

#### 4.3 - FLUXOGRAMAS DE PROCESSO

É um método para descrever graficamente um processo existente, ou um novo processo proposto, usando símbolos simples e palavras, de forma a apresentar as atividades e a sua sequência no processo.

O objetivo de um fluxograma é fornecer uma representação gráfica dos elementos, componentes ou tarefas associadas a um processo. Os fluxogramas são úteis para o propósito de documentação de um processo, proporcionando o conhecimento das suas etapas e relações de dependência.

##### O Fluxograma é aplicado para:

- Demonstrar complexidades, áreas problemáticas, redundâncias, laços (loops) desnecessários, e onde a simplificação e a padronização são possíveis.
- Analisar e comparar os fluxos reais e ideais de processos para identificar oportunidades de melhorias.
- Permitir que a equipe obtenha um consenso sobre as etapas do processo a serem examinadas e quais etapas podem impactar na performance do processo.
- Identificar áreas onde dados adicionais podem ser coletados e investigados.
- Servir como apoio no treinamento para entendimento do processo por completo.

#### 4.3.1 - Simbologia

Antes de entender como construir um fluxograma é necessário conhecer os símbolos envolvidos e seus significados, conforme apresentado na Figura 9.

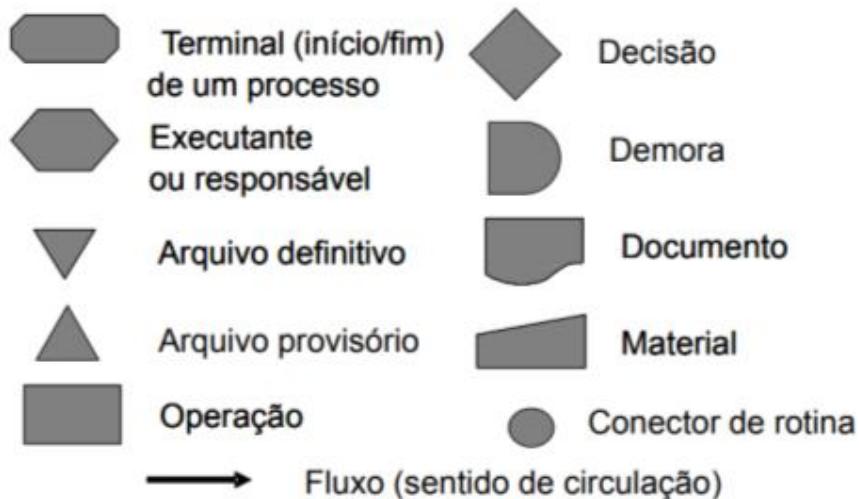


Figura 9 – Simbologia do Fluxograma

#### 4.3.2 - Como construir

A seguir, seguem os passos para a construção de um fluxograma.

- 1) Determinar os limites ou fronteiras do processo. Definir claramente onde o processo em análise começa (entrada) e termina (saída). Os membros da equipe devem concordar sobre o nível de detalhamento a ser utilizado;
- 2) Determinar as etapas do processo. Elabore uma lista (brainstorming) com as principais atividades, entradas, saídas e decisões em um flipchart do início até o final do processo;
- 3) Colocar as etapas em sequência. Coloque as etapas na ordem em que elas são realizadas;
- 4) Desenhar o fluxograma usando os símbolos apropriados;
  - Seja consistente com o nível de detalhe demonstrado
    - Um macro-fluxo irá mostrar as atividades chaves e não caixas de decisões;
    - Um nível intermediário irá apresentar ações e pontos de decisões;
    - Um micro-fluxograma irá mostrar detalhes minuciosos.
  - Nomeie cada etapa do processo com palavras que sejam entendidas pelos usuários.
  - Desenhe as setas para mostrar a direção do fluxo das etapas dos processos. Para facilitar o entendimento do fluxograma, você pode desenhar todas as setas de decisão “sim” para baixo e “não” para o lado.
  - Não se esqueça de identificar o seu trabalho.

### 5) Revisar o fluxograma:

- Os símbolos foram utilizados corretamente?
- As etapas do processo (entradas, saídas, ações, decisões, esperas / atrasos) foram claramente identificadas?
- Verifique que cada laço de feedback esteja fechado, isto é, cada passo leva a frente ou de volta para outro passo.
- Verifique se todo o ponto de quebra tem o seu correspondente ponto de continuidade no fluxograma na mesma ou em outra página.
- Usualmente só existe uma seta de saída de uma caixa de atividades. Se existir mais de uma seta de saída, você pode precisar de um losango de decisão;
- Valide o fluxograma com pessoas que não pertençam a equipe e pelos que operam o processo. Traga e discuta com a equipe as recomendações e incorpore no fluxograma final.

### 6) Analisar o fluxograma:

- O processo está operando como deveria?
- As pessoas seguem o processo conforme o fluxograma?
- Existem complexidades ou redundâncias que podem ser reduzidas ou eliminadas?
- O quanto diferente o processo atual é diferente do ideal? Desenhe o fluxograma ideal. Compare os dois (atual versus ideal) para identificar discrepâncias e oportunidades para melhorias.

## 4.5 - BRAINSTORMING

Desenvolvido por Alex Osborn em 1950 para uso em publicidade, o brainstorming é baseado no princípio da total suspensão do julgamento, o que requer esforço e treinamento. Segundo Osborn, dos dois tipos de pensamento humano, o criativo e o crítico, usualmente predomina o último. Assim, o objetivo da suspensão de julgamento é o de possibilitar a geração de ideias, sobrepujando o pensamento de julgar e criticar. Só após a geração de um número suficiente de ideias é que se fará o julgamento de cada uma.

Outro princípio do brainstorming sugere que quantidade origina qualidade. Quanto maior o número de ideias geradas, maior será a possibilidade de encontrar a melhor solução do problema. Maior será também o número de conexões e associações que geram novas ideias e outras soluções.

O Brainstorming é uma técnica utilizada com o intuito de romper paradigmas, oportunizar momentos de criatividade e encontrar diversidade nas ideias e opiniões dentro da equipe de trabalho. A técnica de Brainstorming é um processo destinado à geração de ideias/sugestões criativas, possibilitando ultrapassar os limites/paradigmas dos membros da equipe.

O Brainstorming pode ser de dois tipos: Estruturado, ou não estruturado. No estruturado, todos os membros do grupo devem lançar uma ideia a cada rodada, o que acaba obrigando a participação de todos. No não estruturado os membros do grupo vão lançando ideias de acordo com o que vem em suas mentes, essa forma oportuniza um ambiente mais livre e relaxado, porém, pode haver o risco de dominação de alguns participantes mais desinibidos.

Apesar de todo esse aspecto liberal, essa técnica possui algumas regras de aplicação, apresentadas na Figura 13, para que seja possível atingir o objetivo proposto com ela que é coletar o máximo de ideias e opiniões possíveis e fazer com que todos participem.

| BRAINSTORMING |   |   |
|---------------|---|---|
| REGRA         | O QUE FAZER?  | COMO FAZER?   |
| 1             | Escolher um líder para dirigir as atividades do grupo.  | Durante as reuniões o líder deve agir como incentivador e motivador para que todos os membros participem e exponham suas idéias.  |
| 2             | Todos os membros colaboram com sua opinião sobre as possíveis causas para o problema analisado. | Os membros do grupo vão apresentando suas idéias de forma informal. Cabe ao líder incentivar os membros que tenham dificuldade de expor sua idéia, por exemplo.   |
| 3             | Nenhuma Idéia pode ser criticada  | As críticas podem causar constrangimento para alguns integrantes do grupo, causando inibição. Depois de estruturar o diagrama de causa e efeito, pode ser feita uma revisão e eliminar as causas pouco viáveis. |
| 4             | As idéias devem ser escritas de forma que todos consigam visualizá-las.                         | A exposição das idéias facilita o surgimento de novas idéias, os membros passam a ter novas idéias a partir de sugestões anteriores.  |
| 5             | A tendência de culpas pessoas deve ser evitada.   | Procurar culpados tira o foco da resolução do problema.   |

**Figura 13 – Regras do Brainstorming**

#### 4.5.1.1 Como aplicar:

Feitas todas as considerações sobre o Brainstorming, é importante contemplar sua forma de aplicação. No Brainstorming estruturado, a questão central deve ser escrita em um local onde todos os membros possam visualizar importante que todos tenham entendido a questão ou o problema para iniciar.

Após a exposição da questão, cada membro do grupo tem que dar uma ideia ou passar a vez, assim como já destacado nas regras as ideias não podem ser criticadas e durante o giro, o líder deve estimular e motivar o grupo a participação, direcionando atenção com cautela principalmente aos mais inexperientes e tímidos.

Todas as ideias lançadas devem ser escritas em letras grandes e visíveis aos participantes da forma como foram geradas, sem abreviações ou substituições. O giro prossegue até que todos passem a vez, indicando que as ideias esgotaram. Deve durar de 05 a 20 minutos, dependendo do assunto. Depois que acaba o processo, a lista de ideias deve ser revisada, e descartadas apenas as ideias em duplicidade.

No método não estruturado a diferença no processo é o giro de ideias que não obrigatório que cada um lance sua ideia ou passe a vez. Os membros vão falando conforme lembram ou surgem novas ideias e sugestões.

#### 4.6 - DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO / ISHIKAWA

Também chamado de "diagrama de espinha de peixe" ou "diagrama de Ishikawa", foi aplicado pela primeira vez, no Japão, em 1943. Professor da Universidade de Tóquio, Kaoru Ishikawa utilizou o diagrama para sintetizar as opiniões dos engenheiros de uma fábrica, quando discutiam problemas da qualidade.

No início, o diagrama era usado por auxiliares de Ishikawa para dar organização às pesquisas. Hoje é aplicado no mundo inteiro para equacionar problemas da qualidade e de várias outras áreas.

No Japão, seu uso é generalizado nas empresas. O diagrama de causa e efeito está, inclusive, incluído na terminologia de controle da qualidade da JIS - "Japanese Industrial Standards" (Normas Industriais Japonesas).

O diagrama recebe o nome de espinha de peixe pelo seu formato. Sua estrutura consiste em ordenar as causas iniciais para os seus efeitos finais, ou seja, os problemas são colocados do lado direito do gráfico (onde seria a cabeça do peixe) e suas causas do lado esquerdo, conforme Figura 14. A principal utilidade do diagrama é identificar as causas de um problema.

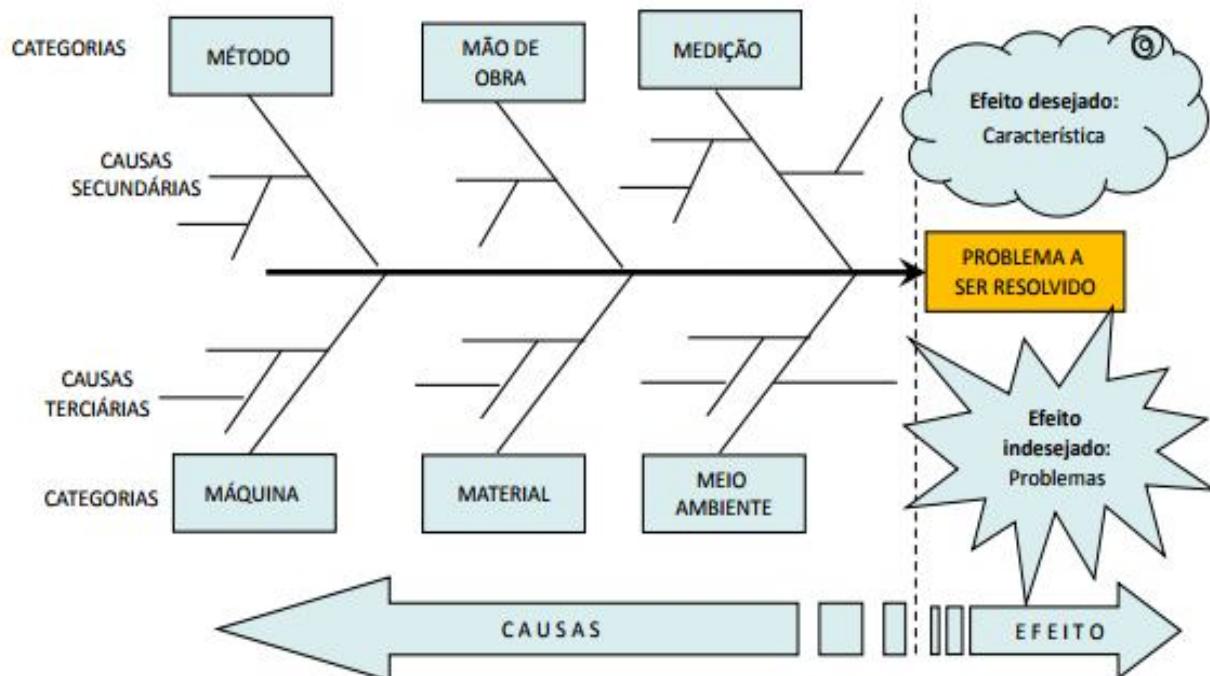


Figura 14 – Diagrama de Ishikawa

O diagrama dá uma ideia clara das “causas” prováveis que contribuem para um “efeito”. As categorias de causas mais utilizadas são: método, mão-de-obra, material e máquina, meio ambiente e medições (6M). A explicação de cada categoria dos 6M's pode ser verificada na Figura 15.

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>MÉTODO</b>        | Procedimentos, métodos, maneiras de executar cada trabalho                |
| <b>MÃO DE OBRA</b>   | Conhecimentos e habilidades necessárias para o bom desempenho das pessoas |
| <b>MATERIAIS</b>     | Tipo de materiais e disponibilidades para utilização no processo          |
| <b>MÁQUINA</b>       | Condições e capacidade das instalações e recursos físicos                 |
| <b>MEIO AMBIENTE</b> | Condições de fatores relacionados ao ambiente de negócio                  |
| <b>MEDIÇÃO</b>       | Referentes à medições (medidas)   |

Figura 15 - Categorias 6M

Dentre as aplicações do diagrama de Ishikawa pode-se destacar:

- Capacitar a equipe para focar sobre o conteúdo do problema;
- Construir um conhecimento coletivo e consenso da equipe sobre o problema, formando uma base para os esforços de melhoria;
- Focalizar as ações da equipe sobre as causas e não sobre os sintomas.

#### 4.6.1.1 Como construir

A seguir, seguem os passos para a construção de um Diagrama de Ishikawa.

1) Definir claramente o problema (o que é, onde ocorre, quando ocorre, etc.).

2) Levantar as possíveis causas através de:

- Brainstorming (sem prévia preparação);
- Folhas de verificação (com dados levantados pela equipe antes da reunião).

3) Construir o diagrama de causa e efeito:

- Escreva a definição do problema dentro de um retângulo, ao lado direito da folha de papel e no final de um eixo;
- Escreva as causas primárias do problema sob investigação em retângulos e os disponha em torno do eixo. Ligue esses retângulos ao eixo por seguimentos de reta.
- Identifique as causas secundárias dentro de cada causa primária. Escreva essas causas ao redor da respectiva causa primária.
- Quando examinar cada causa, observe os fatos que mudaram, como, por exemplo, desvios das normas ou dos padrões.

➤ Identifique a causa, não o sintoma. As causas são encontradas através de sucessivas perguntas do tipo “Porquê esta causa ocorre?”. Use vocabulário simples e direto (economize palavras). Questione o porquê de cada causa;

4) Obtenha consenso do grupo sobre causas a serem sanadas. Afinal, se as causas de um problema não podem ser removidas, o diagrama de causa e efeito não terá aplicação prática;

5) Use o diagrama de causa e efeito como uma ferramenta de discussão para entender melhor como proceder nos esforços de melhoria. O diagrama também pode ser utilizado para comunicar as muitas causas potenciais de qualidade que podem influenciar um efeito, resultado ou meta de melhoria.

A Figura 16 mostra um diagrama de causa e efeito tendo como efeito uma derrota em uma partida esportiva.

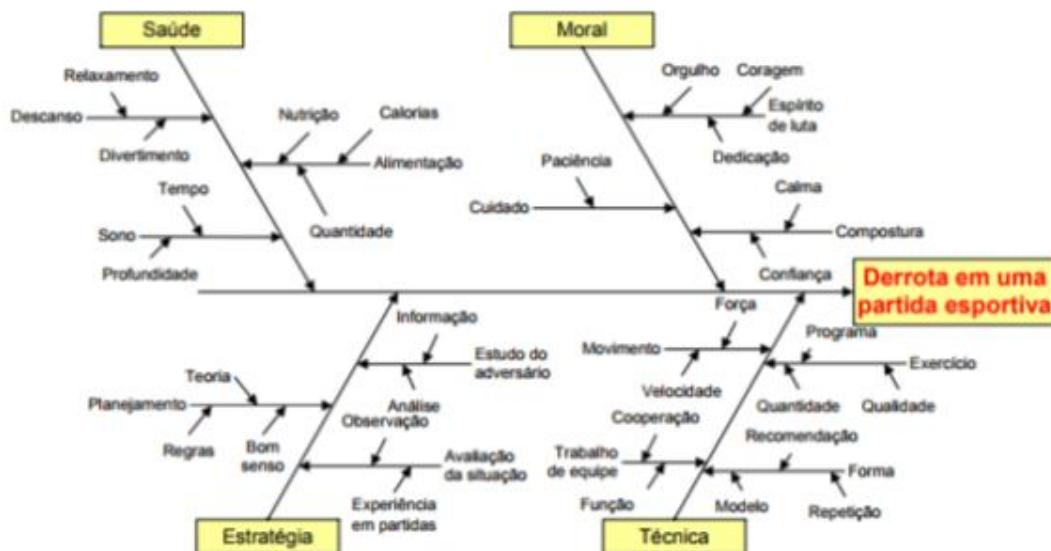


Figura 16 – Exemplo de Diagrama de Ishikawa

## 4.7 - DIAGRAMA DE DISPERSÃO

Diagrama de Dispersão é um gráfico cartesiano que representa a relação entre duas variáveis. Serve para verificar a existência ou não de relação entre duas variáveis.

Dizemos que há uma correlação entre duas variáveis x e y quando y aumenta ou diminui com x:

- Se y aumenta com o aumento de x, dizemos que há uma correlação positiva entre x e y
- Se y diminui com o aumento de x, dizemos que há uma correlação negativa entre x e y

O Diagrama de Dispersão é utilizado para identificar quais fatores, dentre vários que tenham influência nas características de qualidade, têm correlação forte com características de qualidade. Serve ainda para determinar a faixa ideal para controle de variáveis que influenciem uma característica de interesse ou para comparar resultados de medições

precisas e medições simples, testes destrutivos e não destrutivos, e para escolher características ou métodos substitutos para realizar medições ou experimentos.

Suas principais aplicações são:

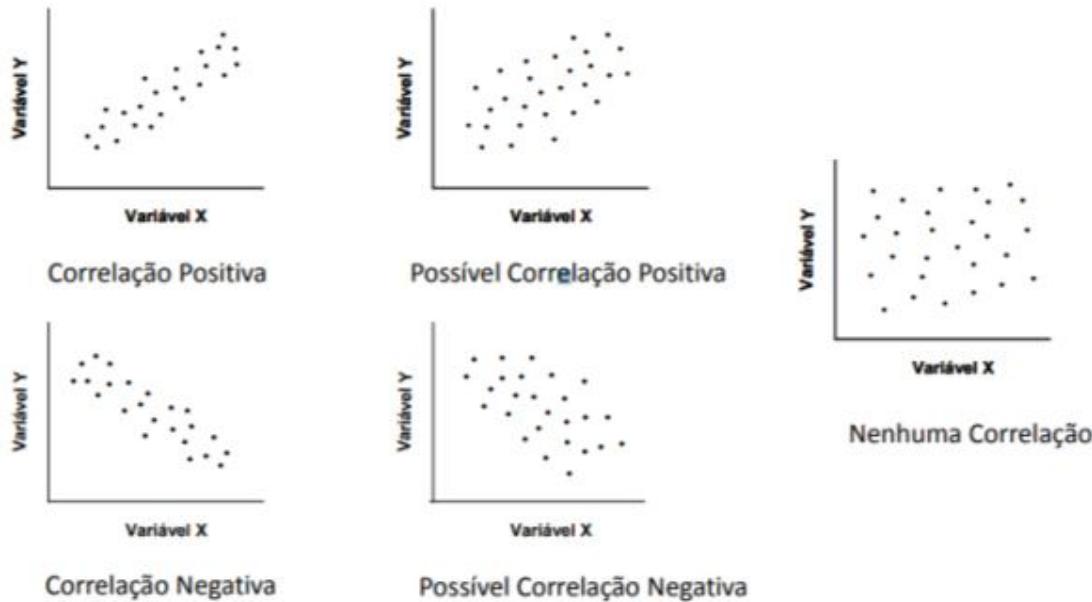
- Fornecer dados para confirmar a hipótese que duas variáveis são relacionadas;
- Fornecer informações sobre a força de relação das variáveis;
- Suportar a análise de um diagrama de causa e efeito, determinando se existe mais do que apenas um consenso da equipe na relação de uma causa com um efeito.

#### 4.7.1.1 Como construir

A seguir, seguem os passos para a construção de um Diagrama de Dispersão.

- 1) Coletar de 25 a 100 pares de dados que possam ser correlacionados;
- 2) Desenhar os eixos horizontal e vertical. O diagrama de dispersão é construído de forma que o eixo horizontal (eixo x) represente os valores da variável independente (causa) e o eixo vertical (eixo y) represente a variável dependente (efeito);
- 3) Plotar cada par de pontos no gráfico. Se houver pontos repetidos, circule-os quantas vezes quanto for necessário;
- 4) Interpretar o diagrama de dispersão:
  - A direção e a espessura do grupamento de pontos indica a intensidade e a forma de relação entre as variáveis.;
  - Você só pode afirmar que X e Y tem correlação, mas não que um é a causa do outro.

A Figura 17 apresenta possíveis resultados de correlações.



**Figura 17 – Diagrama de Dispersão**

#### 4.8 HISTOGRAMA

O Histograma é um diagrama de barras que representa a distribuição de frequências de uma população. É uma representação gráfica na qual um conjunto de dados é agrupado em classes uniformes, representado por um retângulo cuja base horizontal são as classes e seu intervalo e a altura vertical representa a frequência com que os valores desta classe estão presente no conjunto de dados. Serve para verificar o comportamento de um processo em relação à especificação.

A Figura 18 apresenta graficamente a definição de um Histograma e a sua relação com a distribuição normal. A distribuição normal é uma das mais importantes distribuições da estatística, conhecida também como Distribuição de Gauss ou Gaussiana. Além de descrever uma série de fenômenos físicos e financeiros, possui grande uso na estatística inferencial. É inteiramente descrita por seus parâmetros de média e desvio padrão, ou seja, conhecendo-se estes consegue-se determinar qualquer probabilidade em uma distribuição Normal.

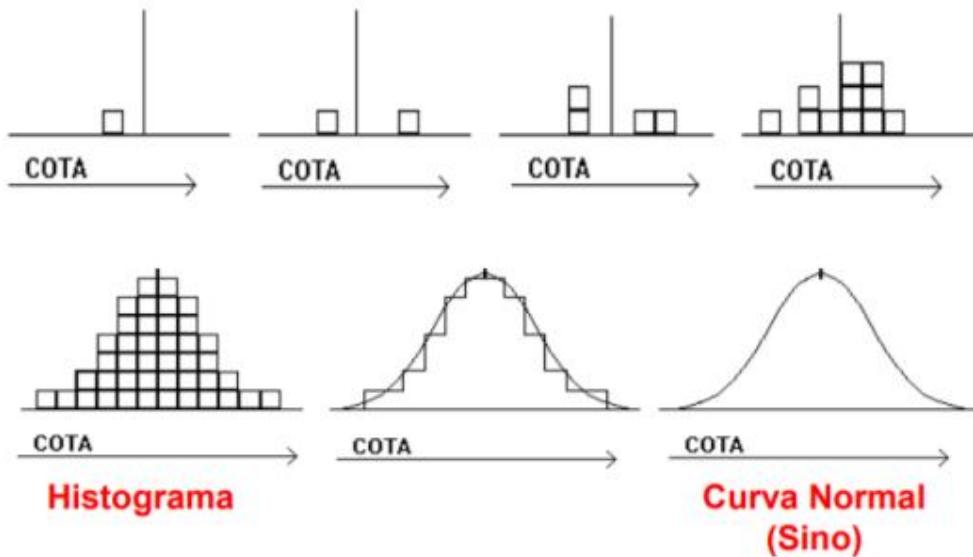


Figura 18 – Histograma e Distribuição Normal

O Histograma apresenta as seguintes aplicações:

- Apresentar uma grande quantidade de dados que são difíceis de serem interpretados em uma tabela;
- Mostrar a freqüência relativa de ocorrência de vários valores de dados;
- Revelar a centralização, dispersão (variação) e forma da distribuição dos dados;
- Ilustrar rapidamente a distribuição do conjunto de dados;
- Fornecer informações para previsão de desempenho futuro dos processos;
- Auxiliar a indicar se ocorreu alguma mudança no processo;
- Auxiliar a responder a questão: “O processo é capaz de atender os requisitos do cliente?”

#### 4.8.1.1 Como construir

A seguir, seguem os passos para a construção de um Histograma.

1) Decida sobre a medição do processo:

- o Os dados devem ser “variáveis”, isto é, medidos sobre uma escala contínua. Por exemplo: temperatura, tempo, dimensões, peso, velocidade.

2) Coletar os dados:

- Colete pelo menos de 50 a 100 pontos de dados se você planeja procurar, padrões, centralização (média), dispersão (variação), e forma. Você pode também considerar colher dados para um período especificado de tempo: hora, turno, dia, semana, etc;
- Use dados históricos para descobrir padrões ou como base de medição de desempenho passado.

2) Preparar uma tabela de frequência conforme o exemplo da Figura 19.

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 9,9  | 9,3  | 10,2 | 9,4  | 10,1 | 9,6  | 9,9  | 10,1 | 9,8  |
| 9,8  | 9,8  | 10,1 | 9,9  | 9,7  | 9,8  | 9,9  | 10,0 | 9,6  |
| 9,7  | 9,4  | 9,6  | 10,0 | 9,8  | 9,9  | 10,1 | 10,4 | 10,0 |
| 10,2 | 10,1 | 9,8  | 10,1 | 10,3 | 10,0 | 10,2 | 9,8  | 10,7 |
| 9,9  | 10,7 | 9,3  | 10,3 | 9,9  | 9,8  | 10,3 | 9,5  | 9,9  |
| 9,3  | 10,2 | 9,2  | 9,9  | 9,7  | 9,9  | 9,8  | 9,5  | 9,4  |
| 9,0  | 9,5  | 9,7  | 9,7  | 9,8  | 9,8  | 9,3  | 9,6  | 9,7  |
| 10,0 | 9,7  | 9,4  | 9,8  | 9,4  | 9,6  | 10,0 | 10,3 | 9,8  |
| 9,5  | 9,7  | 10,6 | 9,5  | 10,1 | 10,0 | 9,8  | 10,1 | 9,6  |
| 9,6  | 9,4  | 10,1 | 9,5  | 10,1 | 10,2 | 9,8  | 9,5  | 9,3  |
| 10,3 | 9,6  | 9,7  | 9,7  | 10,1 | 9,8  | 9,7  | 10,0 | 10,0 |
| 9,5  | 9,5  | 9,8  | 9,9  | 9,2  | 10,0 | 10,0 | 9,7  | 9,7  |
| 9,9  | 10,4 | 9,3  | 9,6  | 10,2 | 9,7  | 9,7  | 9,7  | 10,7 |
| 9,9  | 10,2 | 9,8  | 9,3  | 9,6  | 9,5  | 9,6  | 10,7 |      |

**Figura 19 – Exemplo de Dados para Histograma**

a) Contar o número de dados, n, na amostra. No exemplo existem 125 dados, n =125.

b) Determinar a amplitude, R, para conjunto de dados da amostra. A amplitude é o valor mais alto da amostra subtraído do valor mais baixo. Para o nosso exemplo:

$$R = X_{\text{máx}} - X_{\text{min}} = 10,7 - 9,0 = 1,7.$$

c) Determinar o número de intervalos de classe, k necessários. Tire a raiz quadrada do número total de pontos de dados, e arredonde para o número inteiro mais próximo.

$$K = \sqrt{125} = 11,18 = 11 \text{ intervalos}$$

d) Determinar a largura (amplitude da classe) de classe, H:

A fórmula para isto é:

$$H = R / k = 1,7 / 10 = 0,17$$

Onde, R é a amplitude geral dos dados e k o número de classes.

- Arredonde primeiro o seu número para o valor mais próximo, com a mesma quantidade de decimais dos dados da amostra. Depois acrescente mais uma casa decimal. No exemplo, poderíamos ajustar para 0,20.

e) Determinar as fronteiras de classes, ou pontos finais.

- Use o menor ponto de medição individual da amostra, ou arredonde para o próximo número inferior. Este será o ponto final inferior para o primeiro intervalo de classe. No nosso exemplo deveria ser 9,0.
- Adicione a largura de classe, H, ao ponto final inferior. Este seria o ponto final inferior para o próximo intervalo de classe. No nosso exemplo:

$$9,0 + H = 9,0 + 0,20 = 9,20$$

- Sugestão: Cada intervalo de classe deve ser mutuamente exclusivo, isto é, cada dado (medição) irá se ajustar dentro de um e apenas um intervalo de classe.
- Consecutivamente adicione a largura de classe ao limite inferior de classe até que os k intervalos de classe ou a amplitude de todos os números sejam obtidos.

f) Construir uma tabela de frequências baseado nos cálculos do item "e". A tabela de frequências baseado no nosso exemplo é apresentada na Figura 20.

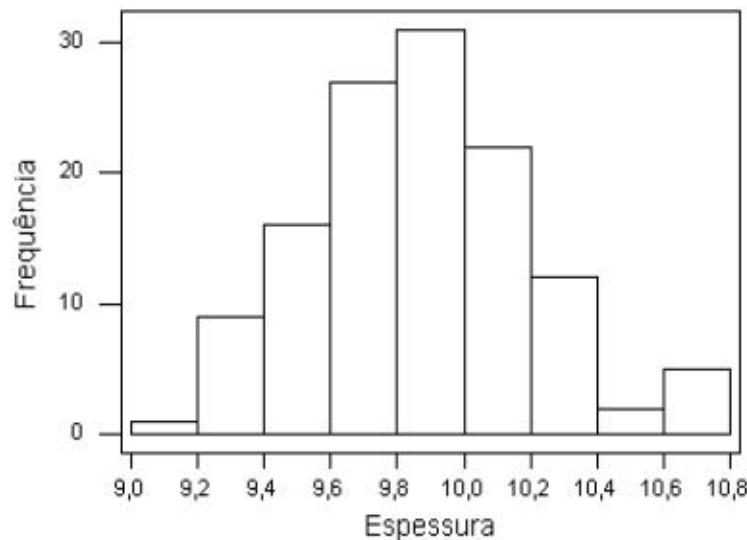
| Classe<br># | Limites de<br>Classe | Ponto<br>Médio | Frequencia | Total |
|-------------|----------------------|----------------|------------|-------|
| 1           | 9,00 - 9,19          | 9,1            | I          | 1     |
| 2           | 9,20 - 9,39          | 9,3            | III        | 10    |
| 3           | 9,40 - 9,59          | 9,5            | III        | 16    |
| 4           | 9,60 - 9,79          | 9,7            | III        | 27    |
| 5           | 9,80 - 9,99          | 9,9            | III        | 31    |
| 6           | 10,00 - 10,19        | 10,1           | III        | 22    |
| 7           | 10,20 - 10,39        | 10,3           | II         | 12    |
| 8           | 10,40 - 10,59        | 10,5           | II         | 2     |
| 9           | 10,60 - 10,79        | 10,7           | III        | 5     |
| 10          | 10,80 - 10,99        | 10,9           |            | 0     |

Figura 20 – Tabela de frequências do Histograma

3) Desenhar um histograma da tabela de frequência:

- Sobre a linha vertical (eixo y), desenhe a escala de contagem considerando o intervalo de classe com contagem mais alta;
- Na linha horizontal (eixo x), desenhe a escala relacionada com a variável que está sendo medida;
- Para cada intervalo de classe, desenhe uma barra com a altura igual à contagem daquela classe.

Especificações 9+/- 1,5



**Figura 21 - Histograma**

#### 4.8.1.2 Interpretação

É importante saber interpretar um histograma, para tal, seguem algumas situações básicas de resultados.

Figura 22: Centralização: Onde a distribuição está centrada? O processo está rodando muito acima? Muito abaixo?

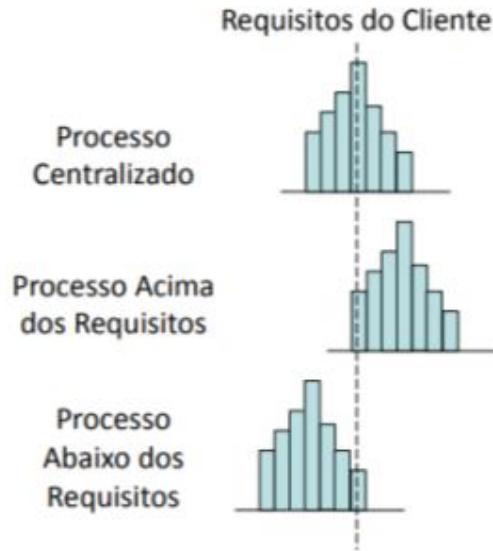


Figura 22 – Análise do Histograma quanto à centralização

Figura 23: Variação: Qual a variação ou dispersão dos dados? A variabilidade é grande ou pequena?

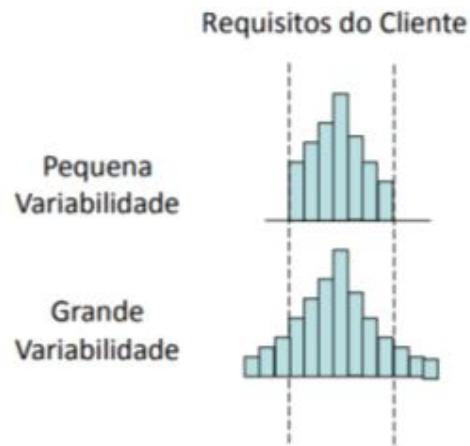


Figura 23 – Análise do Histograma quanto à variação

Figura 24: Forma: Qual é a sua forma? É parecida com uma normal (distribuição com forma de sino)? É positivamente ou negativamente inclinada, isto é, os dados estão mais concentrados para a esquerda ou para direita? Existem dois (bi-modal) ou mais picos?

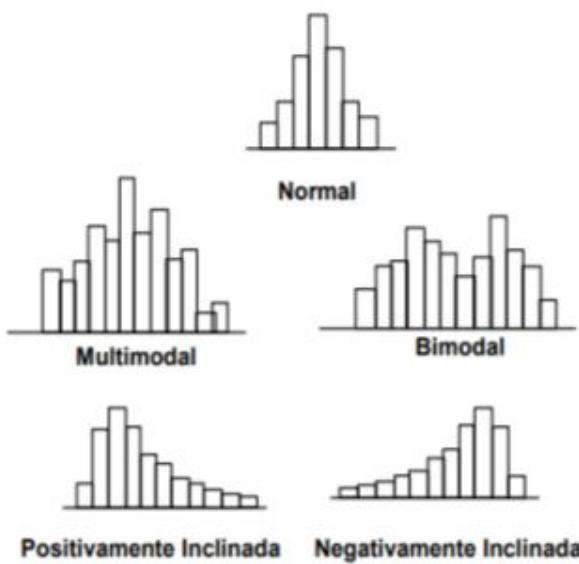


Figura 24 – Análise do Histograma quanto à forma

Sugestões:

- Alguns processos são naturalmente inclinados, não espere que toda distribuição tenha a forma de sino.
- Dois ou mais picos podem indicar que os dados podem vir de fontes diferentes, isto é, turnos, pessoas, fornecedores, máquinas. Se isto for evidente, os dados devem ser estratificados.
- Desconfie da precisão dos dados se o histograma termina subitamente (tal como um limite de especificação) sem um prévio declínio nos dados. Isso poderia indicar que produtos defeituosos estão separados e não incluídos na amostra.
- Da mesma forma que um gráfico de controle, um histograma normalmente distribuído terá quase todos os seus valores dentro de +/- 3 desvios padrões da média.