

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ANÁLISE CRÍTICA EM FORNECEDOR NA UTILIZAÇÃO  
DO APQP PARA APROVAÇÃO DE AMOSTRA PARA PRODUÇÃO  
NO SETOR DAS MONTADORAS: UM ESTUDO DE CASO**

**MANOEL EDNILSON EREIRA GONÇALVES**

ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS ROBERTO CAMELLO LIMA

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2006

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ANÁLISE CRÍTICA EM FORNECEDOR NA UTILIZAÇÃO  
DO APQP PARA APROVAÇÃO DE AMOSTRA PARA PRODUÇÃO  
NO SETOR DAS MONTADORAS: UM ESTUDO DE CASO**

**MANOEL EDNILSON EREIRA GONÇALVES**

**ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS ROBERTO CAMELLO LIMA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

**SANTA BÁRBARA D'OESTE**

**2006**

Dedico esta pesquisa à minha família, em especial ao meu pai que muito trabalhou para minha formação em engenharia, à minha mãe pela sua sensibilidade e desprendimento e aos meus filhos Daniel e Samuel, seguidores também da minha profissão e inspiradores de meus mais belos sentimentos, sonhos e realizações.

“...É preciso escolher um caminho que não tenha fim e, ainda assim, caminhar sempre na expectativa de encontrá-lo.”  
(William Shakespeare)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente e acima de tudo a Deus, “por Ele tudo somos e tudo podemos”, à minha amada mulher, companheira de profissão, viagem e alma gêmea Carmen, aos meus pais Expedito e Íria que me mostraram o caminho da luz e da eterna busca, ao professor e amigo Dr. Carlos Roberto Camello Lima pela orientação, compreensão e incentivo dispensado ao desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço também a todos aqueles que contribuíram com esta pesquisa, autores aqui referenciados, companheiros de trabalho que juntos compartilhamos e aprendemos na prática da vida profissional.

GONÇALVES, Manoel Ednilson Ereira. ***Análise Crítica em Fornecedor na Utilização do APQP para Aprovação de Amostra para Produção no Setor das Montadoras: Um Estudo de Caso, 2006.*** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste.

## RESUMO

As mudanças ocorridas nos últimos anos no mercado competitivo global e local geraram uma crescente exigência pela excelência operacional em todos os processos das empresas. Esta pesquisa está relacionada com a busca da excelência na introdução de novos produtos e apresenta uma análise crítica dos processos e procedimentos envolvidos na aprovação de amostras para produção de equipamentos em fornecedores do setor das Montadoras, utilizando-se o método estruturado do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP). O estudo de caso mostra a correlação entre a proposta da metodologia e a eficácia de sua implementação, algumas práticas e estudos de capacidade de processos. Apresenta também a efetividade da comunicação do cliente, suas necessidades e dificuldades encontradas pelo fornecedor em transformar os requisitos críticos do cliente no elevado nível de qualidade exigido pelo mesmo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Capacidade, Qualidade, APQP, Estudo de Caso, Efetividade.

GONÇALVES, Manoel Ednilson Ereira. ***Análise Crítica em Fornecedor na Utilização do APQP para Aprovação de Amostra para Produção no Setor das Montadoras: Um Estudo de Caso, 2006.*** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste.

### **ABSTRACT**

*The changes happened in the last years in the global competitive market and place generated a growing demand for the operational excellence in all of the companies processes. This research is related with the excellence search in the new products introduction and it presents a processes critical analysis and procedures involved in the approval of samples for equipments production in suppliers of the Assembler Industries, being used the structured method of the Advanced Product Quality Planning (APQP). The case study shows the correlation between the methodology proposal and the effectiveness of its implementation, some practices and studies of the processes capability. It also presents the effectiveness of the customer's communication, their needs and difficulties found by the supplier in transforming the critical requirements of the customer at the high quality level demanded.*

**KEYWORDS:** *Capability, Quality, APQP, Case Study, Effectiveness.*

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>VI</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>XI</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1. RELEVÂNCIA DO TEMA.....	12
1.2. OBJETIVOS .....	13
1.3. MÉTODO.....	14
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	14
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>16</b>
2.1 VISAO DOS PRINCIPAIS AUTORES .....	17
2.1.1 DEMING .....	18
2.1.2 JURAN .....	20
2.1.3 FEIGENBAUM.....	26
2.1.4 CROSBY .....	31
2.2. QFD - DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE.....	35
2.3. A CADEIA DE SUPRIMENTOS.....	37
2.4. NORMAS SETORIAIS DO SISTEMA DA QUALIDADE .....	43
2.5 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL.....	47
<b>3. APQP - PLANEJAMNETO AVANÇADO DA QUALIDADE DO PRODUTO .....</b>	<b>49</b>
3.1. PREMISSAS .....	50
3.2 MATRIZ DE RESPONSABILIDADE DO PLANEJAMENTO DA QUALIDADE DO PRODUTO .....	50
3.3. FUNDAMENTOS DO PLANEJAMENTO DA QUALIDADE DO PRODUTO .....	51
3.4 CRONOGRAMA DE PLANEJAMENTO DA QUALIDADE DO PRODUTO.....	52
3.5. PLANEJAR E DEFINIR PROGRAMA .....	53
3.5.1.VOZ DO CLIENTE .....	53
3.5.2. PLANO DE NEGOCIOS/ESTRATEGIA DE MARKETING.....	53
3.5.3. DADOS DE BENCHMARKING DO PRODUTO/PROCESSO .....	53
3.5.4. PREMISSAS DO PRODUTO/PROCESSO .....	54
3.5.5 ESTUDOS SOBRE A CONFIABILIDADE DO PRODUTO.....	55
3.5.6. INPUTS DO CLIENTE .....	55
3.5.7. OBJETIVOS DO PROJETO.....	55
3.5.8. METAS DE CONFIABILIDADE E DE QUALIDADE.....	55
3.5.9. LISTA PRELIMINAR DE MATERIAIS .....	55
3.5.10. FLUXOGRAMA PRELIMINAR DE PROCESSO.....	56
3.5.11. LISTA PRELIMINAR CARACTERÍSTICAS ESPECIAIS DE PRODUTO E PROCESSO.....	56
3.5.12. PLANO DE GARANTIA DO PRODUTO.....	56
3.5.13. SUPORTE DA GERENCIA.....	57
3.6. PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO .....	57
3.6.1. ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA DO PROJETO (DFMEA) .....	57
3.6.2. PROJETO DA MANUFATURABILIDADE E MONTAGEM .....	58
3.6.3. VERIFICAÇÃO DO PROJETO .....	58
3.6.4. ANÁLISES CRÍTICAS DO PROJETO.....	58
3.6.5. CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO E PLANO DE CONTROLE.....	59
3.6.6. DESENHOS DE ENGENHARIA (INCLUÍDOS DADOS MATEMATICOS).....	59
3.6.7. ESPECIFICAÇÕES DE ENGENHARIA.....	59
3.6.8. ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAL .....	60

3.6.9. ALTERAÇÕES DE DESENHOS E ESPECIFICAÇÕES .....	60
3.6.10. REQUISITOS PARA NOVOS EQUIPAMENTOS, FERRAMENTAL E INSTALAÇÕES .....	60
3.6.11. CARACTERÍSTICAS ESPECIAIS DO PRODUTO E PROCESSO .....	60
3.6.12. REQUISITOS PARA MEIOS DE MEDIÇÃO/ EQUIPAMENTOS DE TESTES .....	61
3.6.13. COMPROMETIMENTO DE VIABILIDADE DA EQUIPE E SUPORTE DA GERENCIA .....	61
3.7. PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO .....	61
3.7.1. PADRÕES DE EMBALAGEM .....	62
3.7.2. ANÁLISE CRÍTICA DO SISTEMA DA QUALIDADE PRODUTO/PROCESSO .....	62
3.7.3. FLUXOGRAMA DO PROCESSO .....	62
3.7.4. LAY OUT DAS INSTALAÇÕES .....	62
3.7.5. MATRIZ DAS CARACTERÍSTICAS .....	63
3.7.6. ANÁLISE E MODO E EFEITOS DE FALHAS DE PROCESSO (PFMEA) .....	63
3.7.7. PLANO DE CONTROLE DE PRÉ-LANÇAMENTO .....	63
3.7.8. INSTRUÇÕES DE PROCESSO .....	63
3.7.9. PLANO DE ANÁLISE DOS SISTEMAS DE MEDIÇÃO .....	64
3.7.10. PLANO DE ESTUDO PRELIMINAR DA CAPABILIDADE DE PROCESSO .....	64
3.7.11. ESPECIFICAÇÕES DE EMBALAGEM .....	64
3.7.12. SUPORTE DA GERENCIA .....	64
3.8. VALIDAÇÃO DO PRODUTO E PROCESSO .....	65
3.8.1. CORRIDA PILOTO DE PRODUÇÃO .....	65
3.8.2. AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE MEDIÇÃO .....	65
3.8.3. ESTUDO PRELIMINAR DA CAPABILIDADE DE PROCESSO .....	66
3.8.4. APROVAÇÃO DE PEÇA DE PRODUÇÃO .....	66
3.8.5. TESTES DE VALIDAÇÃO DA PRODUÇÃO .....	71
3.8.6. AVALIAÇÃO DE EMBALAGEM .....	71
3.8.7. PLANO DE CONTROLE DE PRODUÇÃO .....	71
3.8.8. APROVAÇÃO DO PLANEJAMENTO DA QUALIDADE E SUPORTE DA GERENCIA .....	71
3.9. RETROALIMENTAÇÃO, AVALIAÇÃO E AÇÃO CORRETIVA .....	72
3.9.1. VARIAÇÃO REDUZIDA .....	72
3.9.2. SATISFAÇÃO DO CLIENTE .....	73
3.9.3. ENTREGA E ASSISTENCIA TÉCNICA .....	73
3.10. METODOLOGIA DO PLANO DE CONTROLE .....	74
3.10.1 PLANO DE CONTROLE .....	75
3.10.2 ANÁLISE DE PROCESSO .....	75
3.10.3 LISTA DE VERIFICAÇÃO .....	75
<b>4. ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>77</b>
4.1. ESTUDO DE CASO DE PRODUTOS HIDRÁULICOS .....	77
4.2. CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROCESSO .....	82
4.3. ANÁLISE E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DO APQP .....	92
4.3.1. AVALIAÇÃO DA FASE: PLANEJAR E DEFINIR PROGRAMA .....	93
4.3.2. AVALIAÇÃO DA FASE: PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO .....	94
4.3.3. AVALIAÇÃO DA FASE: PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO .....	96
4.3.4. AVALIAÇÃO DA FASE: VALIDAÇÃO DO PRODUTO E PROCESSO .....	97
4.3.5. AVALIAÇÃO DA FASE: RETROALIMENTAÇÃO, AVALIAÇÃO E AÇÃO CORRETIVA .....	99
4.3.6. AVALIAÇÃO GERAL DO APQP .....	100
<b>5. CONCLUSOES.....</b>	<b>101</b>
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>105</b>

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
APQP – Advanced Product Quality Planning and Control Plan  
CEP – Controle Estatístico de Processo  
DFMEA – Design Failure Mode and Effect Analyses  
DOE – Design of Experiments  
ESI – Early Supplier Involvement  
FMEA - Failure Mode and Effect Analysis  
ISO – International Organization for Standardization  
MSA – Measure System Analyses (Estudo do Sistema de Medição)  
PFMEA – Production Failure Mode and Effect Analyses  
PPAP – Production Part Approval Process  
PSW – Part Submission Approval (Aprovação de Peça de Produção)  
QFD – Quality Function Deployment (Desdobramento da Função Qualidade)  
R&R – Estudo de Repetibilidade e Reprodutibilidade  
SCM – Supply Chain Management  
STP – Sistema Toyota de Produção  
TPM – Total Productive Maintenance  
TQM – Total Quality Management  
TE9000 – Tooling and Equipment

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Miguel (2001), o conceito do que se entende por qualidade tem mudado ao longo do século XX. Desde o início da era industrial, a qualidade era praticada, mesmo que somente como forma de conferir o trabalho realizado pelos artesões. A saturação dos produtos do mercado, a competitividade entre as empresas, e mais recentemente, a globalização da economia alterou o enfoque da qualidade e o mercado passa, então, a ser regido pelos clientes, ao invés daqueles que produzem, provocando mudanças no conceito da qualidade.

Durante muito tempo, a indústria brasileira esteve protegida pelo mercado fechado e produzindo quase que exclusivamente para o mercado interno. O nível tecnológico e sua eficiência produtiva impediram seu desenvolvimento e, com a abertura de mercado realizada por volta dos anos 90, culminou com a falta de competitividade, tanto sob o aspecto de custo, como de qualidade.

Conforme Simon & Agostinho (1994), as empresas necessitam enfrentar os desafios de um ambiente extremamente competitivo e em contínua mutação e se vêem obrigadas a remodelar suas estruturas organizacionais com vistas a acelerar o processo de tomada de decisão sobre seus negócios. As saídas mais freqüentemente apontadas são:

- A redução do ciclo de introdução de novos produtos no mercado;
- Reestruturação de todo o seu sistema organizacional a fim de adquirir competência para produzir e suprir produtos de acordo com as tendências reais do mercado.

Dessa forma, devido às necessidades competitivas das organizações, a qualidade dos produtos deixou de ser um aspecto ganhador de pedido para se tornar qualificador de pedido. Assim, algumas empresas nacionais do setor industrial vêm investindo em novos sistemas de gestão de negócios para

melhorar a qualidade, como o Desdobramento da Função Qualidade (*QFD-Quality Function Deployment*), Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos, tanto em projeto, como em processo (*FMEA - Failure Mode and Effect Analysis*), Controle Estatístico do Processo (CEP), para atingir Certificação de Sistema de Qualidade, conforme Normas Internacionais ISO 9000, ISO/TS 16.949.

Muitas outras iniciativas foram incorporadas desde então, tais como a inclusão de filosofias como o *Just in Time* (produção exata, no momento exato), Manufatura Enxuta, Metodologia de Melhorias do Processo e Produto, como o 6Sigma, e criando seus sistemas de produção baseados no STP (Sistema Toyota de Produção), iniciado no Japão.

A competitividade das organizações depende muito de seu processo de introdução de novos produtos e da revisão das alterações técnicas de produtos solicitadas pelo cliente.

Assim, o processo de desenvolvimento e aprovação de amostras tem uma importância crucial para a sobrevivência das empresas e a utilização de métodos estruturados, como o *Advanced Product Quality Planning and Control Plan* – APQP, dá robustez e a confiabilidade exigida pelo mercado.

### **1.1. RELEVÂNCIA DO TEMA**

Com a crescente exigência pela excelência operacional em seus processos e em toda a cadeia produtiva, as empresas que querem sobreviver devem trabalhar focando na obtenção de resultados. Portanto, precisam buscar competitividade, redução de custos de produção e melhorar a confiabilidade de seus produtos e processos.

Não é mais possível entregar um produto para seu cliente sem garantir sua confiabilidade. Este trabalho foca o processo de desenvolvimento e aprovação de amostra para a produção em fornecedor, no qual se trabalha preventivamente na antecipação de problemas de qualidade.

Para dar maior robustez e confiabilidade no processo de desenvolvimento e aprovação de amostra para a produção, é utilizada a metodologia do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP), que é um método estruturado para definir e estabelecer as etapas, facilitar a comunicação entre todos os envolvidos, assegurando que todas as etapas requeridas sejam completadas em tempo e com qualidade para que o produto satisfaça o cliente.

O APQP é um processo de atenuação de riscos, dotado de inúmeras ferramentas capazes de avaliar e validar riscos potenciais do não atendimento dos requisitos do cliente e dessa forma prevenir problemas.

## **1.2. OBJETIVOS**

O objetivo geral deste trabalho é realizar uma análise crítica, via estudo de caso, dos processos e procedimentos envolvidos na aprovação de amostras para produção, na qual é utilizado o método estruturado de Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP) em fornecedores do setor das Montadoras.

Como objetivos secundários, têm-se:

- Desenvolver análise e debate acerca da qualidade e dos processos existentes em um fornecedor de equipamento hidráulico da região Sul do Brasil decorrente da percepção de sua importância para a sobrevivência das empresas;
- Avaliar, por intermédio de um estudo de caso, o sistema de qualidade em um fornecedor de equipamento hidráulico da região Sul do Brasil, para garantir conformidade nos produtos e processos para uma empresa montadora do Estado de São Paulo;
- Avaliar a utilização do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP) e Plano de Controle pelo fornecedor.

### **1.3. MÉTODO**

Para este estudo, além da revisão bibliográfica, foram utilizados levantamentos de campo realizados durante o processo de aprovação de amostras em fornecedor de produtos hidráulicos. O estudo de caso visa fornecer uma análise do processo de aprovação de amostras, podendo os resultados ser extrapolados para outras situações semelhantes.

A pesquisa é baseada em um levantamento de campo e análise durante o processo de fabricação e testes de campo, identificando pontos a serem corrigidos para atenderem os requisitos críticos do cliente, e as dificuldades encontradas durante esse processo. Devido à participação ativa do autor nesse processo, pode-se identificar este trabalho como uma pesquisa-ação. Como definido por Jung (2004), a pesquisa tem por princípio a investigação racional e de forma sistêmica dos processos envolvidos para a realização de uma atividade produtiva com o objetivo em orientar a melhor opção para tomada de decisão.

### **1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO**

No sentido do cumprimento desta pesquisa, o trabalho foi dividido em capítulos, conforme mostrado a seguir.

O capítulo 1 trata da Introdução e relevância do tema, objetivos e estrutura do trabalho.

O capítulo 2 trata da revisão bibliográfica, sendo abordada a evolução da qualidade de seus principais precursores; o QFD – Desdobramento da Função Qualidade; aspectos da importância da cadeia de suprimentos e principais normas setoriais do sistema da qualidade.

O capítulo 3 aborda o Planejamento Avançado da Qualidade do Produto – APQP, seu método estruturado que define etapas e avalia riscos, seu funcionamento e sua importância para o trabalho.

O capítulo 4 apresenta o estudo de caso de produtos hidráulicos na empresa pesquisada.

O capítulo 5 apresenta as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo apresenta aspectos conceituais e históricos acerca da Gestão da Qualidade.

Segundo Ferreira (1999), o termo qualidade é originário da palavra em latim *qualitate*, que significa propriedade, atributo ou condição das coisas ou das pessoas, capaz de distingui-la das outras e de lhes determinar a natureza.

Segundo Miguel (2001), em uma escala de valores, é a qualidade que permite avaliar e, conseqüentemente, aprovar, aceitar ou recusar qualquer coisa. Além disso, é possível ainda verificar-se que não existe um termo único para expressar o significado da qualidade, ou seja, um sinônimo; existe, sim, um conjunto de atributos, propriedades ou características relacionadas a um produto.

Na avaliação das empresas quanto a capacidade e repetibilidade de seus processos, é de fundamental importância definir parâmetros relativos à efetividade de seu Sistema de Qualidade.

Para se ter uma linguagem precisa de entendimento, torna-se necessário analisar a visão de alguns autores na área de qualidade, como Juran, Crosby, Feigenbaum, Deming e Ishikawa, e conhecer também a terminologia usada na gestão da qualidade

Por outro lado, é também de suma importância para este trabalho entender os aspectos relativos ao Desdobramento da Função Qualidade (QFD – *Quality Function Deployment*), Sistema Toyota de Produção (TPS – *Toyota Production System*), conceitos básicos da Cadeia de Suprimentos, entre outros.

## **2.1. VISÃO DOS PRINCIPAIS AUTORES**

### **2.1.1. DEMING**

Segundo Deming (1982), a qualidade e a produtividade eram fatores de competitividade e externava que a melhoria contínua do processo produtivo reduziria as sucatas de produção, tempo de máquina e materiais. Considerava que aumentaria a saída dos produtos com menores recursos despendidos, como também a redução dos custos, pessoas satisfeitas no trabalho, e maior competitividade da empresa.

Segundo Deming (1990), seu programa de qualidade, denominado “14 Princípios de Administração”, constitui base para a transformação da indústria norte-americana. A adoção desses princípios, acompanhada da ação correspondente, é um indicativo de que a administração pretende manter a empresa em atividade, e visa proteger os investidores e os empregos.

O sistema fundamentou os ensinamentos ministrados a altos executivos no Japão em 1950 e em anos subseqüentes.

Os 14 princípios aplicam-se indistintamente a organizações pequenas e grandes, tanto na indústria de transformação, como de serviços, e a qualquer divisão de uma empresa:

1- Estabeleça constância de propósitos para a melhora do produto e do serviço, objetivando tornar-se competitivo e manter-se em atividade, bem como criar emprego.

2- Adote a nova filosofia. Nesta nova era econômica, a administração ocidental deve acordar para o desafio, conscientizar-se de suas responsabilidades e assumir a liderança no processo de transformação.

3- Deixe de depender da inspeção para atingir a qualidade. Elimine a necessidade de inspeção em massa, introduzindo a qualidade do produto desde seu primeiro estágio.

4- Cesse a prática de aprovar orçamento com base no preço; ao invés disso, minimize o custo total. Desenvolva um único fornecedor para cada item, num relacionamento de longo prazo fundamentado na lealdade e na confiança.

5- Melhore constantemente o sistema de produção e de prestação de serviços, de modo a melhorar a qualidade e a produtividade, e conseqüentemente, reduzir os custos de forma sistemática.

6- Institua treinamento no local de trabalho.

7- Institua liderança. O objetivo da chefia deve ser o de ajudar as pessoas e as máquinas e dispositivos a executarem um trabalho melhor. A chefia administrativa está necessitando de uma revisão geral, tanto quanto a chefia dos trabalhadores de produção.

8- Elimine o medo, de tal forma que todos trabalhem de forma eficaz para a empresa.

9- Elimine as barreiras entre os departamentos. As pessoas engajadas em pesquisa, projetos, vendas e produção devem trabalhar em equipe, de modo a preverem problemas de produção e utilização do produto ou serviço.

10- Elimine lemas, exortações e metas para a mão-de-obra que exijam nível zero de falhas e estabeleçam novos níveis de produtividade. Tais exortações apenas geram inimizades, visto que o grosso das causas da baixa qualidade e baixa produtividade encontram-se no sistema, estando, portanto, fora do alcance dos trabalhadores.

11a- Elimine padrões de trabalho (cotas) na linha de produção. Substitua-os pela liderança.

11b- Elimine o processo de administração por objetivos. Elimine o processo de administração por cifras, por objetivos numéricos. Substitua-os pela administração por processo, por meio do exemplo de líderes.

12a- Remova as barreiras que privam o operário horista de seu direito de orgulhar-se de seu desempenho. A responsabilidade dos chefes deve ser mudada de números absolutos para a qualidade.

12b- Remova as barreiras que privam as pessoas da administração e da engenharia de seu direito de orgulharem-se de seu desempenho. Isto significa, a abolição da avaliação anual de desempenho ou de mérito, bem como, da administração por objetivos.

13- Institua um forte programa de educação e auto-aprimoramento.

14- Engaje todos da empresa no processo de realizar a transformação. A transformação é da competência de todo mundo.

Uma rotina de inspeção de 100% para aprimorar a qualidade equivale a planejar defeitos, reconhecendo que o processo não está capacitado a satisfazer às especificações.

A inspeção realizada no sentido de garantir a qualidade ocorre tarde demais, é ineficaz e dispendiosa quando o produto ultrapassa o portão do fornecedor. A qualidade não deriva da inspeção e sim da melhora do processo produtivo. Inspeção, rejeito, desclassificação e re-trabalho não constituem ações corretivas sobre o processo.

O re-trabalho eleva os custos. Itens separados para serem refeitos tendem a crescer sempre, e infelizmente ocorrem com certa freqüência. Pelo desespero da falta de peças em outro ponto subsequente da linha, elas acabam não sendo reparados e sim requisitadas e empregadas no estado em que se encontram.

Cabe observar que há exceções, ou seja, circunstâncias em que erros e falhas são inevitáveis, apesar de inaceitáveis:

a- A inspeção não garante a qualidade, nem a melhora. A inspeção é demasiado tardia. A qualidade, boa ou má, já se encontra no produto. Como disse Harold F. Dodge, *apud* Deming (1990): “A inspeção não incorpora qualidade ao produto”.

b- Com raras exceções, a inspeção em massa não é confiável, é custosa e ineficiente. Não realiza uma separação clara entre itens bons e itens defeituosos.

c- Os inspetores tendem a não concordarem entre si enquanto seu trabalho não for submetido a controle estatístico. Deixam, inclusive, de concordar consigo mesmos. Instrumentos de teste, baratos ou caros, requerem manutenção e estudo. A inspeção rotineira torna-se pouco confiável, por ser maçante e cansativa. Uma desculpa corriqueira quando o funcionário é confrontado com dados sobre os números de itens defeituosos que produziu, é que os instrumentos utilizados no teste não são confiáveis. A inspeção e o registro automáticos necessitam de vigilância constante.

d- Em contra partida, a inspeção de pequenas amostras do produto, estabelecendo quadro de controle para obter ou manter um controle estatístico, pode constituir um trabalho profissional. Os inspetores do fornecedor e do cliente passam a ter tempo de comparar seus instrumentos e testes, aprendendo a falar a mesma linguagem.

### **2.1.2. JURAN**

“As características dos produtos e os índices de falhas são determinados, em grande parte, durante o planejamento para a qualidade (JURAN, 2002, p.2)”.

Segundo Juran (2002), muitos problemas específicos de qualidade podem ser atribuídos à maneira pela qual a qualidade foi inicialmente planejada. De certa forma, “nós a planejamos assim”. Isso não quer dizer que os planejadores fossem mal-intencionados ou incompetentes. Pelo contrario, eram muito experientes e dedicados. Porém, enfrentaram problemas relacionados à base

de dados inadequados, orçamentos apertados, programações irreais. Entretanto, nenhum destes fatos diminui a validade da afirmação de que “planejamos assim a qualidade”.

Para cada passo no mapa de planejamento da qualidade é relevante se perguntar: “Quem faz o planejamento da qualidade?” O fator crítico é que a maior parte do planejamento da qualidade tem sido feita por amadores – por pessoas que não foram treinadas no uso das “disciplinas da qualidade”.

Muitas empresas têm tentado lidar com o problema da qualidade, através de especialistas (engenheiros de qualidade e de confiabilidade) à disposição dos planejadores, no papel de consultores. Isso não tem funcionado muito bem. Os resultados melhores têm sido através do treinamento dos próprios planejadores no uso das disciplinas da qualidade, para que esses amadores se tornem profissionais no planejamento da qualidade.

A satisfação com o produto é o motivo pelo qual os clientes compram e tem sua origem nas características do mesmo. A insatisfação com o produto tem sua origem nas não conformidades e é a razão pela qual os clientes reclamam. Existem muitos produtos que proporcionam pouca ou nenhuma insatisfação; eles fazem aquilo que o fornecedor disse que fariam. Entretanto, os produtos não serão vendáveis caso algum produto concorrente proporcione mais satisfação.

A gerência para a qualidade é feita utilizando-se os mesmos três processos gerenciais de planejamento, controle e melhoramento. Os nomes na Trilogia Juran mudam para planejamento da qualidade, controle da qualidade e melhoramento da qualidade.

Planejamento da qualidade é a atividade de desenvolvimento dos produtos e processos exigidos para a satisfação das necessidades dos clientes, e envolve uma série de passos universais:

- Estabelecer metas de qualidade;

- Identificar os clientes – aqueles que serão impactados pelos esforços para se alcançar às metas;
- Determinar as necessidades dos clientes;

Desenvolver características do produto que atendam às necessidades dos clientes;

- Desenvolver processos que sejam capazes de produzir aquelas características do produto;
- Estabelecer controles de processos e transferir os planos resultantes para as forças operacionais.

Controle da qualidade é o processo que consiste dos seguintes passos:

- Avaliar o desempenho real de qualidade;
- Comparar o desempenho real com as metas de qualidade;
- Agir a respeito da diferença.

Melhoramento da qualidade – esse processo é o meio de elevar o desempenho da qualidade a níveis sem precedentes:

- Estabelecer a infra-estrutura necessária para garantir o melhoramento anual da qualidade;
- Identificar as necessidades específicas de melhoras – os projetos de melhoramento;
- Estabelecer, para cada projeto, uma equipe com clara responsabilidade para levá-lo a uma conclusão bem sucedida.

Prover os recursos, a motivação e o treinamento de que as equipes necessitam para:

- Diagnosticar as causas;

- Estimular o estabelecimento de remédios;
- Estabelecer controles para manter os ganhos.

Para Juran (1992), o conceito da Trilogia não é meramente uma forma da gerência explicar a qualidade à alta gerência. Ele também é um conceito unificante que se estende a toda empresa. Cada função possui características únicas, assim como cada produto ou processo. Porém, para cada um deles, o gerenciamento para a qualidade usa os mesmos três processos genéricos da Trilogia: planejamento, controle e melhoramento. Esses processos da Trilogia são inter-relacionados. A Figura 1 apresenta o diagrama da Trilogia de Juran, mostrando esse inter-relacionamento.

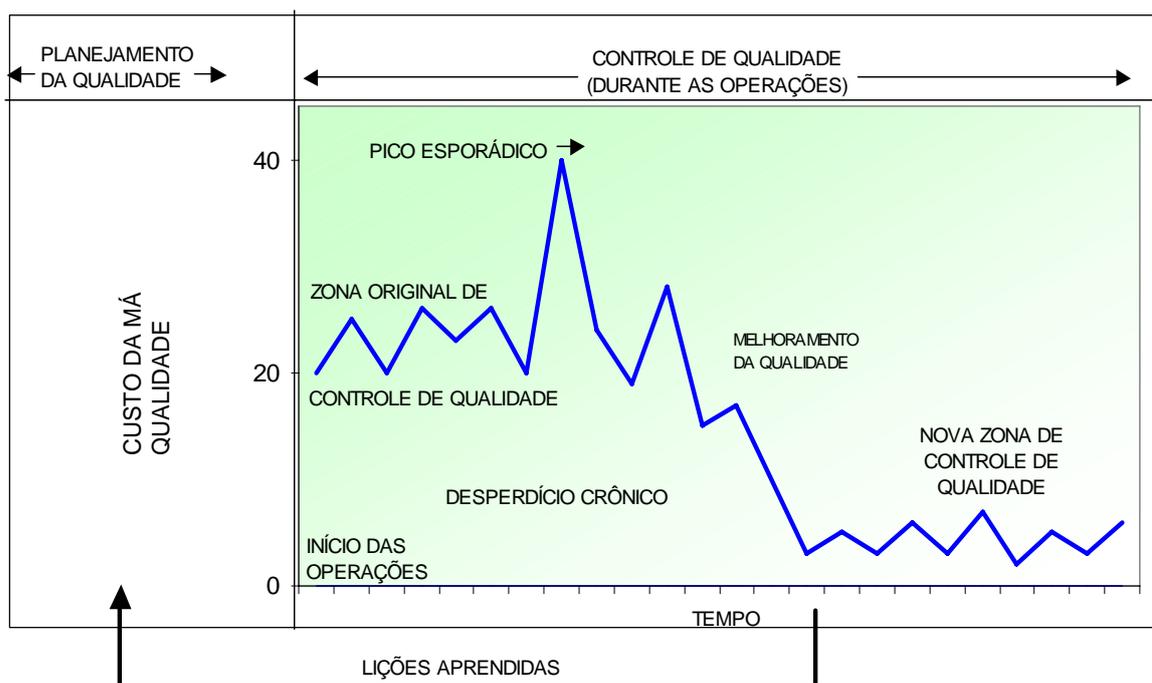


FIGURA 1. TRILOGIA DE JURAN (FONTE: JURAN, 2002)

Esse gráfico dispõe o tempo no eixo horizontal e o custo da má qualidade (as deficiências de qualidade) no eixo vertical. A atividade inicial é o planejamento da qualidade. Os planejadores determinam quem são os clientes e quais são suas necessidades.

Os projetos de produtos e processos são desenvolvidos de forma a atender a essas necessidades. Finalmente, os planejadores passam os planos para as forças operacionais.

A tarefa das forças operacionais é de executar os processos e produzir os produtos. Na medida em que prosseguem as operações, observa-se que o processo não é capaz de produzir um trabalho 100% bom. A Figura 1 mostra que 20% do trabalho precisam ser refeitos, devido a deficiências na qualidade. Esse desperdício passa então a ser crônico, porque foi assim planejado.

Pelos padrões tradicionais de responsabilidade, as forças operacionais não são capazes de eliminar aquele desperdício planejado. O que elas fazem, em vez disso, é executar o controle de qualidade – para impedir que as coisas piorem. O controle inclui o apagamento de incêndios, como aquele pico esporádico (JURAN, 1992),

A Figura 1 também mostra que, com o decorrer do tempo, o desperdício crônico foi levado a um nível muito abaixo daquele originalmente planejado. Esse ganho foi obtido pelo terceiro processo da Trilogia, o “melhoramento da qualidade”. Com efeito, descobriu-se que o desperdício crônico também era uma oportunidade para melhorias.

O diagrama da trilogia (Figura 1) está relacionado às deficiências do produto. Portanto, a escala vertical exhibe unidades de medidas tais como custo da má qualidade, taxa de erros, percentual de defeitos e taxa de solicitações de assistência técnica. Nessa mesma escala, a perfeição está no zero. Tudo o que estiver acima é mal.

O resultado da redução das deficiências do produto é a queda do custo da má qualidade, o melhor atendimento dos prazos de entrega e a redução da insatisfação dos clientes.

O planejamento da qualidade trata da fixação de metas e do estabelecimento dos meios necessários para alcançá-las. O controle de qualidade trata da execução de planos – da condução das operações de forma a atingir as metas.

O controle de qualidade inclui o monitoramento das operações, de forma a detectar as diferenças entre o desempenho real e as metas. (o termo usado pelos contadores para essas diferenças é “variâncias”). Além disso o controle de qualidade inclui ações (combate a incêndios) para restaurar o *status quo* caso apareçam variâncias.

Na questão de desenvolvimento de produtos, o componente de planejamento da qualidade do desenvolvimento de processos tem sido, em grande parte, executado por “amadores experimentados”.

No plano multifuncional, esses planejadores incluem, muitas vezes, analistas de sistemas em tempo integral, engenheiros de processos, analistas de procedimentos e supervisores. Eles também podem incluir equipes de gerentes agindo como comitês, forças tarefas ou similares. No nível departamental, os planejadores podem incluir planejadores departamentais em tempo integral ou supervisores departamentais. Na base da hierarquia (tarefas e operações), os planejadores podem incluir trabalhadores em nível não de supervisão.

Um passo essencial em direção ao melhoramento do planejamento da qualidade do processo é prover esses projetistas amadores de processo com o treinamento orientado para a qualidade que é necessária para transformá-los em profissionais.

O processo deve ser capaz de atingir as metas de qualidade sob condições operacionais, portanto, os projetistas do mesmo devem estar bem informados a respeito de quais são essas condições. Elas existem em inúmeras dimensões.

Todos os processos possuem uma capacidade intrínseca para prover produtos de qualidade. Essa capacidade pode ser avaliada por meio de coleta e análise de dados. A avaliação resultante torna-se um auxílio valioso durante o projeto do processo e também durante a subsequente condução das operações.

A expressão capacidade do processo é amplamente usada para designar a reprodutibilidade (múltiplos ciclos de operação) de um processo, isto é, a capacidade de repetir seus resultados. Um alto grau de reprodutividade é

exigido pelas modernas sociedades industriais para a satisfação de certas necessidades precisas: intercambiabilidade em escala maciça, desempenho previsível, padronização.

Quanto maior o grau de industrialização e quanto mais avançada a tecnologia, maior a demanda por uniformidade nos produtos que exige processos uniformes para produzi-los. O termo técnico para reprodutibilidade é “variabilidade” (ou “dispersão”). Quanto mais alta a variabilidade ou a dispersão, menor a reprodutibilidade.

Segundo Juran (1996), a qualidade consiste nas características do produto que vão ao encontro das necessidades dos clientes e, assim proporcionam a satisfação com relação ao produto.

### **2.1.3. FEIGENBAUM**

Segundo Feigenbaum (1994), há dois princípios de organização para a qualidade, que são fundamentais para a solidez da estrutura que aciona o funcionamento do processo e que, por meio disso, conduz à utilização efetiva das atividades de controle da qualidade:

- O primeiro princípio é de que a qualidade é atividade atribuível a todos numa empresa;
- O segundo princípio da organização do controle da qualidade total é resultado do primeiro, em virtude da qualidade ser tarefa de todos, pode se tornar tarefa de ninguém.

A alta gerência deve reconhecer que muitas responsabilidades individuais pela qualidade são praticadas de forma mais efetiva quando apoiadas e assistidas por uma função bem organizada e genuinamente moderna de gerenciamento, na qual a área de especialização somente representa a qualidade no produto, cuja única área de operação está situada nas tarefas de controle da qualidade e cujas únicas responsabilidades são a garantia da conformidade dos produtos às exigências e a um custo apropriado da qualidade.

A autoridade e responsabilidade envolvida na implementação dos dois princípios básicos da moderna organização da qualidade e o gerenciamento geral deverão documentar de forma nítida e específica e comunicar a todos os funcionários a estrutura da qualidade da empresa e planta com os detalhes organizacionais necessários. As seis etapas para planejar qualquer estrutura confiável de organização para controle da qualidade são:

- Primeira: definir os propósitos da qualidade da empresa cuja execução justifica a criação da organização;
- Segunda: estabelecer os objetivos que deverão ser alcançados pela organização caso essa tencione implementar esses propostos;
- Terceira: determinar as atividades básicas de trabalho que deverão ser executadas a fim de atender aos objetivos da organização. Classificar essas atividades de trabalho, de acordo com um número apropriado de funções básicas;
- Quarta: combinar essas funções básicas em pacote de trabalho que consigam passar no difícil teste das sete perguntas críticas:

1 – O cargo compreende campo lógico e isolado de responsabilidade?

2 – O cargo é perfeitamente definido segundo escopo, propósito, objetivos e resultados a serem atingidos?

3 – Um funcionário qualquer pode ser considerado responsável e conhecer as regras através das quais está sendo julgado?

4 – As funções do cargo estão bem correlacionadas e são “afins”?

5 – O cargo possui autoridade comensurável com sua responsabilidade? Em outras palavras, ele é utilizado como instrumento para a obtenção de resultados?

6 – O cargo pode manter relações fáceis e harmoniosas com outros cargos na organização?

7 – É possível que o número de pessoas que se reportam ao portador da posição seja genuinamente supervisionado?

- Quinta: consolidar os pacotes de trabalho num componente ou componentes da organização que mais adequadamente se ajustem às exigências específicas da empresa; reconhecendo o caráter particular do componente gerado pela organização.
- Sexta: com isso em mente, locar o componente no segmento apropriado da organização da empresa no qual seja possível realizar sua tarefa e atingir seus objetivos com o máximo de eficácia e o mínimo de atrito. Estabelecer relações com outros componentes da organização que se tornem necessários aos objetivos dela.

O princípio apresentado sobre gerenciamento total da qualidade consiste essencialmente, um modo de gerenciar as organizações de forma sistêmica.

Um pré-requisito exigido na implementação de um programa da qualidade total é o delineamento nítido dos objetivos e da política da qualidade de uma empresa. Até que a empresa fixe metas e níveis da qualidade no produto, nenhuma base sólida poderá preparar planos funcionais da qualidade. A política deve ser estabelecida com o intuito de fornecer limites para as decisões relacionadas à qualidade, dentro das funções do negócio, que assegurarão ações adequadas para a obtenção dos objetivos da qualidade. Essa política é o amplo padrão estratégico para conduzir e governar todas as decisões gerenciais das áreas da qualidade no produto, incluindo segurança, confiabilidade e outras características necessárias à qualidade.

Antes de pedidos importantes serem alocadas nos fornecedores, é preciso empregar a técnica da avaliação da capacidade do fornecedor. Pois assim se determinará se o fornecedor se encontra apto a efetuar a entrega em concordância com a qualidade exigida, o prazo de entrega e o preço orçado.

Essa avaliação tem como base o levantamento completo de facilidade e experiências do fornecedor, geralmente por intermédio de inspeção no local. Ela leva em consideração o sistema da qualidade do fornecedor, se a experiência anterior do fornecedor incluiu produtos similares aos que estão sendo solicitados, as capacitações técnicas e em pesquisa e as facilidades industriais disponíveis na organização do fornecedor.

Tal técnica tem aplicação na seleção de fornecedores com base em suas respectivas capacidades na qualidade.

A avaliação dos fornecedores é uma atividade importante para garantir boa qualidade do material recebido na planta e empresa. Duas técnicas principais são fundamentais a essa atividade: a graduação do fornecedor e a graduação de desempenho do fornecedor.

A técnica de graduação do fornecedor apresenta avaliação fornecedor contra fornecedor por meio da qual cada fornecedor é avaliado em relação a outro fornecedor específico ou grupo de fornecedores:

- Quanto a preço;
- Qualidade;
- Entrega e outras características importantes de desempenho.

A graduação de fornecedor normalmente relatada trimestralmente resulta em decisões concernentes às futuras atividades de negócios com esse fornecedor.

Quando fornecedores são comparados contra seus concorrentes, eles podem insistir que a única base sólida é a comparação realizada com um determinado componente, não sobre o desempenho médio total, pois alguns fornecedores podem atender a exigências mais difíceis em tipo específico de item não fabricado por seus concorrentes.

A técnica de graduação de desempenho de fornecedor envolve avaliação objetiva de produtos específicos de um certo fornecedor. O desempenho do

produto é avaliado em profundidade, e os resultados realimentarão esse mesmo fornecedor. No caso de situação revelando qualidade inferior, a informação pode ser utilizada pelo fornecedor para iniciar ação corretiva e melhorar a posição e a reputação com a empresa. O relatório de graduação de desempenho de fornecedor é geralmente publicado mensalmente em casos de produtos com utilização em larga escala.

A graduação de fornecedor e de seu desempenho constitui um efetivo mecanismo de controle do material recebido no programa de controle da qualidade total.

Segundo Cortada *et al.* (1994), nos conceitos do Gerenciamento Total da Qualidade estão embutidas varias idéias resumidas pelos gurus da qualidade: melhoras constantes, zero defeitos, fazer certo da primeira vez e os empregados próximos da situação sabem mais como melhorá-lo.

O centro de todo o processo é o cliente sejam internas ou externas a empresa e as medidas de desempenho acompanham os indicadores de qualidade.

Segundo Shiba *et al.* (1997), as empresas que trabalham em sua gestão via TQM, necessitam engajar-se nas seguintes revoluções: foco no cliente estabelecendo uma política de *market-in* que consiste em reagir de forma rápida as mudanças contínuas que ocorrem na necessidade dos clientes, melhorias contínuas dos produtos e serviços com utilização de método científico de solução de problemas, participação total dos empregados e participação no esforço de aprendizagem global da sociedade no qual as empresas buscam incrementar sua qualidade.

Segundo Feigenbaum (1994), a qualidade é a perseguição às necessidades dos clientes e homogeneidade dos resultados do processo. A qualidade deve buscar atender as necessidades do usuário, presente e futura.

#### 2.1.4. CROSBY

Segundo Crosby (1993), a falta de compreensão da administração da sua responsabilidade na implantação de uma cultura de prevenção sempre foi o problema da qualidade, e o que se espera da gestão da qualidade é que defina exatamente o que os clientes (tanto internos como externos) querem. É preciso estabelecer o que deve ser efetivado para proporcionar ao cliente o cumprimento de todos os requisitos solicitados.

A qualidade tem de ser o caráter essencial da organização. Qualidade significa conformidade com requisitos cuidadosamente estabelecidos, e não uma virtude; aqueles que forem para o próximo século com essa noção e que pensarem que ela possa ser implantada por um sistema vago, simplesmente não sobreviverão (CROSBY,1994).

Segundo Crosby (1993), a atitude de fazer com que os fornecedores sejam bem sucedidos baseia-se no reconhecimento do fato de que tudo o que a empresa usa vem de alguma outra empresa. Quando eles se tornam parte do todo, tudo começa a funcionar. Quando os funcionários e os fornecedores são bem sucedidos, fazem com que os clientes também sejam bem sucedidos.

O objeto da integração em todo o processo é evitar problemas e garantir o sucesso. Dentre os princípios que ela contém destaca-se: fazer com que os funcionários sejam bem sucedidos, fazer com os fornecedores sejam bem sucedidos e fazer com os clientes sejam bem sucedidos (CROSBY, 1993).

De acordo com Mitra (1993), Crosby começa com uma avaliação do sistema de qualidade existente. A administração de qualidade dele provê um método de identificar onde a operação de qualidade existente não é verdadeira, e onde tem potencial para melhoria. Existem seis categorias de gerenciamento que podem ajudar o processo de avaliação: atitude e compreensão da administração, *status* da organização de qualidade, como o problema é manejado, custo de qualidade como uma porcentagem de vendas, ações de melhoria de qualidade, e um resumo de postura de qualidade de companhia.

Crosby (1979) identificou quatro valores absolutos da “administração de qualidade” para entender o significado de qualidade:

- Definição de qualidade: qualidade significa conformidade às exigências;
- Sistema para realização de qualidade: a aproximação racional é prevenção de defeitos;
- Padrão de desempenho: o único padrão de desempenho é zero defeito;
- Medida: a medida de desempenho é o custo de qualidade. Na realidade, Crosby enfatiza os custos de não qualidade como refugo, re-trabalho, serviço, inventário, inspeção e testes.

Mitra (1993) apresenta também os plano de Crosby (14 passos que ajudam o negócio por meio de um programa de melhoria de qualidade):

- Compromisso da administração. Para que a melhoria de qualidade realmente aconteça, o comprometimento começa no topo. A ênfase em prevenção de defeito tem que ser comunicada e uma política de qualidade que declara as exigências de desempenho individuais que precisam ser confrontadas com as exigências do cliente e devem ser desenvolvidas. Time de melhoria de qualidade. Representantes de cada departamento ou divisão devem ser reunidos para formar um time de melhoria de qualidade. Esses indivíduos servirão como porta-vozes para cada grupo que eles representam. Eles serão responsáveis para assegurar que qualquer sugestão seja levada para a ação. Formação de tais times reúne todas as ferramentas necessárias;
- Medição da qualidade. Medição é necessária para determinar o nível de qualidade para cada atividade. Isso ajuda a identificar as áreas aonde a ação corretiva é necessária e onde deveriam ser dirigidos esforços de melhoria de qualidade. Os resultados de medição devem estar em lugares com quadros altamente visíveis para estabelecer uma base para

programa de melhoria de qualidade. Estes princípios se aplicam tanto para serviços como para produção;

- Custo de avaliação da qualidade. O custo da qualidade, ou melhor, da não qualidade, provê uma indicação aonde a ação corretiva e melhoria de qualidade resultarão em redução de custos para a companhia. Um estudo para determinar esses custos deve ser conduzido pela área de controle onde definições precisas devem ser dispostas para identificar as categorias que incluem custos de qualidade. Esse estudo estabelecerá uma medição de desempenho;
- Consciência de qualidade. Devem ser compartilhados os resultados dos custos de não qualidade com todos os empregados, inclusive serviço e pessoal administrativo. Conseguindo que todo mundo esteja envolvido com qualidade facilitará a mudança de atitude de qualidade na organização;
- Ação corretiva. Comunicação e discussão de problemas criam a base para propostas de possíveis soluções. Além do mais, tais discussões também ajudam expor outros problemas previamente não identificados e determinar procedimentos para os eliminarem. Assim, quando surge um problema, podem ser feitas tentativas para solucionar. Para os problemas que não têm remédio imediatamente identificável, uma discussão é adiada para reuniões subseqüentes. O processo inteiro cria um ambiente estimulante de identificação de problema e correção;
- Comprometimento para o programa zero defeito. O conceito de zero defeito deve ser comunicado claramente a todos os empregados; todo o mundo tem que entender que a realização de tal meta é o objetivo da companhia. Montar esse comitê dará credibilidade ao programa de qualidade e demonstrarão o comprometimento da cúpula da organização;

- Treinamento para supervisor. Todos os níveis de administração devem ser alertados sobre os passos do programa de melhoria de qualidade. Também, eles devem ser treinados de forma que desenvolvam a habilidade para explicar isso aos empregados que trabalham para eles. Isso garantirá a propagação dos conceitos de qualidade do presidente ao operário;
- Dia de zero defeitos. A filosofia de Zero Defeitos (ZD) deveria ser estabelecida em toda companhia e deve ocorrer em um dia. Isso ajudará na compreensão uniforme do conceito por todo o mundo. A administração tem a responsabilidade de explicar o programa aos empregados, e eles devem descrever o dia como o significado de uma nova atitude. Administração tem que nutrir esse tipo de cultura de qualidade na organização;
- Definição das metas. Empregados, juntos com os supervisores, devem estabelecer metas mensuráveis específicas. Essas metas podem ser de 30, 60, 90 dias. Esse processo cria atitude favorável para as pessoas estabelecerem e alcançarem as próprias metas;
- Remoção da causa do erro. É pedido aos empregados para identificarem as razões que impedem de atingir zero defeitos; não fazendo sugestões, mas listar os problemas. Isso se torna tarefa do grupo funcional para propor procedimentos e por remover esses problemas. O relatório informando tais problemas devem ser feitos rapidamente. Empregados devem aprender a confiar na administração de forma que ambos os grupos possam trabalhar como um time para eliminar os problemas;
- Reconhecimento. Deve haver programa de prêmio baseado em reconhecimento, em lugar de dinheiro, identificar os empregados que atingiram ou superaram suas metas e reconhecê-los. Tais programas encorajarão a participação de todo o mundo no programa de qualidade;

- Conselho da qualidade: presidente, líderes de times e profissionais associados com o programa de qualidade devem se encontrar em uma base regular para manter todo o mundo atualizado do progresso. Essas reuniões também ajudarão a criar idéias novas para melhoria adicional de qualidade;
- Faça novamente. O processo de melhoria de qualidade é contínuo. Tem que ser repetido inúmeras vezes para que a filosofia da qualidade seja aculturada na companhia.

Para Crosby (1994), qualidade quer dizer conformidade com as exigências, cumprimento dos requisitos.

Os aspectos abordados por todos os autores deste capítulo foram de fundamental importância para a criação do APQP.

## **2.2. DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD)**

O desdobramento da função qualidade é uma metodologia originalmente aplicada no Japão no início da década de 1970 e introduzida nos anos 80 por empresas ocidentais, com o objetivo de gerenciar o processo de desenvolvimento, mantendo o foco sempre voltado para atender as necessidades dos clientes.

Para Miguel (1998), o processo de implementação do QFD envolve 5 etapas: (1) A definição do objetivo do QFD que pode ser usado na correção de problemas existentes detectados pelos clientes, na melhoria de processos existentes, e no desenvolvimento de produto novo;

(2) Definição da equipe multifuncional que deve ser formada com membros dos diversos setores da companhia;

(3) Pela obtenção das informações do cliente, que está baseado em realmente descobrir qual é a voz do cliente e utilizando técnicas adequadas;

(4) A “Construção da Casa da Qualidade”, que é uma matriz que relaciona os requisitos dos clientes com todas as características e especificações do projeto;

(5) O desdobramento da função qualidade, que é transformar as características do produto em planejamento de processo e controle de produção, desdobrando até as áreas de fabricação.

O QFD é uma ferramenta e, como qualquer ferramenta, sua aplicação é limitada. Ela pode ajudar uma companhia a capturar a voz de seus clientes, mas isso não irá dar um sentimento acurado da mente do cliente (DICKINSON,1995).

Segundo Driva *et al.* (2000), em relação à questão de “como as companhias sabem que estão fazendo uso efetivo das funções Projeto e Desenvolvimento do Produto?”, aparentam que na maioria dos casos elas não medem essa atividade muita bem e estão procurando descobrir como fazer isso efetivamente.

De acordo com Garvin (1988), o QFD pode ser definido como um conjunto de matrizes no qual transferem a percepção da qualidade nas características do produto e essas por sua vez nos requisitos de fabricação. Assim a voz do cliente é desdobrada através de toda a companhia.

Akao (1990) define QFD como a conversão dos requisitos dos clientes nas características da qualidade do produto por meio de desdobramentos sistemáticos das relações entre os requisitos dos clientes e as características do produto. Os desdobramentos iniciam-se com cada sub-sistema e estendem-se para componentes ou processos.

Para Cheng *et al.* (1995), o gerenciamento é feito pelo desdobramento das variáveis que compõem o desenvolvimento do produto por meio de matrizes e procedimentos de extração, relação e conversão, e tabelas.

Para Miguel (1998), os benefícios provenientes da utilização da metodologia do QDF são: (1) maior satisfação do cliente, pelo fato de que, seus requisitos, necessidades, e expectativas são traduzidos como características do produto; (2) menores alterações do projeto, pois se concentra nas características relevantes do produto; (3) redução do ciclo de desenvolvimento do produto, já que o produto lançado no mercado conta com características desejáveis e concentra-se naquilo que é importante; (4) a aplicação do QFD reduz o desenvolvimento do produto da ordem de 30% a 50% , com conseqüente redução nos custos de engenharia, fabricação e reposição.

### **2.3. A CADEIA DE SUPRIMENTOS**

Segundo Pires (2004), muitos setores industriais do país passaram a se defrontar com a realidade da competição em escala mundial, face ao processo de globalização que marcou o Brasil desde o início da abertura econômica iniciada bruscamente em 1990.

Para Pires (2004), muitas empresas atuando em mercados, muitas vezes reservados e/ou monopolizados, tiveram que conviver com uma competição baseada em valores de desempenho globais. Cresceu então a lógica da chamada manufatura de classe mundial (*World Class Manufacturing*). A princípio, não interessa muito mais onde você produz nem sob qual realidade (como, por exemplo, o oneroso sistema tributário vigente no Brasil, as más condições da infra-estrutura de transporte e armazenagem, os altos custos portuários, a burocracia alfandegária etc). O que interessa de fato é como se atende com produtos e/ou serviços a um mercado com um conjunto crescente de exigências.

Ainda segundo Pires (2004), o processo de globalização expandiu significativamente a oferta em diversos setores industriais, aumentando assim a pressão pela redução de preços. Também, como em diversos setores não houve uma expansão proporcional no consumo, isto gerou aumento em seu nível de capacidade ociosa.

Segundo Lamber *et al* (1998), a SCM (*Supply Chain Management*) tem foco na integração, na satisfação do cliente e em resultados de negócios, envolvendo o gerenciamento e a coordenação de todos os estágios envolvidos direta ou indiretamente ao atendimento ao cliente, dentro da cadeia de valor, incluindo funções envolvidas no atendimento ao consumidor e desenvolvimento de novos produtos.

Assim, os autores conceituam o gerenciamento da cadeia de suprimentos como a integração dos processos-chave de negócios de uma empresa com seus fornecedores originais, que fornecem produtos, serviços e informações que agregam valor aos clientes. O escopo da cadeia pode ser estabelecido em termos do número de firmas envolvidas, e das atividades e funções desenvolvidas em toda a cadeia de suprimentos. Portanto, o envolvimento de fornecedores no desenvolvimento de novos produtos tem se mostrado positivo no desempenho e na geração de vantagem competitiva, além de proporcionar a solução antecipada de problemas.

Para Pires (2004), a qualidade costuma apresentar-se cada vez mais sob uma perspectiva ampla, bem maior do que a tradicional qualidade apenas de conformação (dimensional). Isso significa que é apenas uma obrigação primária produzir igual ao especificado no projeto. Já o desempenho das entregas costuma ser medido em termos da confiabilidade dos prazos prometidos e duração desses prazos.

Ainda segundo o mesmo autor, o envolvimento dos fornecedores desde a fase inicial de concepção de um produto (*Early Supplier Involvement – ESI*) tende a ser uma prática cada vez mais usual no contexto das relações com os fornecedores na Cadeia de Suprimentos. O processo de desenvolvimento do produto está longe de ser classificado como um processo logístico, mesmo com toda sua reestruturação nos últimos anos. Cabe ressaltar que o fato desse desenvolvimento eventualmente envolver o projeto de embalagens, dispositivos de movimentação e de estocagem, entre outros, não significa que ele se transformou em um processo logístico.

O desenvolvimento de um fornecedor compreende a atividade que uma empresa cliente realiza com a intenção de melhorar o desempenho e/ou capacidade do fornecedor no curto ou longo prazo. As atividades de desenvolvimento de fornecedores podem variar de uma simples avaliação informal de suas operações até a criação de um programa de investimento conjunto em treinamento, melhorias de produtos e processos, dentre outros.

Pode-se afirmar que *outsourcing* é uma prática em que parte do conjunto de produtos e serviços utilizados por uma empresa (na efetivação de uma cadeia de suprimentos) é providenciada por uma empresa externa, num relacionamento colaborativo e interdependente. A empresa fornecedora desenvolve e melhora continuamente a competência e a infraestrutura para atender ao cliente, o qual deixa de possuí-las total ou parcialmente. Entretanto, o cliente continua mantendo uma estreita e colaborativa integração com o fornecedor (PIRES, 1995).

Ainda, para Pires (2004), a lógica básica do *outsourcing* é transferir atividades e processos realizados internamente para fornecedores externos. Isso faz com que se libere e concentre os recursos internos da empresa no desempenho dos negócios principais (*core business*) e no desenvolvimento e gestão de competências distintas (*core competences*) e nas atividades e processos que proporcionam maior retorno em termos de lucratividade. O *outsourcing* pode ser visto também dentro de uma perspectiva de transformação de custo fixo em variável.

Pires (1995) defende que a grande contribuição japonesa foi na realidade redescobrir para o mundo uma grande fonte de competitividade das nações que estavam adormecidas: a Manufatura. Apesar das dificuldades encontradas no pós-guerra e na falta de recursos naturais, o Japão, reconhecidamente, encontrou na Manufatura o caminho para seu enriquecimento, o que chamou a atenção de muitas nações.

Segundo Shingo (1989), o Sistema Toyota de Produção (STP) tem as seguintes características principais:

- Princípio de menor custo, que é um conceito básico que está na base do STP. A sobrevivência de uma companhia depende, então, da redução de custo da produção, baseado na entrega rápida e eliminação de desperdício.
- A resposta para a demanda é exigir que a produção seja sob pedido. Debaixo desse sistema, deve ser abandonada a produção de grande lote convencional. A exigência para produção sob pedido (diversidade alta, baixa quantidade) só pode ser conhecida pela eliminação do desperdício de superprodução.
- Assumir o desafio de redução de custo de mão-de-obra e reconhecer a vantagem de usar máquinas que independem dos trabalhadores. Redução de custo de mão-de-obra é um compromisso contínuo do Sistema Toyota de Produção, simbolizado pela frase “Mão-de-obra mínima”.

A Toyota transformou um sistema de produção tradicionalmente passivo, conciliatório, localizando por trás da produção convencional as causas raízes da ineficiência geralmente aceita e construindo um sistema novo em conceitos que nunca tiveram sido usados.

De acordo com Suzaki (1987), é preciso, em casos de parcerias, que a empresa crie meios para desenvolver seus fornecedores e trabalhe em conjunto com seus parceiros, de modo a garantir e melhorar o nível de qualidade dos produtos fabricados por ambas as partes. Deste modo, desenvolver produtos de qualidade e selecionar fornecedores são essenciais para as empresas entrarem ou permanecerem no mercado.

Segundo Batson *et al.* (2006), a engenharia de qualidade do fornecedor interpreta as necessidades de qualidade do fornecedor e assegura que pode produzir com qualidade aceitável, com nível de produção, embalagem que não afetem a qualidade das peças fornecidas.

Para Villarinho (1999), a qualidade é um critério decisivo para o processo de escolha de um fornecedor, pois a determinação da qualidade de um produto depende muito do grau de interação que a indústria, fabricante do item, tem com seus próprios fornecedores. Portanto, é essencial que os fornecedores ofereçam e garantam a qualidade de suas mercadorias, o que pode ser conseguido por meio de um sistema de qualificação.

Mcginis & Vallopra (1999) apontam que o envolvimento de fornecedores no processo de desenvolvimento de produtos pode contribuir para o sucesso de novos produtos. Segundo os autores, os principais fatores que contribuem para o sucesso de novos produtos quando os fornecedores estão envolvidos são: análise cuidadosa quanto ao envolvimento dos fornecedores no processo de desenvolvimento de produto; orientação estratégica da empresa para com a competitividade; o envolvimento das áreas de compras; compartilhamento de treinamentos, educação e recursos; utilização de times multidisciplinares para selecionar fornecedores e compartilhamento de tecnologias e informações sobre os consumidores.

Estudos apontam para a importância de se envolver fornecedores no desenvolvimento de produtos, basicamente ressaltando a transferência de responsabilidade das inovações e produção de componentes e sistemas para os fornecedores (CLARK & FUJIMOTO, 1991).

A determinação de envolver os fornecedores ou não no desenvolvimento de produto vai além de uma decisão do tipo *make or buy* (LIKER *et al.*, 1996). Na maioria das vezes, somente os fornecedores de primeiro nível é que acabam por se envolver no desenvolvimento de produto com a empresa. Esses fornecedores de primeiro nível tendem a ter um relacionamento sólido e de longo prazo com os seus clientes. Eles se juntam ao desenvolvimento do produto logo no seu início, trocam informações e acabam sendo responsáveis por boa parte da execução do desenvolvimento de sistemas ou subsistemas (LIKER *et al.*, 1996).

Choi & Hartley (1996) acreditam que, muitas vezes, a relação dos critérios relacionados ao processo de seleção de fornecedores não incorpora adequadamente toda a amplitude de questões que são consideradas como relevantes nas decisões de compra, como a necessidade da aproximação do relacionamento comprador/fornecedor e o constante aprimoramento das competências dos sujeitos do processo, fatores de extrema relevância para a prática da seleção das fontes.

Segundo Baily (2000), as atividades relacionadas à função de suprimentos envolvem muito mais do que simplesmente a escolha particular de um ou outro fornecedor a ser contratado. O processo de seleção engloba o relacionamento contínuo com determinadas fontes que, ou são aquelas que realmente fornecem os bens e serviços, ou outras fontes potenciais que ainda poderão ser utilizadas pela empresa futuramente, envolvendo também decisões quanto à alocação do negócio e às condições para que eles sejam realizados da melhor maneira.

Mccutcheon & Stuart (2000) concluem que a seleção de fornecedores potenciais para formação de parcerias e alianças é muito mais complexa do que aquela representada em muitas teorias e abordagens encontradas na literatura existente, e sugerem a existência de dois fatores primários que influenciam o decorrer do processo. O primeiro está vinculado a uma combinação da natureza dos fornecedores e dos recursos por eles gerados. O segundo fator se refere à determinação do nível de confiança que existe entre o fornecedor e a firma compradora, e determina se a formação de uma aliança entre o comprador e a fonte seria viável.

Empresas podem usar uma multiplicidade de atividades para desenvolver o desempenho de fornecedores. Estas atividades incluem introdução competitiva na base de fornecedores, avaliação de desempenho como um pré-requisito para promover atividades de desenvolvimento de fornecedores, aumentando as expectativas de desempenho, reconhecimento, prêmios e benefícios futuros, treinamento e educação dos fornecedores e investimento direto no fornecedor pela empresa (KRAUSE & ELLRAM, 1997).

Como barreiras para o sucesso de desenvolvimento de fornecedores, podem ser citadas: alguns fornecedores relutam em participar do desenvolvimento de fornecedores por falta de comunicação efetiva e falta de credibilidade das empresas.

Segundo Huang & Mak (2000), a inclusão antecipada do fornecedor surgiu como boa prática no Processo de Desenvolvimento de Produto para assegurar que os aspectos positivos fossem maximizados e os impactos de aspectos negativos fossem minimizados, constatando a necessidade do envolvimento de fornecedores dentro fases principais do processo de desenvolvimento de produto. No *design* é verificada a importância da ajuda dos fornecedores identificando as tecnologias atuais para incorporá-las em um produto novo e também participam em detalhes do projeto promovendo soluções.

#### **2.4 – NORMAS SETORIAIS DO SISTEMA DA QUALIDADE**

Na procura de níveis de excelência em toda a cadeia de fornecimento, os diversos setores empresariais evoluem e direcionam os sistemas de qualidade já existentes, muitos relacionados às normas ISO 9000, culminando com a criação de normas setoriais da qualidade. Dentre essas normas podem ser citadas as normas: TL 9000, a TE 9000 e outras como VDA6, EAQF, AVSQ, QS9000 e ISO/TS 16.949

A TL 9000 foi criada por um consórcio de 35 companhias de telecomunicações como a *Alcatel Network System Inc., Bellcore – Software Systems, Fujitsu Network Communications, Lucent Technologies, Motorola Inc. Nortel, Pairgain Technologies Inc. e Siemens Telecom Netwosrk*. A TL 9000 é um conjunto de requisitos da qualidade proveniente de um trabalho em conjunto com indústrias de telecomunicações, para o desenvolvimento de requisito da qualidade, almejando assim uma adequação por parte da cadeia de fornecimento, com expectativa de ser aplicada em mais de 10.000 empresas do setor de telecomunicações e serviços em todo o mundo. Com esta norma, espera-se melhorar os custos e um contínuo processo de melhoria nos fornecedores.

O Suplemento TE 9000 – *Tooling and Equipment* – tido como um suplemento da QS 9000, pode afetar muito dos 50.000 fornecedores de ferramentas e equipamentos de itens não produtivos como também fornecedores de alguns itens produtivos. Na nova edição da QS 9000, já são abordados muitos dos requisitos da TE 9000.

O último grupo de normas foi desenvolvido pela indústria automobilística. A implementação efetiva e completa dos requisitos do sistema de qualidade, a ser aplicado em toda a cadeia de fornecedores, foi à estratégia para esse setor, para garantir a uniformidade dos resultados. Para implementar essa estratégia, as montadoras automotivas possuem um grande número de normas e manuais de apoio que apresentam os requisitos e as metodologias aplicáveis.

É crescente o número de certificações no Brasil, sendo notório o objetivo das empresas na busca de um sistema que garanta a qualidade de seus produtos e serviços segundo a ABNT (1998).

Miguel (1998) diz que é importante ressaltar que somente a certificação não garante a qualidade dos produtos ou serviços, como também não faz com que a qualidade seja aquela solicitada pelos clientes.

Três grandes fabricantes de automóveis, *Chrysler, Ford e General Motors* devido ao aumento da concorrência dos fabricantes estrangeiros, principalmente japoneses no mercado norte americano durante a década de 80, juntos criaram a norma QS9000 para reduzir os custos, aumentar a confiabilidade e qualidade de seus veículos, neutralizando assim a crescente concorrência externa. Um dos principais desafios era o desenvolvimento de fornecedores confiáveis. Requisitos como prazo, qualidade e preço eram fundamentais para que esses fornecedores fossem capazes de acompanhar estes três grandes fabricantes nesta estratégia.

A partir da Norma ISO 9001, empregada como modelo básico, foi desenvolvida por estas três grandes montadoras automobilísticas norte-americanas, a norma setorial *Quality System Requirements* - QS 9000, na qual as três empresas

definem uma interpretação comum para os requisitos da ISO 9001, bem como apresentam mais três condições setoriais comuns para as três não existentes na serie ISO 9000.

A QS 9000, ao contrário da ISO 9001, é um documento determinista, produz o modo como a maior parte dos requisitos devem ser cumpridos. Além disso, a QS 9000 define claramente sua aplicação apenas para “fornecedores diretos, internos ou externos da *Chrysler, Ford e General Motors* de materiais produtivos; peças de produção, reposição, tratamento térmico, galvanoplastia, pintura e outros serviços de acabamento”, enquanto a ISO 9001 apresenta condições para sistemas da qualidade e um modo geral, o que permite a sua utilização pelos mais diversos ramos de atividades.

A *ISO/TS 16949 final draft* é uma especificação técnica da indústria automobilística que tem como objetivo padronizar os requisitos do Sistema da Qualidade das várias normas atuais: QS 9000 (Norte Americana), EAQF (Francesa), AVSQ (Italiana) e a VDA 6 (Alemã) (ISO/TS 16949, 2002).

Essa especificação técnica permite uma certificação única do Sistema da Qualidade. Baseada na ISO 9000 e na QS 9000 é composta de 3 partes: ISO 9000: 1994, Requisitos do Setor Automotivo (Estrutura QS 9000) e Requisitos Específicos dos Clientes.

Um dos principais objetivos dessa especificação técnica é adotar um padrão internacional para aproximar os processos enquanto desenvolve, implementa e melhora a efetividade de um sistema de administração de qualidade; aumentando a satisfação do cliente e satisfazendo suas exigências.

Para funcionar efetivamente, é preciso identificar e administrar muitas atividades dentro da organização. Uma atividade que usa os recursos, e consegue transformar as entradas do processo nas saídas pode ser considerada como um processo. O benefício da aproximação do processo é o controle contínuo entre os processos individuais dentro do sistema de processos, como também em cima da combinação e interação.

O modelo de um processo baseado no sistema de gerenciamento da qualidade, mostrado na Figura 2, mostra as necessidades significativas para a definição das necessidades de entrada dos clientes com suas exigências. Ela monitora a satisfação do cliente e requer a avaliação de informação relativa à percepção do cliente sobre se a organização atendeu todas as exigências de cliente. O modelo mostrado na Figura 2, cobre todas as exigências deste Padrão Internacional, mas não mostra processos em um nível detalhado.

A Metodologia conhecida como PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) pode ser aplicada para todo o processo: Planejar (*Plan*) estabelece os objetivos e processos necessários para atingir os resultados de acordo com as necessidades do cliente e das políticas da organização; Fazer (*Do*) implementa os processos; Verificar (*Check*) permite controlar e medir os processos e produtos de acordo com as políticas, objetivos e necessidades do produto e reportar os resultados; Agir (*Act*) toma ações para continuar melhorando o desempenho do processo.

Esse Sistema de Gerenciamento da Qualidade da ISO/TS 16949 está alinhado com a ISO 14001:1996 para aumentar a compatibilidade desses padrões e beneficiar a comunidade.

A meta desta Especificação Técnica é o desenvolvimento de um sistema de administração de qualidade que provê para melhoria ininterrupta, enquanto enfatiza para a prevenção de defeito e a redução de variabilidade e desperdícios na cadeia de suprimentos.

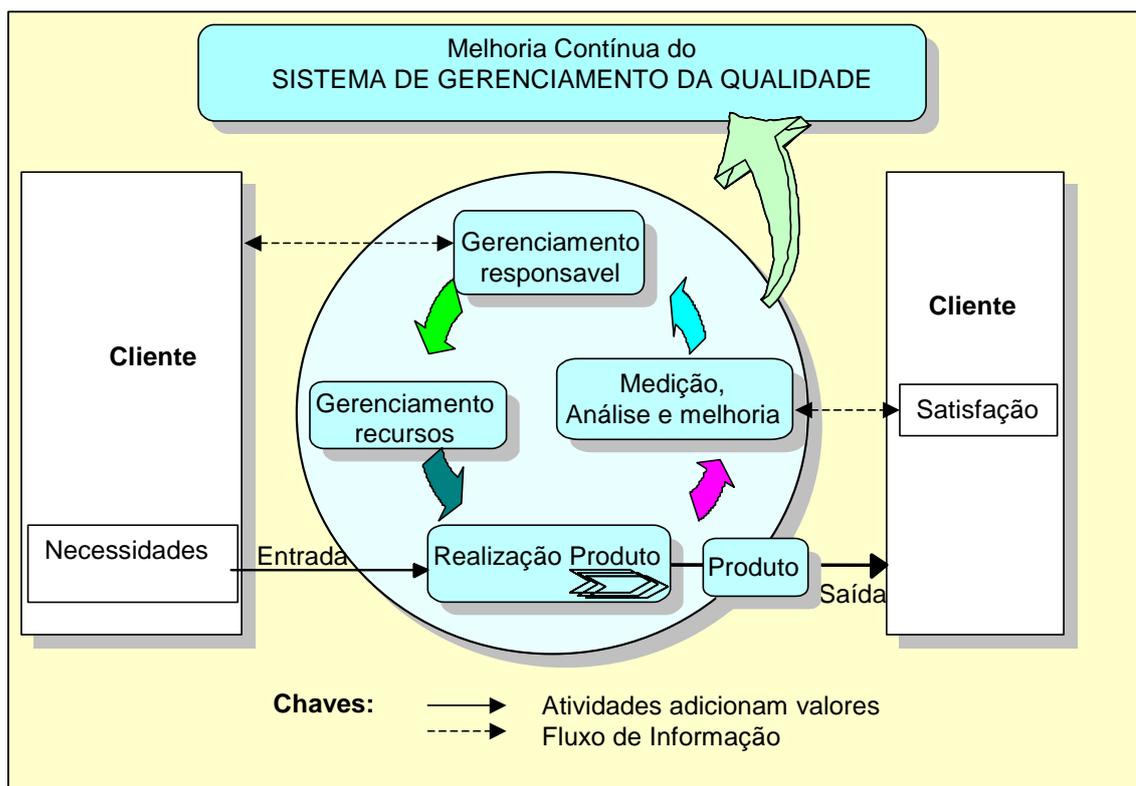


Figura 2 – Modelo de processo baseado no Sistema de Gerenciamento da Qualidade. (Fonte: ISO/TS 16949 Final Draft,2002)

Essa Especificação Técnica, em conjunto com as exigências específicas do cliente, permite definir os fundamentos do sistema da qualidade requerida para aqueles que subscrevem este documento.

É desejo dessa Especificação Técnica evitar múltiplas certificações e prevê uma aproximação comum o sistema de gerenciamento da qualidade.

## 2.5. MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)

A Manutenção Produtiva Total ou TPM (*Total Productive Maintenance*) é um modelo de gestão de manutenção e produção desenvolvida por Seiichi Nakajima e introduzida no Japão em 1971. Foi baseado nas suas visitas às fábricas americanas e européias desde 1966, onde foi observado por ele o sistema de manutenção preventiva, que é um sistema de inspeções periódicas baseado no tempo (NAKAJIMA, 1988).

Para Nakajima (1988), o TPM é a manutenção produtiva que envolve a participação total, entendida como uma série de atividades envolvendo a prevenção da manutenção, a engenharia de confiabilidade, a engenharia de manutenibilidade e a engenharia econômica.

A Nachi-Fujikoshi Corporation (1990) descreve a experiência própria da implantação do TPM a qual contempla cinco políticas e objetivos básicos para implementação do TPM: (1) melhorar a confiabilidade e manutenibilidade como contribuintes para a qualidade e para aumentar a produtividade; (2) focar na máxima economia do equipamento e no gerenciamento para toda a vida do equipamento; (3) cultivar entre os operadores habilidades e experiência no trato dos equipamentos; (4) criar um ambiente de trabalho vigoroso e entusiasmado.

Para Nachi-Fujikoshi Corporation (1990), os objetivos são abrangentes e complexos, levando a uma mudança organizacional em toda empresa. Em função destes fatores, o tempo de implantação é longo e a obtenção de resultados passa a ser um fator fundamental para manter a motivação e atender aos objetivos do TPM.

### 3. APQP – PLANEJAMENTO AVANÇADO DA QUALIDADE DO PRODUTO

Este capítulo está baseado no Manual de Referência APQP – *Advanced Product Quality Planning and Control Plan da AIAG – Automotive Industry Action Group*.

O Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP) é um método estruturado de definição e estabelecimento dos passos necessários para certificar que um produto satisfaça os requisitos de seu cliente. Seu objetivo é facilitar a comunicação e assegurar que todos os passos requeridos sejam concluídos dentro do prazo.

O primeiro passo do fornecedor no planejamento avançado da qualidade do produto é atribuir a responsabilidade a uma equipe multifuncional. Para que um planejamento tenha efetividade, requer-se o envolvimento de representantes da engenharia, manufatura, controle de material, aquisição, qualidade, vendas, assistência técnica, subfornecedores e clientes, quando apropriado. É importante que a equipe multifuncional identifique nos estágios iniciais as necessidades, expectativas e requisitos do cliente para o produto.

A demonstração do APQP ou comprovação de atenuação de risco de um projeto e ou processo é feito pelo PPAP (*Production Part Approval Process*), que provê confiança para o cliente de que os requisitos e especificações de um produto estão em conformidade, antes do embarque.

O objetivo do Processo de Aprovação de Peça de Produção (PPAP) é determinar se todos os requisitos de especificação e registro do projeto de engenharia do cliente estão apropriadamente compreendidos pelo fornecedor e que o processo tenha capacidade para produzir produtos de acordo com os requisitos, estando inserido dentro dos requisitos do APQP.

Segundo Casey (2000), a *General Motors* tem colocado muita ênfase no APQP em base global, com a seguinte proposta em mente: trabalhar seu processo de

planejamento avançado da qualidade internamente em linha com o APQP. Além disso, treinar seus Engenheiros de Qualidade de Fornecedores para melhor compreenderem o APQP e suas ligações essenciais com o processo de qualidade; para que eles possam partilhar com seus fornecedores.

Segundo Thisse (1998), a proposta do Manual APQP é comunicar aos fornecedores internos e externos um guia para o planejamento da qualidade do produto e plano de controle. O manual é um guia projetado para produzir um plano de qualidade que suportará o desenvolvimento do produto ou serviço e que garantirá a satisfação de seu cliente.

### **3.1. PREMISSAS**

O Manual de referência - APQP foi desenvolvido pelas equipes de Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP) e do Plano de Controle, sancionados pela Força Tarefa dos Requisitos da Qualidade para Fornecedores da *Chrysler, Ford e General Motors*.

O manual apresenta um roteiro geral para a preparação de planos e listas de verificação para assegurar que o Planejamento Avançado da Qualidade do Produto esteja efetivamente sendo conduzido pelo fornecedor.

O objetivo desse manual é comunicar aos fornecedores e subcontratados diretrizes comuns de Planejamento da Qualidade do Produto e Plano de Controle, fornecendo meios para desenvolver um plano de qualidade do produto que dê apoio ao desenvolvimento de um produto ou serviço que irá satisfazer o cliente.

### **3.2. MATRIZ DE RESPONSABILIDADE DO PLANEJAMENTO DA QUALIDADE DO PRODUTO**

A matriz mostrada no Quadro 1 representa as funções do Planejamento da Qualidade Produto para três tipos de fornecedores. Ela é usada para dar

assistência aos fornecedores na definição de alcance de suas responsabilidades de planejamento.

QUADRO 1. MATRIZ DE RESPONSABILIDADE DO PLANEJAMENTO DA QUALIDADE DO PRODUTO (MANUAL DE REFERENCIA – APQP, 1995).

<b>Matriz de Responsabilidade do Planejamento da Qualidade do Produto</b>			
	<b>Responsavel pelo projeto</b>	<b>Apenas Manufatura</b>	<b>Prestador de Servico(*)</b>
<b>3.3 e 3.4 Definir a Abrangência</b>	X	X	X
<b>3.5 Planejar e Definir</b>	X		
<b>3.6 Projeto e Desenvolvimento do Produto</b>	X		
<b>3.6.13 Viabilidade</b>	X	X	X
<b>3.7 Projeto e Desenvolvimento do Processo</b>	X	X	X
<b>3.8 Validação do Produto e do Processo</b>	X	X	X
<b>3.9 RetroAlimentação, Avaliação e Ação Corretiva</b>	X	X	X
<b>3.10 Metodologia do Plano de Controle</b>	X	X	X

(\*) tratamento térmico, Estocagem, transporte, etc.

Os números contidos nas colunas: 3.3, 3.4, etc., referem-se ao índice contido neste trabalho de dissertação.

### **3.3 – FUNDAMENTOS DO PLANEJAMENTO DA QUALIDADE DO PRODUTO**

O Planejamento da Qualidade do Produto é um método estruturado para definir e estabelecer os passos necessários para assegurar que o produto satisfaça o cliente. Sua meta é facilitar a comunicação entre todos os envolvidos, para

assegurar que todos os passos foram completados dentro do prazo. Sua efetividade depende do compromisso da alta gerência da empresa com os esforços requeridos para se atingir a satisfação do cliente.

Algumas das vantagens do Planejamento da Qualidade do Produto são: direcionar recursos para satisfazer o cliente; promover a identificação antecipada de alterações necessárias; evitar alterações de última hora e oferecer um produto de qualidade dentro do prazo ao mais baixo custo.

Dentre os Fundamentos do Planejamento da Qualidade do Produto têm-se: organização da equipe multifuncional, definição da abrangência, treinamento, envolvimento do cliente e fornecedor, engenharia simultânea, planos de controle, resolução de problemas, cronograma de qualidade do produto e planos referentes ao cronograma.

### **3.4 – CRONOGRAMA DE PLANEJAMENTO DA QUALIDADE DO PRODUTO**

O sucesso de qualquer programa depende de atender as expectativas e as necessidades dos clientes no prazo adequado e a um custo que representa valor. O cronograma da Figura 3 requer que a equipe de planejamento concentre seus esforços na prevenção de defeitos. A prevenção de defeito é dirigida pela Engenharia simultânea executada nas atividades de engenharia de produto e de manufatura, concomitantemente. A equipe multifuncional da qualidade do produto é responsável por assegurar que seu cronograma atinja ou supere o cronograma do cliente.

As fases do Cronograma de Planejamento da Qualidade do Produto estão subdivididas conforme quadro 1, em: Planejar e Definir Programa; Verificação do Projeto e Desenvolvimento do Produto; Verificação do Projeto e Desenvolvimento do Processo; Validação do Produto e Processo; e Análise da Retro-Alimentação, Avaliação e Ação Corretiva; e Metodologia do Plano de Controle. Cada fase é apresentada nos itens 3.5 a 3.10 a seguir.

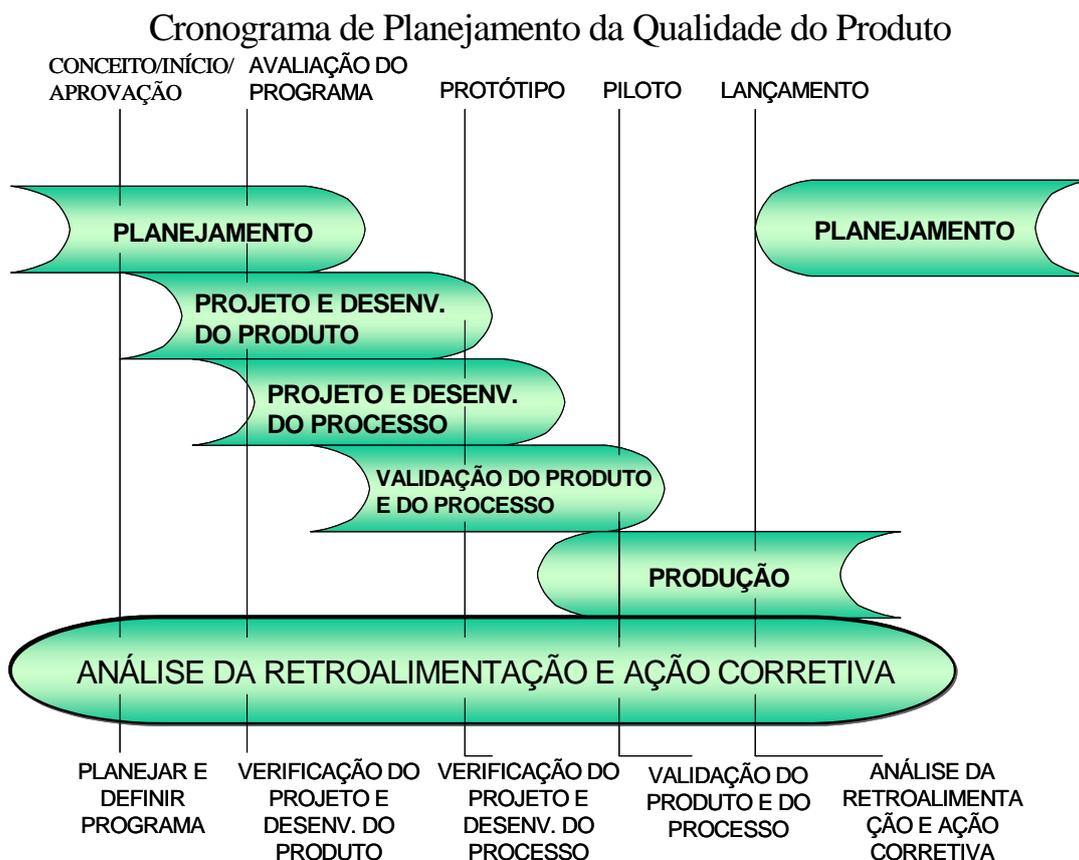


Figura 3 – Cronograma de Planejamento da Qualidade do Produto ( Fonte: Manual de Referência – APQP, 1995)

### 3.5. PLANEJAR E DEFINIR PROGRAMA

Este tópico descreve como determinar as necessidades e expectativas do cliente de forma a planejar e definir um programa da qualidade, tendo em mente o cliente e fornecendo produtos e serviços melhores que os da concorrência. Esta seção foi idealizada para assegurar que as necessidades e expectativas do cliente sejam claramente compreendidas, tendo as seguintes etapas:

#### 3.5.1. VOZ DO CLIENTE

A voz do cliente engloba reclamações, recomendações, dados e informações provenientes de clientes internos ou externos, que podem ser obtidos de

pesquisa de mercado através de entrevistas, questionários e pesquisas junto aos clientes, teste de mercado, estudos sobre qualidade e confiabilidade de novos produtos e estudo da concorrência.

Outra forma de ouvir a voz do cliente é através de informações históricas de garantia e qualidade para determinar o potencial de recorrência durante o projeto, manufatura, instalação e uso do produto; analisando relatórios que deram errado, relatórios de garantia, índices de capacidade, relatórios internos de qualidade, relatórios de resolução de problemas, retornos e rejeições da planta e análise de produto retornado do campo.

### **3.5.2 PLANO DE NEGÓCIOS / ESTRATÉGIAS DE *MARKETING***

O plano de negócios do cliente e a estratégia de *marketing* irá estabelecer moldes do plano de qualidade do produto, que podem apresentar restrições, tais como, tempo, custo, investimento, posicionamento do produto, recursos de pesquisa e de desenvolvimento ao grupo; o que irá afetar a direção tomada.

### **3.5.3.DADOS DE *BENCHMARK* DO PRODUTO/PROCESSO**

O uso de *benchmarking* irá oferecer o início para estabelecer os objetivos de desempenho do produto e processo. Pesquisa e desenvolvimento podem oferecer, conceber idéias e identificar os *benchmark* apropriados, compreender a razão da diferença entre a situação atual e a futura, desenvolver um plano que diminua a diferença, equipare ou exceda o *benchmark*.

### **3.5.4. PREMISSAS DO PRODUTO/PROCESSO**

Haverá premissas de que o produto tenha determinadas características, conceitos de projeto ou processo, que inclui inovações técnicas, materiais avançados, avaliação de confiabilidade e nova tecnologia. Tudo isso deve ser usado como informação.

### **3.5.5. ESTUDOS SOBRE A CONFIABILIDADE DO PRODUTO**

Considera a frequência de reparos ou de substituições de componentes dentro de período determinados de tempo e os resultados de testes de confiabilidade e durabilidade de longo prazo.

### **3.5.6. INPUTS DO CLIENTE**

Os futuros usuários do produto podem fornecer informações valiosas ao relatar suas necessidades e expectativas. Os futuros usuários do produto já podem ter realizado alguns ou todos os estudos e revisões mencionados. Estas entradas deveriam ser usadas pelo cliente ou fornecedor para desenvolver medidas acordadas de satisfação do cliente.

### **3.5.7. OBJETIVOS DO PROJETO**

Os objetivos do projeto são as traduções da voz do cliente em objetivos de projeto mensuráveis. A escolha adequada dos objetivos de projeto assegura que a voz do cliente não seja perdida em atividades subseqüentes do projeto.

### **3.5.8. METAS DE CONFIABILIDADE E DE QUALIDADE**

As metas de confiabilidade são estabelecidas baseadas nos desejos e expectativas do cliente, objetivos de programa e *benchmark* e pode ser nenhuma falha de segurança ou nenhuma necessidade de reparo. As metas gerais de confiabilidade poderiam ser expressas em termos de probabilidade e intervalos de confiança. As metas de qualidade são objetivos baseados em melhoria contínua. Alguns exemplos são peças por milhão, níveis de defeito, ou redução de refugo.

### **3.5.9. LISTA PRELIMINAR DE MATERIAIS**

A equipe multifuncional deve estabelecer uma lista preliminar de material baseado nas premissas do produto e processo e incluir uma relação

antecipada de subcontratos; a fim de identificar as características preliminares especiais de produto e processo, é necessário escolher o projeto e processo de manufatura adequado.

#### **3.5.10. FLUXOGRAMA PRELIMINAR DE PROCESSO**

O processo de manufatura antecipado deve ser descrito usando-se um fluxograma de processo desenvolvido a partir de uma lista preliminar de materiais e premissas do produto e processo.

#### **3.5.11. LISTA PRELIMINAR DAS CARACTERÍSTICAS ESPECIAIS DO PRODUTO E PROCESSO**

Características especiais de produto e processo são identificadas pelo cliente em adição àquelas selecionadas pelo fornecedor através de seu conhecimento do produto e processo. Nessa etapa, a equipe deve assegurar que seja desenvolvida uma lista preliminar de características especiais de produto e processo, resultando da análise das entradas pertinentes às necessidades e expectativas do cliente. Essa relação poderia ser desenvolvida a partir de premissas do produto baseadas na avaliação das necessidades e expectativas do cliente, identificação de metas e requisitos de confiabilidade, identificação de características especiais de processo a partir de processo de manufatura preliminar e FMEA de peças similares.

#### **3.5.12. PLANO DE GARANTIA DO PRODUTO**

Demonstra os objetivos de projeto em requisitos de projeto. O esforço devotado depende das necessidades, expectativas e requisitos do cliente. O Plano de Garantia do Produto pode ser desenvolvido em qualquer formulário compreensível e deve incluir, mas não se limitar, as seguintes ações: (a) esboçar os requisitos do programa, (b) identificar as metas e ou requisitos de confiabilidade, durabilidade e sua alocação, (c) avaliação de requisitos de nova tecnologia, complexidade de materiais, aplicação, meio ambiente, embalagem,

serviço, manufatura e qualquer outro fator que possa colocar o programa em risco, (d) desenvolvimento de análise e modo de falha (FMEA), (e) desenvolver requisitos padrão preliminares de engenharia. Esse plano é uma parte importante do Plano de Qualidade do Produto.

### **3.5.13. SUPORTE DA GERÊNCIA**

Uma das chaves de sucesso da Equipe Multifuncional de Planejamento da Qualidade do Produto é o empenho, comprometimento e suporte da gerência.

## **3.6. PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO**

Este tópico discute os elementos do processo de planejamento durante o qual as características de projeto são desenvolvidas próximas à fase final. A equipe de Planejamento da qualidade do Produto deve considerar todos os fatores de projeto no processo de planejamento. Essa etapa inclui a construção de protótipo para constatar se o produto ou serviço atinge os objetivos da voz do cliente. Um projeto viável deve permitir atingir volumes e programação de produção, e ser consistente com a habilidade de atingir requisitos de engenharia, juntamente com os objetivos de qualidade, confiabilidade, custo de investimento, peso, custo por unidade e prazos.

Nessa divisão, o Processo de Planejamento da Qualidade do Produto é idealizado para assegurar uma revisão ampla e crítica dos requisitos da engenharia e de outras informações relacionadas. Nesse estágio do processo, uma análise preliminar de viabilidade será feita para definir os problemas em potencial que poderiam ocorrer durante a manufatura tendo as seguintes etapas:

### **3.6.1. ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA DO PROJETO (DFMEA)**

O DFMEA é uma técnica analítica disciplinada que analisa a probabilidade de falhas bem como o efeito de tal falha, que deve ser um documento vivo e

continuamente atualizado com as necessidades e expectativas do cliente. Oferece ao grupo a possibilidade de revisar as características anteriormente selecionadas do produto e processo e fazer adições, alterações e remoções necessárias.

### **3.6.2. PROJETO PARA MANUFATURABILIDADE E MONTAGEM**

O projeto para manufatura e montagem é um processo de Engenharia Simultânea idealizado para otimizar o relacionamento entre a função do projeto, manufaturabilidade e facilidade de montagem. Deve ser considerado pela Equipe de Planejamento da Qualidade de Produto: (a) projeto, conceito, função sensibilidade de variação de manufatura, (b) processo de manufatura e ou montagem, (c) tolerâncias dimensionais, (d) requisitos de desempenho, (e) número de componentes, (f) ajustes de processo, e (g) manuseio de material.

### **3.6.3. VERIFICAÇÃO DO PROJETO**

Comprova se o projeto do produto atende aos requisitos do cliente derivados das atividades de Planejar e Definir Programa.

### **3.6.4. ANÁLISES CRÍTICAS DE PROJETO**

As Análises Críticas de Projeto são reuniões regulares programadas, lideradas pela engenharia de projeto do fornecedor e devem incluir outras áreas afetadas. É um método efetivo de uma série de verificações para evitar problemas e mal entendidos. Também oferece um mecanismo para monitorar o progresso e relatar à gerência.

Devem incluir a avaliação de: (a) considerações sobre requisitos de projeto e funcionais, (b) metas formais de confiabilidade e confiança, (c) ciclos de rendimento efetivo de componentes, sistema e subsistema, (d) resultados de simulação de computador e testes de bancada, (e) DFMEA, (f) análise crítica de projeto para manufaturabilidade e montagem, (g) resultados de

delineamento de experimentos (DOE – *Design Of Experiments*) e resultados de variação de montagem, (h) Falhas de testes e progresso na verificação do projeto.

### **3.6.5. CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO – PLANO DE CONTROLE**

Os planos de controle de protótipos são descrições de medições dimensionais, testes funcionais e de materiais que irão ocorrer durante a construção do protótipo. A manufatura de peças de protótipo oferece uma excelente oportunidade para que o cliente e a equipe avaliem quanto o produto e ou serviço atinge os objetivos na voz do cliente.

### **3.6.6. DESENHOS DE ENGENHARIA**

Os projetos do cliente não excluem a responsabilidade da equipe de planejamento em analisar criticamente os desenhos da engenharia da maneira a seguir. Os desenhos devem ser analisados criticamente para determinar se existe informação suficiente para um *lay out* dimensional das peças individualmente. As dimensões devem ser avaliadas para assegurar viabilidade e compatibilidade com padrões de medição e fabricação.

### **3.6.7. ESPECIFICAÇÕES DE ENGENHARIA**

Avaliação crítica detalhada e compreensão das especificações de controle irão ajudar a equipe de planejamento da qualidade do produto a identificar requisitos funcionais, de durabilidade e de aparência do componente ou conjunto em questão. Tamanho da amostra, frequência e critério de aceitação são geralmente definidos pela especificação da engenharia ou pelo fornecedor e relacionados no plano de controle.

### **3.6.8. ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS**

As especificações de materiais devem ser propriedades finalizadas criticamente quanto a características especiais relacionadas a requisitos de propriedades físicas, desempenho, meio-ambiente, manuseio e estocagem e devem ser incluídas no plano de controle.

### **3.6.9. ALTERAÇÕES DE DESENHOS E ESPECIFICAÇÕES**

Quando necessárias, as alterações de desenhos e de especificações devem ser prontamente comunicadas e adequadamente comunicadas a todas as áreas afetadas.

### **3.6.10. REQUISITOS PARA NOVOS EQUIPAMENTOS, FERRAMENTAL E INSTALAÇÕES**

O DFMEA (*Design Failure and Mode Effects Analyses*) e o Plano de Garantia de Produto e ou Revisões do Projeto podem identificar novos requisitos para equipamentos e instalações. A Equipe Multifuncional deve assegurar que o novo equipamento e ferramental são capazes e entregues no prazo. O progresso das instalações deve ser monitorado para assegurar sua finalização não sobrepondo a data de *try out* de produção.

### **3.6.11. CARACTERÍSTICAS ESPECIAIS DO PRODUTO E PROCESSO**

Na fase de planejamento da qualidade “Planejar e Definir Programa”, a equipe do planejamento avançado da qualidade do produto identifica as características preliminares do processo e produto, resultantes da compreensão da voz do cliente e deve-se basear nesta lista para atingir um consenso durante a análise crítica e desenvolvimento das características do projeto por meio de avaliação da informação técnica. O consenso será documentado no plano de controle apropriado.

### **3.6.12. REQUISITOS PARA MEIOS DE MEDIÇÃO/EQUIPAMENTOS DE TESTES**

Estes requisitos podem ser identificados nesta etapa. A equipe multifuncional deve abranger estes requisitos no cronograma; o progresso será, então, monitorado para assegurar que o prazo será atendido.

### **3.6.13. COMPROMETIMENTO DE VIABILIDADE DA EQUIPE E SUPORTE DA GERÊNCIA**

A equipe multifuncional deve nesse momento avaliar a viabilidade do projeto estabelecido. A propriedade do projeto pelo cliente não exclui a obrigação do fornecedor em avaliar a viabilidade do projeto. A equipe multifuncional deve estar ciente de que o projeto proposto pode ser manufaturado, montado, testado, embalado, e entregue em quantidade suficiente, a um custo aceitável pelo cliente e dentro do prazo. O consenso da equipe multifuncional de que o projeto proposto é viável deve ser documentado, juntamente com todos os problemas em aberto que requeiram solução e apresentado à gerência para seu suporte.

## **3.7. PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO**

Este tópico trata as principais características para se desenvolver um sistema de manufatura e seus respectivos planos de controle para obter produtos de qualidade. As atividades que serão realizadas nessa etapa do processo de planejamento da qualidade do produto dependem da finalização positiva das etapas anteriores abrangidas nas duas seções anteriores. Essa nova fase foi idealizada para assegurar o desenvolvimento completo de um sistema efetivo de manufatura. O sistema de manufatura deve assegurar que os requisitos, necessidades e expectativas do cliente sejam atingidos com as seguintes etapas:

### **3.7.1. PADRÕES DE EMBALAGEM**

O cliente terá normalmente padrões de embalagem que podem ser incorporados a quaisquer especificações de embalagem para o produto. Se não houver nenhum, o projeto de embalagem deve garantir a integridade do produto até a hora do uso.

### **3.7.2. ANÁLISE CRÍTICA DO SISTEMA DE QUALIDADE DO PRODUTO/PROCESSO**

A equipe multifuncional deve analisar criticamente o local de fabricação conforme Manual do Sistema da Qualidade. Quaisquer controles e ou alterações de procedimentos necessários para produzir o produto devem ser atualizados no Manual do Sistema da Qualidade, e devem também ser incluídos no plano de controle de manufatura. Esta é uma ocasião da equipe multifuncional melhorar o sistema da qualidade existente baseado nos *inputs* do cliente e experiência da própria equipe.

### **3.7.3. FLUXOGRAMA DO PROCESSO**

É uma representação esquemática do fluxo atual ou proposto do processo e pode ser usado para avaliar as fontes de variação das máquinas, materiais, métodos e mão-de-obra do início ao fim do processo de manufatura e montagem. É usado para enfatizar o impacto das fontes de variação sobre o processo. Auxilia a equipe multifuncional a direcionar o foco sobre o processo ao conduzir o PFMEA (*Process Failure Mode and Effects Analyses*) a idealizar o Plano de Controle.

### **3.7.4. LAYOUT DAS INSTALAÇÕES**

Devem ser desenvolvidos e analisados criticamente para determinar a aceitabilidade dos pontos de inspeção, localização das cartas de controle, aplicação de recursos visuais, áreas de retrabalho interinas e áreas para estocagem de material não conforme.

### **3.7.5. MATRIZ DE CARACTERÍSTICAS**

É uma técnica analítica recomendada para mostrar a relação entre os parâmetros do processo e as estações de manufatura.

### **3.7.6. ANÁLISE E MODO E EFEITOS DE FALHA DE PROCESSO (PFMEA)**

O PFMEA deve ser conduzido durante o planejamento da qualidade do produto e antes do início da produção. É a revisão disciplinada de novos processos ou de processos revisados e é efetuada para antecipar, resolver ou monitorar problemas de processo em potencial para programa de produto novo ou revisado. É um documento vivo e necessita ser analisado criticamente e atualizado tão logo se descubram novos modos de falha.

### **3.7.7. PLANO DE CONTROLE DE PRÉ-LANÇAMENTO**

São descrições das medições dimensionais, de material e testes funcionais que irão ocorrer após o protótipo e antes da produção em série. O plano de controle de pré-lançamento deve incluir controles adicionais de produto e processo que serão implantados antes do processo de produção ser validado; seu propósito é conter não conformidades em potencial durante ou antes da produção inicial.

### **3.7.8 INSTRUÇÕES DE PROCESSO**

A equipe multifuncional deve assegurar que as instruções completas do processo forneçam detalhes suficientes para todo o pessoal operacional que tenha responsabilidade direta com o funcionamento dos processos. Estas instruções devem ser desenvolvidas a partir das seguintes fontes: (a) FMEAs, (b) Plano de Controles, (c) desenhos de engenharia, especificações de desempenho, especificações de material, padrões visuais e normas industriais, (d) fluxograma do processo, *lay out* das instalações, matriz de características, padrões de embalagem, parâmetros de processo, requisitos de manuseio,

operadores de processo, especialização do fabricante e conhecimento dos processos e produtos.

### **3.7.9. PLANO DE ANÁLISE DOS SISTEMAS DE MEDIÇÃO**

A equipe multifuncional deve assegurar que seja desenvolvido um plano que realize a análise dos sistemas de medição requeridos; e deve incluir a responsabilidade de assegurar a linearidade de dispositivos de medição, precisão, repetitividade, reprodutibilidade e correlação entre dispositivos duplicados.

### **3.7.10. PLANO DE ESTUDO PRELIMINAR DA CAPABILIDADE DO PROCESSO**

A equipe multifuncional deve assegurar o desenvolvimento de um plano preliminar de capacidade de processo. As características identificadas no plano de controle serviram como base para o plano de estudo preliminar da capacidade do processo.

### **3.7.11. ESPECIFICAÇÕES DE EMBALAGEM**

A equipe multifuncional deve assegurar que seja idealizada e desenvolvida uma embalagem individual para o produto, incluindo divisões internas. As normas sobre embalagens do cliente ou requisitos genéricos de embalagem devem ser usadas quando apropriado. O projeto de embalagem deve assegurar que as características e desempenho do produto irão permanecer inalterados durante o empacotamento, trânsito e desempacotamento, prevendo o manuseio do produto.

### **3.7.12. SUPORTE DA GERÊNCIA**

É requerido que a equipe multifuncional programe uma análise crítica formal idealizada para reforçar o comprometimento da gerência na conclusão da fase de projeto e desenvolvimento do processo. O objetivo dessa análise crítica é

informar a alta gerência da situação do programa e obter o compromisso em auxiliar nas soluções de quaisquer pendências em aberto.

### **3.8. VALIDAÇÃO DO PRODUTO E PROCESSO**

Este tópico discute as características principais de validação do processo de manufatura através de uma avaliação de uma corrida piloto de produção. A Equipe de Planejamento da Qualidade do Produto deve certificar-se que o plano de controle e fluxo de processo estão sendo seguidos, e que os produtos atendam os requisitos dos clientes. Preocupações adicionais devem ser identificadas para investigação e resolução antes do início da produção regular; e tendo as seguintes etapas:

#### **3.8.1. CORRIDA PILOTO DE PRODUÇÃO**

Deve ser conduzida utilizando-se ferramental de produção, equipamento, meio ambiente, instalações e ciclo de tempo. A validação de efetividade do processo de manufatura começa com a corrida piloto de produção. A quantidade mínima para uma corrida piloto de produção é normalmente estabelecida pelo cliente, mas pode ser exercida pela Equipe Multifuncional. O resultado da corrida piloto de produção é usado para: (a) estudos preliminares de capacidade de processo, (b) avaliação de sistemas de medição, (c) viabilidade final e revisão do processo, (d) testes de validação da produção, (e) aprovação de peça de produção, (f) avaliação de embalagem, (g) capacidade da primeira vez e aprovação do planejamento da qualidade.

#### **3.8.2. AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE MEDIÇÃO**

Os dispositivos e métodos de medição especificados deveriam ser utilizados para verificar as características identificadas no plano de controle em relação as especificações de engenharia a serem submetidos a avaliação de sistema de medição durante ou antes da corrida piloto de produção.

### **3.8.3. ESTUDO PRELIMINAR DA CAPABILIDADE DO PROCESSO**

Devem ser desenvolvidos baseados nas características identificadas no plano de controle. O estudo fornece uma avaliação de prontidão do processo para a produção.

### **3.8.4. PROCESSO DE APROVAÇÃO DE PEÇA DE PRODUÇÃO (PPAP)**

O objetivo da peça de produção é validar que os produtos feitos de acordo com os processos e ferramentas de produção atendem aos requisitos de engenharia. Cinco etapas são requeridas, quais sejam:

#### **A) DEFINIÇÃO DE REQUISITOS**

Definem-se requisitos genéricos para a aprovação de peças de produção, incluindo materiais a granel e de produção. Seu propósito é determinar se todos os registros de projetos de engenharia e requisitos de especificação do cliente são corretamente compreendidos pelo fornecedor e de que o processo tem o potencial para produzir produtos que satisfazem, de forma constante, estas exigências, durante um período de produção real a uma taxa de produção cotada.

Dentre os requisitos do PPAP, o fornecedor deve atender a todos aqueles especificados pelo cliente, como desenhos e especificações. Quaisquer resultados fora do especificado pelo cliente são motivos para o fornecedor não submeter o PPAP, sem antes corrigir. Dessa forma, todo esforço deve ser feito para rever o processo até que todos os requisitos sejam atendidos. Se o fornecedor não tiver condições de atender algum desses requisitos, o cliente deve ser contatado para determinação de ações corretivas apropriadas. Ensaios e inspeções devem ser feitos por laboratório qualificado.

Os registros de projeto devem estar disponíveis de forma abrangente, incluindo todos os componentes ou detalhes. Os diagramas de fluxo de processo devem descrever as operações de produção.

## B) FMEA (*Failure Mode and Effects Analyses*)

O FMEA deve ser detalhado para reconhecer e avaliar falha potencial, efeitos de falha, identificar ações para eliminar ou diminuir a possibilidade dessa falha, documentar todo o processo dessa análise para fins históricos e de domínio, manter e continuar atualizado com as expectativas e necessidades requeridas pelo cliente.

Segundo o Manual de Referência – FMEA (2001), este pode ser descrito como um grupo de atividades destinado a: reconhecer e avaliar a falha potencial de um produto e/ou processo e os efeitos dessa falha; identificar ações que poderiam eliminar ou reduzir a possibilidade de ocorrência de uma falha potencial; documentar todo o processo. Existem três tipos de FMEA: produto, processo e sistema, entretanto, todos eles focam no projeto.

Existem três casos básicos nos quais as FMEA's são geradas, cada qual com foco e escopo diferente: (a) Novos projetos, nova tecnologia ou novo processo: o escopo do FMEA é o projeto, tecnologia ou processos completos; (b) modificações em projeto ou processo existente, o escopo foca a modificação do projeto ou processo de possíveis interações devidas à modificação e histórico de campo; (c) uso de um projeto ou processo existente em um novo ambiente, localização ou aplicação: nesse caso, o escopo da FMEA é o impacto no novo ambiente ou localização no projeto ou processo existente. Exemplo de FMEA de Projeto e Processo se encontra nos apêndices.

Os resultados de ensaios de material devem ser realizados quando houver requisitos químicos, físicos ou metalúrgicos ou no plano de controle.

## C) Estudos Iniciais de Processo

Os estudos iniciais de processo devem demonstrar aceitabilidade antes da submissão para todas as características críticas designadas pelo cliente ou fornecedor. Devem também conhecer os erros de medição que possam afetar o estudo do sistema de medição (MSA) – *Measure System Analyses*.

Nos estudos de análises de sistema de medição, o fornecedor deve aplicar o método do sistema de medição (MSA) e não apenas o estudo de R&R (Repetitibilidade & Reprodutibilidade).

A decisão de ajustar ou não um processo de manufatura é comumente baseado em dados de medição. Esses dados de medição, ou alguns valores estatísticos calculados a partir deles, são comparados com os limites de controle estatístico de processo; se a comparação indica que o processo está fora de controle estatístico, algum ajuste deve então ser realizado.

Outro uso dos dados de medição é para determinar se existem significativas relações entre duas ou mais variáveis, por exemplo, pode suspeitar-se que uma dimensão crítica de uma peça plástica moldada está relacionada com a temperatura de injeção de material. Essa relação poderia ser estudada por meio de um processo estatístico chamado “análise de regressão” que compara as medições da dimensão crítica com as medições da temperatura de injeção do material. Tais estudos são chamados por Deming (1982) de “Estudos Analíticos”, que são os que aumentam o conhecimento sobre o sistema de causas que afetam o processo.

Segundo Reid (2001), o gerenciamento do processo inclui o uso das métricas (indicadores). A implementação efetiva dos indicadores começa com a identificação das características críticas do produto para medir. Não é prático medir todas as características críticas.

#### D) Controle Estatístico de Processo

Os métodos estatísticos são aqueles associados com o controle estatístico do processo e com análise da capacidade do processo, onde os conceitos importantes como Causas Comuns e Especiais de Variação e Carta de Controle são instrumentos muito eficazes para analisar e monitorar processos.

Um sistema de controle de processo pode ser descrito como um sistema de *feedback*. Uma ação sobre o processo é mais econômica quando realizado para prevenir que as características importantes do processo e do produto

variem muito em relação aos seus valores alvos. Isso mantém a estabilidade e a variação do resultado do processo dentro de limites aceitáveis. Uma ação sobre o resultado é menos econômica quando se restringe à detecção e correção do produto fora da especificação, não indicando o fato gerador do processo.

Causas comuns referem-se a muitas fontes de variação dentro de um processo, que possuem uma distribuição estável e repetitiva ao longo do tempo e é chamado “sob controle estatístico”; já as Causas Especiais referem-se a quaisquer fatores causadores de variação que não estejam sempre atuando no processo. A menos que todas as causas especiais sejam identificadas e tomadas as devidas providencias, elas continuarão a afetar o resultado do processo de maneira imprevisível e o processo não será estável ao longo do tempo.

#### E) Elementos do PPAP

O fornecedor deve definir o plano para todos os controles usados no processo.

O processo de PPAP não ocorre na submissão de um produto para aprovação, mas tem a duração do ciclo de vida das fases de desenvolvimento do processo e projeto, seus documentos devem ser revisados nos múltiplos estágios de desenvolvimento de produto e processo.

Os elementos do PPAP são: certificado de submissão de peça (PSW), registros de projeto, documentação de alteração de engenharia, aprovação de engenharia do cliente, FMEA de projeto, fluxo de processo, FMEA de processo, resultados dimensionais, resultados de ensaios de desempenho de material, estudo inicial de capacidade de processo, análise do sistema de medição, documentação de laboratório qualificado, requisitos de volume de material (se requerido), plano de controle, relatório de aprovação de aparência, amostras de peças de produção, amostra padrão, auxílio para verificação, requisitos específicos do cliente.

A certificação de submissão (*PSW – Part Submission Approval*) deve ser elaborada quando todos os requisitos de medições e testes houverem sido finalizados. O fornecedor deve verificar que todos os dados de medição e resultados de testes mostrem conformidade com os requisitos do cliente e que todos os documentos requeridos estejam disponíveis.

Os 19 itens do PPAP correlacionados com o nível de submissão definido são apresentados no Quadro 2 .

QUADRO 2 – REQUISITOS DE RETENÇÃO VERSUS NÍVEL DE SUBMISSÃO

REQUISITOS DE RETENÇÃO - SUBMISSÃO					
Requisitos	Nível de Submissão				
	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
1- Requisitos de Projeto de Produto	R	S	S	*	R
2- Documentos de Alteração de Engenharia	R	S	S	*	R
3- Aprovação de Engenharia do cliente	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- Resultados Dimensionais	R	S	S	*	R
8- Material, Resultados de Ensaio	R	S	S	*	R
9- Estudo Inicial de Processo	R	R	S	*	R
10- Estudos de Análise dos Sistemas de Medição	R	R	S	*	R
11- Documentação de Laboratorio Qualificado	R	S	S	*	R
12- Plano de Controle	R	R	S	*	R
13- Certificado de Submissão de Peça de Produção	S	S	S	S	R
14- Relatório de Aprovação de Aparência	S	S	S	*	R
15- Relação de Requisitos para Material a Granel	R	R	R	*	R
16- Amostra de produto	R	S	S	*	R
17- Amostra Padrão	R	R	R	*	R
18- Auxílios para Verificação	R	R	R	*	R
19- Registros de Conformidade	R	R	S	*	R

Fonte: Manual de Referência PPAP, 1999

S- Fornecedor submeter atividade de aprovação produto do cliente e reter/manter cópia dos registros de documentação  
R- Fornecedor reter/manter prontamente disponível para representante do cliente sempre que pedido.  
\*- Fornecedor reter/manter em local apropriado e submeter ao cliente sempre que pedido.

O fornecedor deve submeter os itens e ou registros especificados pelo nível como requerido pelo cliente: Nível 1 – apenas o certificado, 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 e Nível 5 – certificado com amostras do produto e dados de suporte completos disponíveis para inspeção no local de produção do fornecedor.

### **3.8.5. TESTES DE VALIDAÇÃO DA PRODUÇÃO**

Referem-se aos testes de engenharia que validam os produtos fabricados de acordo com os processos e ferramentas de produção atingem os padrões estabelecidos pela engenharia.

### **3.8.6. AVALIAÇÃO DE EMBALAGEM**

Quando viável todos os testes de embarque e métodos de testes devem avaliar a proteção do produto contra qualquer tipo de dano durante o transporte e outros fatores adversos de ambiente. A embalagem especificada pelo cliente não exclui o envolvimento da Equipe em avaliar o método de embalagem.

### **3.8.7. PLANO DE CONTROLE DE PRODUÇÃO**

É uma descrição formal dos sistemas para controlar peças e processos. O Plano de controle de produção é um documento vivo, e deve sempre ser atualizado para refletir a adição ou subtração de controles baseados na experiência adquirida da produção em produzir peças. O plano de controle de produção é uma extensão lógica do plano de controle de pré-lançamento. Com a produção em série o fabricante tem a oportunidade em avaliar o resultado, analisar criticamente o plano de controle e fazer as alterações que julgar necessária.

### **3.8.8. APROVAÇÃO DO PLANEJAMENTO DA QUALIDADE E SUPORTE DA GERÊNCIA**

A Equipe de Controle deve assegurar que todos os planos de controle e fluxos de processo estão sendo seguidos. É importante que a Equipe Multifuncional

faça uma análise crítica nos locais de manufatura e coordene uma aprovação formal.

As seguintes verificações e análise crítica devem ser feitas antes do primeiro embarque de produção: (a) Os planos de controle devem existir e estar sempre disponíveis para todas as operações afetadas, (b) Nas instruções de processo verificar se contêm todas as características especiais especificadas no plano de controle e se todas as recomendações do PFMEA de processo foram contempladas, comparando as instruções de processo e os fluxogramas de processo com o plano de controle, (c) onde os dispositivos de medição, acessórios ou equipamentos de testes especiais forem exigidos pelo plano de controle, verificar a repetibilidade, reprodutibilidade e a utilização apropriada do dispositivo de medição. A Equipe deve ser capaz de mostrar que todos os requisitos de planejamento foram alcançados e programar uma análise crítica pela administração.

### **3.9. RETROALIMENTAÇÃO, AVALIAÇÃO E AÇÃO CORRETIVA**

O planejamento da qualidade não termina com a validação do processo e a instalação. É um estágio de manufatura do componente onde o resultado pode ser avaliado quando todas as causas comuns e especiais de variação se apresentam. Esse também é o momento de avaliar a efetividade do esforço de planejamento da qualidade do produto. O plano de controle da produção é a base para avaliar o produto ou serviço nesse estágio, Dados do tipo variável e do tipo atributo devem ser avaliados. É obrigação de todos os fornecedores atingir os requisitos do cliente no tocante a todas as características. As características especiais devem atender aos índices especificados pelo cliente, e tendo as seguintes etapas:

#### **3.9.1. VARIAÇÃO REDUZIDA**

Cartas de controle e outras técnicas estatísticas devem ser utilizadas como ferramentas para identificar a variação do processo. Análise e ações corretivas

devem ser utilizadas para reduzir a variação e a melhoria contínua requer atenção não somente das causas especiais de variação, mas também compreender as causas comuns e descobrir formas de reduzir a variação. As propostas devem ser desenvolvidas levando-se em conta custos, cronograma melhoria antecipada para a revisão do cliente. Os fornecedores não devem relutar em preparar propostas baseadas em fluxo de valores, redução de variação.

### **3.9.2. SATISFAÇÃO DO CLIENTE**

As atividades detalhadas de planejamento e capacidade de processo de um produto ou serviço, nem sempre garantem a satisfação do cliente, o mesmo deve-se adequar ao ambiente do cliente. O estágio do uso do produto requer a participação do fornecedor e nesse estágio é quando mais se aprende tanto cliente como fornecedor. O fornecedor e cliente devem ser parceiros ao realizar alterações necessárias para corrigir deficiências a fim de atingir a satisfação do cliente.

### **3.9.3. ENTREGA E ASSISTÊNCIA TÉCNICA**

Este estágio mantém a parceria do fornecedor e cliente em relação a solução de problemas e melhoria contínua. As operações de substituição de peças e assistência técnica do cliente sempre merecem a mesma consideração a qualidade, custo e entrega. Falhas ocorridas na primeira vez sempre prejudica a reputação do fornecedor e a parceria do cliente. A experiência obtida nesse estágio fornece ao cliente e fornecedor o conhecimento necessário para recomendar reduções de preços conseguidas pela redução do processo, inventário e custos de qualidade e fornecer o produto certo para o próximo produto.

### **3.10. METODOLOGIA DO PLANO DE CONTROLE**

O objetivo desta metodologia de Plano de Controle é auxiliar a manufatura (fabricação) de produtos de qualidade de acordo com os requisitos do cliente. Ela faz isso fornecendo um modelo estruturado para o projeto, seleção e implementação dos métodos de controle que adicionam valor para o sistema completo.

Os Planos de Controle fornecem uma descrição resumida dos sistemas usados para minimizar a variação do processo e produto. A intenção do formulário do Plano de Controle mostrado nessa seção é fornecer um exemplo de como esta informação pode ser documentada. Essa metodologia é aplicável a uma larga faixa de processos e tecnologias de manufaturas.

Um Plano de Controle é uma descrição por escrito do sistema para controlar peças e processos. Durante as corridas regulares de produção, o Plano de Controle oferece o monitoramento do processo e métodos de controle que serão usados para controlar as características. Uma vez que se espera que os processos sejam atualizados e melhorados continuamente, o Plano de Controle reflete a estratégia que é receptiva a estas condições de alteração de processo.

O Plano de Controle é mantido e usado durante todo o ciclo de vida do produto. Inicialmente, no ciclo de vida do produto, seu primeiro propósito é documentar e comunicar o plano inicial para controle do processo. A seguir ele guia a manufatura em como controlar o processo e assegurar a qualidade do produto.

Alem disso, o Plano de controle se torna um documento vivo que reflete os atuais métodos de controle e 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.

### **3.10.1. PLANO DE CONTROLE**

Para que o controle de processo e a melhoria sejam eficazes, uma compreensão básica do processo deve ser obtida pela equipe multidisciplinar usando toda a informação disponível para obter a melhor compreensão possível do processo, tal como: Fluxograma de processo, Análise de Modo e Efeitos de Falha de Sistema de Projeto e Processo, Lições aprendidas de peças similares, conhecimento da equipe em relação ao processo, Análise crítica do projeto e Métodos de Otimização (QFD, DOE), etc.

Dentre os benefícios ao se desenvolver um Plano de Controle incluem: (a) a metodologia reduz desperdício e melhora a qualidade do produto durante o projeto, manufatura e montagem; (b) enfocam os recursos sobre os processos e produtos relacionados às características que são importantes para o cliente. Além de alocação adequada que ajudam a colocar recursos nos itens principais e a reduzir custos sem prejudicar a qualidade; (c) como um documento vivo o plano de controle identifica e comunica alteração nas características do produto e processo no método de controle e nas medições das características.

### **3.10.2. ANÁLISE DO PROCESSO**

Tipos diferentes de processo apresentam desafios e oportunidades para controlar e reduzir variação e podem ser relacionados a suas fontes mais comuns de variação ou seus fatores preponderantes na determinação da qualidade do produto. Existem muitos métodos efetivos para realizar a análise de processo e podem ser entre outros: Análise da Árvore de Falha, Delineamento de Experimentos ou Causa e Efeito.

No caso da análise pela Causa e Efeito, organiza os tipos de processo no modelo causa e efeito, onde as equipes primárias são: pessoal, materiais, equipamento, métodos & sistemas e ambiente. O exemplo no apêndice descreve situações de manufatura e montagem com o plano de controle correspondente mostrando um documento típico. A chave para o

desenvolvimento de processos eficientes em termos de custos é a identificação de fontes de variação e métodos de controle apropriados.

### **3.10.3. LISTAS DE VERIFICAÇÃO**

As listas de verificações do Planejamento da qualidade do produto são: (a) Lista de Verificação de DFMEA; (b) Lista de Verificação de Projeto; (c) Lista de Verificação de novos Equipamentos, Ferramental e equipamentos de Teste; (d) Lista de Verificação da Qualidade do Produto e Processo; (e) Lista de Verificação das Instalações; (f) Lista de Verificação do Fluxograma de Processo; (g) Lista de Verificação de PFMEA; (h) Lista de Verificação do Plano de Controle.

O estudo bibliográfico realizado dará condições para melhor avaliar o desenvolvimento e a aprovação de amostras realizadas em um fornecedor, já que está baseado em dados e fatos. Assim, o método do planejamento avançado da qualidade do produto (APQP) é uma ferramenta robusta para conseguir os melhores resultados acerca da qualidade e capacidade de um produto.

## **4. ESTUDO DE CASO**

A escolha do tema aqui apresentado está baseada nas dificuldades normalmente encontradas durante o processo de desenvolvimento e aprovação de amostra em fornecedores. O caso a seguir apresentado refere-se a uma situação específica de um fornecedor de produtos hidráulicos, onde diversas ocorrências levaram a um posicionamento crítico e ao mesmo tempo criativo na busca das soluções.

### **4.1. ESTUDO DE CASO DE PRODUTOS HIDRÁULICOS**

O Estudo de Caso está baseado na realização de uma análise crítica dos processos e procedimentos envolvidos na aprovação de amostras para produção de cilindros hidráulicos, na qual é utilizado o método estruturado de Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP) em fornecedores do setor das Montadoras.

O cliente em questão é um dos grandes fabricantes mundiais do setor das montadoras e sua planta se situa no Estado de São Paulo.

O fornecedor, localizado na região sul do Brasil, se encontra na base de abastecimento do cliente há menos de dois anos, produzindo equipamentos hidráulicos para segmentos industriais e agrícolas há mais de vinte anos.

Os produtos fornecidos até este período eram projetados e fabricados pelo fornecedor, o qual possui um sistema de qualidade implantado, tendo a certificação ISO 9000 – 2000.

Desde o processo inicial de desenvolvimento do fornecedor, são realizadas avaliações semestrais pelo cliente, que audita todo o seu processo de gestão e sua eficácia, definindo os planos de ação. Nesse processo são avaliados seus sistemas de gestão:

- Da qualidade (parte fabril);
- Logístico, incluindo o planejamento e controle de produção, controle de estoques, bem como sua cadeia de suprimentos;
- De custo, no qual é avaliada sua capacidade em trabalhar na melhoria contínua e, principalmente, sua capacidade de reduzir custos, tanto nos processos internos, como em sua base de fornecimento;
- De desenvolvimento de seu planejamento estratégico;
- De todo processo, com seus planos de ações contendo todas as melhorias a serem feitas com data e responsável por cada ação, o qual é elaborado em conjunto cliente e fornecedor, com o fornecedor assumindo seu cumprimento integral dentro de determinado tempo.

O fabricante em questão produz em sua planta diversos produtos para a linha hidráulica, mas, para o cliente em questão produz apenas cilindros hidráulicos. Os cilindros hidráulicos são compostos de dois subconjuntos principais: conjunto da camisa composto por tubo usinado e roleteado internamente, fundo, conexões, vedações e munhão; e o conjunto da haste, composto por haste com tratamento térmico superficial e cromada, olhal, êmbolo e parafuso especial. A soldagem entre a haste e olhal é feito por solda a fricção, processo pelo qual ocorre fusão entre os dois componentes com controle de tempo, temperatura e espessura de solda.

Além destes subconjuntos, tem-se o conjunto da cabeça, formada pela cabeça em aço e vedações, a qual é montada no conjunto da camisa, travando o conjunto da haste.

O Quadro 9 mostra, esquematicamente, os componentes de um cilindro típico.

QUADRO 9 – CONJUNTO DO CILINDRO TÍPICO

<b>Conjunto</b>	<b>Componentes</b>
Conjunto Haste	Haste com tratamento térmico superficial e cromada
	Olhal em aço forjado e ou fundido
	Êmbolo (pistão) em aço laminado
	Parafuso especial
	Vedações
Conjunto Camisa	Tubo usinado e roleteado internamente
	Fundo em aço forjado ou fundido
	Munhão
	Conexões
	Vedações
Conjunto Cabeça	Cabeça aço laminado
	Vedações

O cliente é líder mundial em seu mercado de atuação e possui diversos prêmios e certificações sobre a excelência de sua gestão, sendo considerado por todo o mercado como empresa de classe mundial. Como empresa bem estruturada, busca em toda sua base de provisionamento que seus fornecedores e subfornecedores trabalhem no processo de melhoria contínua, na busca da excelência.

Nas avaliações que o cliente faz para toda sua base de fornecimento, ele classifica seus fornecedores dependendo da pontuação obtida e os divide em três cores: as avaliações consideradas "verdes" são aquelas nas quais os fornecedores estão pontuados entre 91% e 100% dos pontos e, nesse caso, é elaborado um plano de ação anual visando a melhoria contínua; esse fornecedor é considerado o que possui processo de gestão entre bom e excelente; o fornecedor avaliado na cor "amarela" é aquele pontuado entre 70% e 90% dos pontos e, nesse caso, é elaborado um plano de ação semestral com o objetivo de que o fornecedor trabalhe intensamente na melhoria de seus processos até atingir a excelência em seus processos (cor verde) e estejam aptos para fornecer, mas seu processo de gestão precisa ser melhorado; o

fornecedor avaliado na cor vermelha é aquele pontuado abaixo de 69% dos pontos e, neste caso, o fornecedor não está qualificado para fornecer produtos para o cliente. No Quadro 10 é resumido o critério de avaliação de fornecedor realizado pelo cliente. Este quadro avalia o grau de risco que o fornecedor representa para o cliente, o nível verde é o que representa menor risco, o nível amarelo apresenta risco mediano e o nível vermelho de alto risco não poderá fornecer para o cliente.

QUADRO 10 – CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES

<b>AVALIAÇÃO FORNECEDORES</b>		
<b>COR</b>	<b>PONTUAÇÃO(%)</b>	<b>PLANO DE AÇÃO</b>
VERDE	91 A 100	ANUAL
AMARELA	70 A 90	SEMESTRAL
VERMELHA	ABAIXO 69	NÃO QUALIFICADO

Na última avaliação realizada nesse fornecedor, foi verificada a situação de seus principais processos, tais como: Gestão da Qualidade, Logístico, Custo, Desenvolvimento, e Gerenciamento. O fornecedor atingiu 83% dos pontos (cor “amarela”) de um total de 100% dos pontos, sendo considerado apto para atender os requisitos básicos do cliente, ou seja, o fornecedor possui um processo mediano de gestão. Na classificação do cliente, com resultado de cor amarela, o fornecedor será avaliado semestralmente e será elaborado plano de ação com objetivos e metas a serem atingidas e considerados relevantes para o cliente. Durante os dois primeiros anos de fornecimentos de cilindros hidráulicos, antes da implementação destes novos 10 cilindros, vários planos de ações foram propostos e executados de forma eficaz pelo fornecedor.

Para que uma empresa possa se tornar fornecedor desse cliente, a condição mínima é ter certificação ISO 9000 – 2000, uma condição necessária, mas não suficiente. Além disso, é preciso que o fornecedor tenha o Processo de Desenvolvimento de Novos Produtos e Alterações Técnicas, o APQP, e passe por avaliação pelo cliente com o objetivo de verificar se o fornecedor possui

todos os requisitos necessários para atender todas as expectativas do cliente, devendo atingir nessa avaliação, no mínimo, 70% dos pontos.

Os indicadores do fornecedor durante esses dois anos foram satisfatórios, atendendo os requisitos do cliente, ou seja, nível de serviço igual ou superior a 95%, indicadores de não-conformidade dentro dos objetivos traçados pelo cliente e atendimento a todos os planos de ações das avaliações semestrais realizadas no fornecedor. Estes cilindros que o fornecedor está fornecendo há dois anos, os projetos são próprios.

Com base no desempenho do fornecedor nos aspectos: qualidade, desempenho de entrega e no critério de avaliação de risco do fornecedor feita pelo cliente, o fornecedor estava apto para iniciar o fornecimento de novos cilindros hidráulicos para o cliente.

Para este processo foram escolhidos 10 tipos de cilindros que são montadas em outra máquina do cliente, onde são montados os 10 tipos de cilindros para cada máquina. Estes novos cilindros hidráulicos de dupla ação em número de dez, são oriundos de um projeto do cliente já existente e são fornecidos para o cliente até o momento por fontes do exterior. Para o cliente, a nacionalização destes cilindros é importante como fator de redução de custo, aumento de capacidade, redução de estoques e incremento no índice de nacionalização de seu produto. Apesar do aspecto cambial negativo devido ao efeito do dólar baixo, o fornecedor conseguiu atender os objetivos da planta do cliente localizada no Brasil.

Outro aspecto importante a ser ressaltado era de que o cliente possuía processo de Desenvolvimento de Amostra próprio, baseado em suas experiências passadas, criou formulários e controles para ter efetividade. Entretanto a partir desse momento, passou a utilizar a metodologia existente no mercado, criado pelas Montadoras *Ford*, *GM* e *Chrysler*, o processo APQP, detalhado na seção anterior deste trabalho. Essa mudança no processo de desenvolvimento e aprovação de amostras pode gerar muitos problemas devido à curva de aprendizado no novo processo.

Com a definição dos pedidos de amostras no fornecedor, o processo de desenvolvimento de amostras teve início e os procedimentos utilizados foram de atender a todos os requisitos do APQP – PPAP, com submissão Nível 4.

#### **4.2. O CASO DOS CILINDROS HIDRÁULICOS**

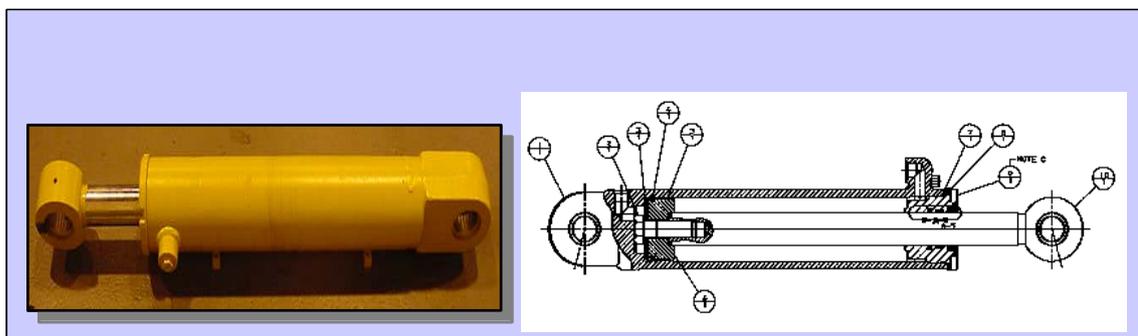
Para a colocação dos pedidos de amostras no fornecedor, o cliente definiu que a metodologia a ser utilizada para o desenvolvimento e aprovação dessas amostras seria o Manual de Referência – APQP, elaborado pelas montadoras *Ford*, *GM* e *Chrysler*, e apresentada no Capítulo 3 desta pesquisa de dissertação.

Durante o processo de desenvolvimento das amostras, o fornecedor precisou desenvolver novos subfornecedores para os processos de cromo, tratamento térmico por indução, forjados e fundidos, aumentando a complexidade do processo de desenvolvimento de amostras.

Após todo o processo de desenvolvimento das amostras dos cilindros no fornecedor, foram enviadas para o cliente 5 cilindros para cada uma das 10 amostras, perfazendo um total de 50 cilindros entregues. Cada máquina do cliente é montados 1 cilindro de cada tipo, ou seja, os 10 tipos de cilindros são montados na máquina. Estas amostras foram aprovadas e autorizadas sua montagem em dois equipamentos do cliente para serem testadas em campo durante um total de 1000 horas. Assim, foram montados 20 cilindros, ficando os outros 30 cilindros para análises.

Na Figura 4 é mostrada uma foto com vista geral e o esquema de um cilindro hidráulico típico.

FIGURA 4. ILUSTRAÇÃO DE UM CILINDRO HIDRÁULICO TÍPICO



Depois de 35 horas de testes em campo nos dois equipamentos do cliente apareceram as seguintes não conformidades nos cilindros hidráulicos: cilindro da amostra número 1 apresentou falha de cromo na região do facetado da haste; o cilindro da amostra número 6 apresentou *pitting* (poros) e corrosão a 43 mm do fim da haste; no cilindro da amostra número 8 foram identificados riscos na haste; e no cilindro da amostra número 10 foi realizado teste interno de Névoa Salina (*Salt Spray*) pelo cliente e, após 24 horas, apareceu oxidação e deslocamento de cromo na região da solda, sendo que a especificação era para suportar 100 horas, no mínimo.

O Quadro 11 apresenta resumo dos resultados encontrados das amostras em questão fabricadas pelo fornecedor.

QUADRO 11 – RESULTADOS DA QUALIDADE DAS AMOSTRAS DO FORNECEDOR

<b>RESULTADOS DAS AMOSTRAS</b>		
<b>Cilindro Amostra</b>	<b>Defeito</b>	<b>Ocorrência</b>
Tipo 1	Sim	Falha cromo no facetado da haste
Tipo 2	Não	
Tipo 3	Não	
Tipo 4	Não	
Tipo 5	Não	
Tipo 6	Sim	Pittings (poros) corrosão a 43 mm do fim da haste
Tipo 7	Não	
Tipo 8	Sim	Riscos nas hastes
Tipo 9	Não	
Tipo 10	Sim	Oxidação e deslocamento de cromo na solda fricção

Como já mencionado anteriormente, um conjunto de cilindro é formado dos seguintes subconjuntos principais: conjunto da camisa, conjunto da haste e conjunto da cabeça.

Os problemas de não conformidades, detectados nas amostras em questão, estão todos relacionados aos conjuntos das hastes. Por conseguinte dentro dos conjuntos de hastes todos os problemas detectados estão relacionados com as hastes especificamente.

Outra observação a ser feita é de no processo de fabricação de um cilindro a complexidade do conjunto da haste é maior, assim as avaliações, controles e registros dos processos devem ser mais exigentes face ao grande número de características críticas a serem controladas pelo fornecedor para atender os requisitos do cliente.

Para melhor entendimento do processo de fabricação de um conjunto de haste, a Figura 5 mostra as principais etapas do processo produtivo no fornecedor e nos subfornecedores principais.

CONJUNTO DA HASTE					
ETAPA	FABRICAR	MOVIMENTAR	ESTOCAR	INSPEÇÃO	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO
1					MOVIMENTAR DO ESTOQUE
2					CORTAR HASTE NA SERRA
3					MOVIMENTAR, TEMPERAR POR INDUÇÃO E REVENIR - SUBFORNECEDOR A
4					DESEMPENAR HASTE - SUBFORNECEDOR A
5					RECEBER HASTE TRATADA TERMICAMENTE E INSPECIONAR
6					RETIFICAR E INSPECIONAR
7					MOVIMENTAR HASTE - SUBFORNECEDOR B
8					LIXAR HASTE E INSPECIONAR - SUBFORNECEDOR B
9					POLIR HASTE E INSPECIONAR - SUBFORNECEDOR B
9					CROMAR HASTE E INSPECIONAR - SUBFORNECEDOR B
10					LIXAR HASTE - SUBFORNECEDOR B
11					POLIR HASTE E INSPECIONAR - SUBFORNECEDOR B
12					INSPECIONAR HASTE
13					MOVIMENTAR HASTE E OLHAL
14					SOLDAR POR FRICÇÃO HASTE E OLHAL E REMOVER FLASH
15					MANDRILAR OLHAL
6					MOVIMENTAR CONJUNTO HASTE E OLHAL, BUCHA, PISTÃO, PARAFUSO E PORCA
13					MONTAR COMPONENTES E SUBCONJUNTOS E INPECIONAR
29					ARMAZENAR CONJUNTO DA HASTE EM ÁREA ESPECÍFICA

FIGURA 5 – FLUXOGRAMA TÍPICO DE UM CONJUNTO DE HASTE

O teste de névoa salina é realizado em uma câmara a fim de simular uma atmosfera agressiva e controlada para obter resultados de comparação para uma mesma amostra com as características técnicas semelhantes. Essas câmaras criam uma atmosfera úmida com sais, controlada, e em seguida há a possibilidade de injetar-se ar forçado com temperatura controlada, expondo os

corpos de prova por um determinado período. Isso possibilita que os testes realizados em laboratórios se tornem muito próximos à realidade.

Durante todo o processo de desenvolvimento das amostras, foram feitos testes de cromagem com névoa salina em 35 hastes e os resultados naquela data atenderam plenamente os requisitos de projeto. Os testes foram feitos em laboratório externo certificado pelo fornecedor e também pelo cliente.

Para o processo de cromagem das hastes, o fornecedor desenvolveu o sub-fornecedor B para executar essa operação e durante o desenvolvimento, o sub-fornecedor B teve problemas, mas todos foram resolvidos durante período de validação. Além disso, foram adotados vários pontos de controle com registros para acompanhar e garantir que o processo é "capaz". Dessa forma, todo o processo de preparação, lixamento, polimento, banhos e cromagem, e polimento final do processo passou a ser controlado por indicadores diários. Todo esse processo incluiu acompanhamento com plano de ação liderado pela área de desenvolvimento do cliente.

Os testes de campo que estavam sendo realizados pelo cliente em duas máquinas, face aos resultados negativos prematuros, foram suspensos para identificar as causas raízes e ações para a solução dos problemas detectados.

Os 10 tipos de cilindros fabricados pelo fornecedor foram desmontados do equipamento do cliente e enviados de volta à sua fábrica para análise e verificação das causas raízes dos problemas detectados.

Com a participação efetiva do cliente, foi elaborado um plano para detecção das causas raízes dos problemas ocorridos. Foi estabelecido um cronograma e plano um de ações para direcionar os trabalhos a serem efetuados, utilizando ferramentas da qualidade, como Diagrama de Causa e Efeito, entre outros.

Os cilindros hidráulicos enviados pelo cliente foram desmontados na fábrica do fornecedor com a presença do cliente e confirmados todas as falhas inicialmente identificadas pelo cliente.

O fornecedor possui experiência de mais de 20 anos na fabricação de produtos similares, além de haver utilizado as melhores técnicas na fabricação desses cilindros. Seria preciso estudar profundamente o processo para identificar as causas raízes.

Mais 30 hastes, sendo 3 para cada tipo de cilindro, foram produzidas utilizando os mesmos processos de fabricação com acompanhamento passo a passo, e testadas na câmara de Névoa Salina (*Salt Spray*). Todas foram aprovadas com mais de 150 horas de testes, com exceção de duas das três hastes do produto número 1, com poros (*pittings*) de corrosão nas regiões dos facetados após 24 horas de teste. O problema detectado nas hastes do produto número 1 nos testes de Névoa Salina indicava que uma das operações realizadas no processo do sub-fornecedor poderia ser a causa raiz.

A Figura 6 mostra uma máquina típica para realização de ensaio de nevoa salina e as condições de hastes que apresentaram problemas após os testes realizados.



Na Figura 6 as hastes das amostras das fotos 1 e 2 apresentam na região interna ao círculo pontos oxidados; a haste da amostra da foto 3 apresenta, na região interna do círculo, destacamento de cromo e a haste da amostra da foto

4 apresenta, na região interna do círculo (facetado), oxidação devido à remoção do cromo antes do teste na câmara de névoa salina.

Os parâmetros dos banhos no subfornecedor foram revistos e todos se encontravam dentro do especificado pelo fabricante da máquina de cromagem. Em seguida, foi checado o processo após cromagem de polimento e observado que, nessa haste específica, aonde havia um pequeno facetado na extremidade, ocorria a remoção de parte do cromo durante a etapa de lixamento após cromo, pois a lixa nesta região tinha contato irregular e localizado, causando a remoção parcial do cromo. O Plano de Controle existente para medir a rugosidade e camada de cromo não conseguia identificar esse problema porque não previa a medição nessa região específica.

Como correção, foi desenvolvido ferramental na extremidade da haste para não permitir a inclinação da lixa e, conseqüentemente, uma pressão uniforme e regular em toda a área de contato com a haste na região do facetado, eliminando assim a causa raiz.

Foram produzidas mais 10 dessas hastes após essa alteração de processo para validar novo processo e, depois de testados em banho de névoa salina durante 100 horas, nenhum *pitting* (poro) de corrosão apareceu.

Os riscos detectados na haste do cilindro tipo 8 tiveram, da mesma forma, sua verificação por meio de estudos em todo o seu processo de fabricação dos conjuntos das hastes. Durante o desdobramento desse problema e análise da causa raiz, não foi identificado nenhum ponto que contribuísse para aparecimento do problema. A causa mais provável deveria estar associada ao problema gerado durante o manuseio e movimentação no processo do subfornecedor, durante a movimentação entre o sub-fornecedor e o fornecedor, e no manuseio e movimentação no recebimento e na célula de fabricação do conjunto da haste do fornecedor.

Outra provável causa seria a contaminação existente no produto, que poderia riscar a haste. A contaminação interna deveria ser avaliada não só pelo

fornecedor, como também pelo cliente, já que vários componentes de outros fornecedores e do próprio cliente poderiam estar causando a contaminação do sistema e o problema apareceria no produto do fornecedor. Durante a validação das amostras do produto do fornecedor, todos os testes sobre contaminação estavam dentro do especificado pelo cliente. Portanto, a contaminação não ocorria no cliente.

Para detectar as causas raízes associadas à movimentação foram colocados pontos de controle no sub-fornecedor e no fornecedor, e constatados alguns poucos casos relacionados ao transporte entre o sub-fornecedor e o fornecedor, alguns casos no processo de movimentação e manuseio interno do fornecedor até o processo de montagem final. No processo interno do sub-fornecedor, não foi encontrado nenhum risco devido a manuseio ou movimentação.

Para solução da possível causa raiz e para validar sua eficácia, foram colocados protetores individuais, tipo rede plástica, em cada haste, garantindo assim o não aparecimento de marcas ou batidas, devido ação de pequenas batidas durante a movimentação interna e externa. Foram colocados pontos de controle para validar a introdução dessa melhoria e após a medição e o acompanhamento em 500 hastes nenhum caso de risco apareceu. Dessa forma, foi considerado que a causa raiz estava eliminada.

Nos produtos fornecidos nos primeiros dois anos ao cliente, o fornecedor adquiria a haste acabada no mercado internacional, não ocorrendo as movimentações e manuseios necessários advindo do desenvolvimento desse novo processo.

Em relação ao cilindro tipo 6, com *pitting* (poro) de corrosão a 43 milímetros da extremidade da haste, foi necessário realizar um estudo mais abrangente devido à falta de dados que direcionassem o trabalho. As potenciais causas raízes mapeadas foram muitas, consumindo muito tempo da equipe encarregada de encontrar a causa raiz.

Para o estudo, foram utilizados o Diagrama de Causa Efeito e o Diagrama de Pareto, buscando focar as causas mais prováveis. Analisou-se, uma a uma, todas as máquinas envolvidas no processo, chegando-se na máquina de solda da haste no olhal. Verificou-se que a pista de luneta dessa máquina fica entre 40 e 50 mm do fim da haste. A partir desse ponto, ficou fácil entender e validar que o problema era causado pela entrada de pequenas partículas metálicas na região da pista de luneta durante todo o processo de soldagem e remoção do *flash* (excesso de solda que ocorre durante o processo de soldagem por fricção).

Para solucionar o problema detectado, substituiu-se o ferramental que prende a haste na região da pista de luneta da máquina por outro ferramental mais mole e adaptou-se outro dispositivo para impedir a entrada de partículas metálicas durante o processo de soldagem na região da luneta. Após o acompanhamento do processo de soldagem e remoção do *flash* de 35 peças, considerou-se que a causa raiz havia sido removida e validada.

No cilindro tipo 10 foi detectado uma não conformidade em teste interno realizado pelo cliente em banho de *Salt Spray*, no qual, após 24 horas, apareceu oxidação e deslocamento de cromo na região da solda, quando o especificado deveria suportar no mínimo 100 horas. O fato relevante nesse problema é que muitos conjuntos de hastes antes do envio das amostras (cilindros) haviam sido enviados pelo fornecedor ao cliente para validar o processo de cromo e tinham passado em todos os testes, estando aprovado também pelo cliente.

Durante a fase da elaboração do Diagrama de Causa Efeito, o fornecedor teve dificuldade em definir o Diagrama de Pareto, já que as possíveis causas raízes eram muitas, sendo necessário reavaliar todo o processo desse subconjunto e, uma a uma, ir validando.

A primeira hipótese estudada foi o processo de soldagem, já que o problema apareceu nessa região. Todos os parâmetros de regulagem da máquina foram

revisados, o fabricante foi consultado e não se chegou a nenhuma conclusão efetiva.

Doze novos conjuntos de hastes foram fabricados e acompanhados em detalhes na fabricação e com plano de controle mais detalhado. Durante esse processo, foram analisadas todas as etapas, buscando possíveis causas raízes e não se chegou a nenhuma conclusão efetiva. Os conjuntos foram enviados para testes de *salt spray* no cliente e em órgãos certificados e, após 100 horas de testes, nenhuma não conformidade foi detectada.

Diante da dificuldade em determinar a causa raiz, decidiu-se pela fabricação completa de 10 novos cilindros desse tipo, desde a fase inicial.

Dois desses cilindros foram desmontados e seus conjuntos de hastes foram enviados para órgão certificado para teste em banho de nevoa salina (*salt spray*). Após 24 horas de testes, os dois conjuntos de hastes apresentaram respectivamente três e dois pittings de corrosão na região da solda.

Com o reaparecimento do problema, concluiu-se que a causa raiz não estava vinculada à fabricação do conjunto das hastes e, sim, em alguma etapa posterior do processo.

A partir daí, houve uma redução drástica das possíveis causas raízes e, após uma série de estudos e testes, concluiu-se que a possível causa raiz estaria associada ao processo de lavagem do conjunto de haste antes da montagem do conjunto do cilindro. Essa máquina lava o conjunto da haste com uma pressão de 686 MPa a 45 °C. Essa máquina estava sendo utilizada para retirar as partículas que poderiam contaminar internamente o produto e foi instalada para atender os elevados requisitos anticontaminação do cliente.

Partiu-se para a validação da causa raiz, com uma amostragem de seis conjuntos de hastes; sendo que três conjuntos de hastes foram fabricados seguindo o método com lavagem antes da montagem, e três conjuntos de hastes foram fabricados sem o processo de lavagem.

Os seis conjuntos foram submetidos a testes de banho com névoa salina e, após 48 horas, os três conjuntos com lavagem apresentaram vários *pittings* de corrosão, enquanto que os três conjuntos sem lavagem nada apresentaram. Após 100 horas de testes, a quantidade de *pittings* de corrosão nas amostras com lavagem era grande, enquanto que não incidiu nenhum *pitting* de corrosão nas amostras sem lavagem.

Como solução para essa causa raiz, a lavagem dos conjuntos sob pressão foi retirada, passando a ser lavado sem pressão. Dessa forma, concluiu-se que, durante a lavagem, a graxa utilizada no polimento era retirada totalmente da haste, deixando-a sem proteção contra a corrosão.

A partir dessas validações, o cliente considerou o fornecedor apto para produzir novamente os 10 tipos de amostras de cilindros, para serem novamente montados em 2 máquinas do cliente, a fim de serem testados em campo.

Os cilindros dessa nova amostra trabalharam durante 800 horas e nenhuma não conformidade foi detectada durante os testes de campo.

Após testes de campo os cilindros foram desmontados pelo cliente e enviados ao fornecedor para análise e avaliação final. Nos testes e avaliações realizadas pelo fornecedor com acompanhamento do cliente nenhuma não conformidade foi encontrada. As amostras estavam aprovadas.

A partir desta data, o fornecedor pôde iniciar a entrega de cilindros para produção.

#### **4.3. ANÁLISE E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DO APQP**

O resultado da eficiência da correlação existente entre o Manual de Referência APQP e o ocorrido foi detalhado abaixo, classificando o nível de aderência em três condições de implementação: Excelente, Mediano e Pobre.

A Matriz de Risco elaborada pelo cliente classificou os cilindros, sob o aspecto de projeto, como risco Alto, e a avaliação do fornecedor, por ser relativamente novo em sua base, bem como, pelo processo de fabricação de cilindros ser complexa, foi também considerado como risco Alto. Por essa avaliação, a Matriz de Risco final elaborada pelo cliente classificou este processo com o nível de criticidade de risco Alto.

Baseado nessa análise o cliente resolveu fazer testes de 1000 horas de campo em duas de suas máquinas, montando os 10 tipos de cilindros das amostras em questão.

#### **4.3.1 AVALIAÇÃO DA FASE: PLANEJAR E DEFINIR PROGRAMA**

O Quadro 3 mostra, esquematicamente, as etapas do APQP – Planejar e Definir Programa e os resultados obtidos após a avaliação realizada pelo cliente no fornecedor.

QUADRO 3 – RESULTADOS DAS ETAPAS DE PLANEJAR E DEFINIR PROGRAMA

Portão 1	Nível de Risco		3.5 - Planejar e Definir Programa												
	Projeto	Fornecedor	3.5.1 Voz do Cliente	3.5.2 Plano de Negocios Estrategias Marketing	3.5.3 Dados de Benchmark do Produto	3.5.4 Premissas do Produto	3.5.5 Estudos sobre a Confiabilidade do Produto	3.5.6 Inputs do Cliente	3.5.7 Objetivos do Projeto	3.5.8 Metas de Confiabilidade e de Qualidade	3.5.9 Lista Preliminar de Materiais	3.5.10 Fluxograma Preliminar do Processo	3.5.11 Lista Preliminar das Características Especiais do Produto e Processo	3.5.12 Plano de Garantia do Produto	3.5.13 Suporte da Gerência
Cilindro Tipo 1	A	A	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	M	E	E
Cilindro Tipo 2	A	A	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	M	E	E
Cilindro Tipo 3	A	A	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	M	E	E
Cilindro Tipo 4	A	A	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	M	E	E
Cilindro Tipo 5	A	A	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	M	E	E
Cilindro Tipo 6	A	A	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	M	E	E
Cilindro Tipo 7	A	A	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	M	E	E
Cilindro Tipo 8	A	A	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	M	E	E
Cilindro Tipo 9	A	A	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	M	E	E
Cilindro Tipo 10	A	A	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	M	E	E
Total Final	A	A	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	M	E	E

Nível de Risco do Projeto: Alto(A); Médio(M), Baixo(B)  
 Nível de Risco do Fornecedor: Alto(A); Médio(M), Baixo(B)  
 Aderência do APQP: Excelente(E), Mediano(M) e Pobre(P)

Na etapa de Planejar e Definir Programa observou-se que, no item 3.5.11 - Lista Preliminar das Características Especiais do Produto e Processo, estas características não foram bem definidas pelo cliente; adicionalmente, o fornecedor não conseguiu entender plenamente os requisitos do cliente, não sendo controladas algumas características especiais de seu processo fabril.

#### 4.3.2 AVALIAÇÃO DA FASE: PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

O Quadro 4 mostra, esquematicamente, as etapas do APQP – Projeto e Desenvolvimento do Produto e os resultados obtidos após a avaliação do cliente realizada no fornecedor.

## QUADRO 4 – RESULTADOS DAS ETAPAS DE PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

Portão 2	Nível de Risco		3.6 - Projeto e Desenvolvimento do Produto												
	Projeto	Fornecedor	3.6.1 Análise de Modo e Efeito de Falha de Projeto (DFMEA)	3.6.2 Projeto para Manufaturabilidade e Montagem	3.6.3 Verificação do Projeto	3.6.4 Análises Críticas de Projeto	3.6.5 Construção do Protótipo	3.6.6 Desenhos de Engenharia	3.6.7 Especificações de Engenharia	3.6.8 Especificações de Materiais	3.6.9 Alterações de Desenhos e Especificações	3.6.10 Requisitos para Novos Equipamentos, Ferramental e Instalações	3.6.11 Características Especiais do Produto e Processo	3.6.12 Requisitos para Meios de Medição e Equipamentos de Testes	3.6.13 Comprometimento de Viabilidade da Equipe e Suporte da Gerência
Cilindro Tipo 1	A	A	M	E	E	M	NR	E	E	E	E	E	M	E	E
Cilindro Tipo 2	A	A	M	E	E	M	NR	E	E	E	E	E	M	E	E
Cilindro Tipo 3	A	A	M	E	E	M	NR	E	E	E	E	E	M	E	E
Cilindro Tipo 4	A	A	M	E	E	M	NR	E	E	E	E	E	M	E	E
Cilindro Tipo 5	A	A	M	E	E	M	NR	E	E	E	E	E	M	E	E
Cilindro Tipo 6	A	A	M	E	E	M	NR	E	E	E	E	E	M	E	E
Cilindro Tipo 7	A	A	M	E	E	M	NR	E	E	E	E	E	M	E	E
Cilindro Tipo 8	A	A	M	E	E	M	NR	E	E	E	E	E	M	E	E
Cilindro Tipo 9	A	A	M	E	E	M	NR	E	E	E	E	E	M	E	E
Cilindro Tipo 10	A	A	M	E	E	M	NR	E	E	E	E	E	M	E	E
Total Final	A	A	M	E	E	M	NR	E	E	E	E	E	M	E	E

Nível de Risco do Projeto: Alto(A); Médio(M), Baixo(B)  
 Nível de Risco do Fornecedor: Alto(A); Médio(M), Baixo(B)  
 Adêrência do APQP: Excelente(E), Mediano(M), Pobre(P) e Não Requerido(NR)

Na etapa do Projeto e Desenvolvimento do Produto, observou-se que os itens 3.6.1- Análise de Modo e Efeito de Falha de Projeto (DFMEA), 3.6.4- Análise Crítica de Projeto e 3.6.11- Características Especiais de Produto e Processo não foram perfeitamente entendidos pelo fornecedor. No primeiro item (3.6.1) isto ocorreu devido à falta de envio do cliente para o fornecedor do DFMEA detalhando as probabilidades de falhas no cilindro. No segundo e terceiro itens (3.6.4 e 3.6.11), o fornecedor subestimou os riscos das Características Especiais e Análises Críticas de Projeto por julgar desnecessário maior rigor devido a sua grande experiência.

### 4.3.3 AVALIAÇÃO DA FASE: PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO

O Quadro 5 mostra, esquematicamente, as etapas do APQP – Projeto e Desenvolvimento do Processo e os resultados obtidos após a avaliação do cliente realizada no fornecedor.

QUADRO 5 – RESULTADOS DAS ETAPAS DE PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO

Portão 3	Nível de Risco		3.7 - Projeto e Desenvolvimento do Processo											
	Projeto	Fornecedor	3.7.1 Padrões de Embalagem	3.7.2 Análise Crítica do Sistema de Qualidade do Produto Processo	3.7.3 Fluxograma do Processo	3.7.4 Layout das Instalações	3.7.5 Matriz de Características	3.7.6 Análise e Modo e Efeitos de Falha de Processo (PFMEA)	3.7.7 Plano de Controle de Pré-Lançamento	3.7.8 Instruções de Processo	3.7.9 Plano de Análise dos Sistemas de Medição	3.7.10 Plano de Estudo Preliminar da Capabilidade do Processo	3.7.11 Especificações de Embalagem	3.7.12 Suporte da Gerência
Cilindro Tipo 1	A	A	M	E	E	E	M	M	E	E	P	M	M	E
Cilindro Tipo 2	A	A	M	E	E	E	M	M	E	E	P	M	M	E
Cilindro Tipo 3	A	A	M	E	E	E	M	M	E	E	P	M	M	E
Cilindro Tipo 4	A	A	M	E	E	E	M	M	E	E	P	M	M	E
Cilindro Tipo 5	A	A	M	E	E	E	M	M	E	E	P	M	M	E
Cilindro Tipo 6	A	A	M	E	E	E	M	M	E	E	P	M	M	E
Cilindro Tipo 7	A	A	M	E	E	E	M	M	E	E	P	M	M	E
Cilindro Tipo 8	A	A	M	E	E	E	M	M	E	E	P	M	M	E
Cilindro Tipo 9	A	A	M	E	E	E	M	M	E	E	P	M	M	E
Cilindro Tipo 10	A	A	M	E	E	E	M	M	E	E	P	M	M	E
Total Final	A	A	M	E	E	E	M	M	E	E	P	M	M	E

Nível de Risco do Projeto: Alto(A); Médio(M), Baixo(B)

Nível de Risco do Fornecedor: Alto(A); Médio(M), Baixo(B)

Aderência do APQP: Excelente(E), Mediano(M), Pobre(P) e Não Requerido(NR)

Na etapa do Projeto e Desenvolvimento do Processo, observou-se que os itens 3.7.1- Padrões de Embalagem, 3.7.5- Matriz de Características, 3.7.6- Análise e Modo e Efeitos de Falha de Processo (PFMEA), 3.7.9- Plano de Análise dos Sistemas de Medição, 3.7.10- Plano de Estudo Preliminar da Capabilidade de Processo e 3.7.11- Especificações de embalagem não foram perfeitamente entendidos pelo fornecedor.

Nos itens 3.7.1 e 3.7.11- Estudo dos Padrões de Embalagens e Especificações, estes estudos tinham sido muito bem desenvolvidos para os cilindros, porém não houve estudo específico para as embalagens de transportes entre o fornecedor e subfornecedores e internamente, dentro do fornecedor dos componentes. Nestes casos, foram aproveitados os padrões de embalagens de outros cilindros existentes. O item 3.7.5 - Matriz de Características e 3.7.6 - Análise e Modo e Efeitos de Falhas de Processo, foram realizados de maneira satisfatória, mas suas análises ficaram prejudicadas principalmente pela falta de detalhes do DFMEA, não fornecidos pelo cliente. Já o item 3.7.9- Plano de Análise dos Sistemas de Medição, sua aplicação ficou pobre devido aos pequenos tamanhos de amostras solicitados pelo cliente, o que prejudicou o resultado do estudo.

#### **4.3.4 AVALIAÇÃO DA FASE: VALIDAÇÃO DO PRODUTO E PROCESSO**

O Quadro 6 mostra, esquematicamente, as etapas do APQP – Validação do Produto e Processo e os resultados obtidos após a avaliação do cliente realizada no fornecedor.

QUADRO 6 – RESULTADOS DAS ETAPAS DE VALIDAÇÃO DE PRODUTO E PROCESSO

Portão 4	Nível de Risco		3.8 - Validação do Produto e Processo							
	Projeto	Fornecedor	3.8.1 Corrida Piloto de Produção	3.8.2 Avaliação de Sistemas de Medição	3.8.3 Estudo Preliminar da Capabilidade do Processo	3.8.4 Processo de Aprovação de Peça de Produção (PPAP)	3.8.5 Testes de Validação da Produção	3.8.6 Avaliação de Embalagem	3.8.7 Plano de Controle de Produção	3.8.8 Aprovação do Planejamento da Qualidade e Suporte da Gerência
Etapas APQP										
Cilindro Tipo 1	A	A	E	P	P	M	M	M	E	E
Cilindro Tipo 2	A	A	E	P	P	M	M	M	E	E
Cilindro Tipo 3	A	A	E	P	P	M	M	M	E	E
Cilindro Tipo 4	A	A	E	P	P	M	M	M	E	E
Cilindro Tipo 5	A	A	E	P	P	M	M	M	E	E
Cilindro Tipo 6	A	A	E	P	P	M	M	M	E	E
Cilindro Tipo 7	A	A	E	P	P	M	M	M	E	E
Cilindro Tipo 8	A	A	E	P	P	M	M	M	E	E
Cilindro Tipo 9	A	A	E	P	P	M	M	M	E	E
Cilindro Tipo 10	A	A	E	P	P	M	M	M	E	E
Total Final	A	A	E	P	P	M	M	M	E	E

Nível de Risco do Projeto: Alto(A); Médio(M), Baixo(B)

Nível de Risco do Fornecedor: Alto(A); Médio(M), Baixo(B)

Aderência do APQP: Excelente(E), Mediano(M), Pobre(P) e Não Requerido(NR)

Na etapa da Validação de Produto e Processo, observou-se que os itens 3.8.2- Avaliação de Sistemas de Medição e 3.8.3- Estudo Preliminar da Capabilidade de Processo ficaram prejudicados principalmente pelo pequeno tamanho de amostra solicitado pelo cliente. Os itens 3.8.4- PPAP e 3.8.5- Testes de Validação de Produção também ficaram prejudicados pelo pequeno tamanho das amostras solicitadas pelo cliente. Nos demais subitens analisados, o processo foi considerado excelente.

#### 4.3.5 AVALIAÇÃO DA FASE: RETROALIMENTAÇÃO, AVALIAÇÃO E AÇÃO CORRETIVA

O Quadro 7 mostra, esquematicamente, as etapas do APQP – Retroalimentação, Avaliação e Ação Corretiva e os resultados obtidos após a avaliação do cliente realizada no fornecedor.

QUADRO 7 – RESULTADOS DAS ETAPAS DE VALIDAÇÃO DE PRODUTO E PROCESSO

Portão 5	Nível de Risco		3.9 - Retroalimentação, Avaliação e Ação Corretiva		
	Projeto	Fornecedor	3.9.1 Variação Reduzida	3.9.2 Satisfação do Cliente	3.9.3 Entrega e Assistência Técnica
Etapas APQP					
Cilindro Tipo 1	A	A	E	M	E
Cilindro Tipo 2	A	A	E	M	E
Cilindro Tipo 3	A	A	E	M	E
Cilindro Tipo 4	A	A	E	M	E
Cilindro Tipo 5	A	A	E	M	E
Cilindro Tipo 6	A	A	E	M	E
Cilindro Tipo 7	A	A	E	M	E
Cilindro Tipo 8	A	A	E	M	E
Cilindro Tipo 9	A	A	E	M	E
Cilindro Tipo 10	A	A	E	M	E
Total Final	A	A	E	M	E

Nível de Risco do Projeto: Alto(A); Médio(M), Baixo(B)

Nível de Risco do Fornecedor: Alto(A); Médio(M), Baixo(B)

Aderência do APQP: Excelente(E), Mediano(M), Pobre(P) e Não Requerido(NR)

Na etapa da Retroalimentação, Avaliação e Ação Corretiva, observou-se que o item 3.9.2- Satisfação do Cliente não atendeu a todos os requisitos cliente.

### 4.3.6 AVALIAÇÃO GERAL DO APQP

QUADRO 8 – AVALIAÇÃO GERAL DO APQP

Portão	Avaliação	Pontuação	%
Portao 1	Excelente	120	92%
	Médio	10	8%
	Pobre	0	0%
	Total	130	
Portao 2	Excelente	90	75%
	Médio	30	25%
	Pobre	0	0%
	Total	120	
Portao 3	Excelente	60	50%
	Médio	50	42%
	Pobre	10	8%
	Total	120	
Portao 4	Excelente	30	38%
	Médio	30	38%
	Pobre	20	24%
	Total	80	
Portao 5	Excelente	20	67%
	Médio	10	33%
	Pobre	0	0%
	Total	30	
Total	Excelente	320	67%
	Médio	130	27%
	Pobre	30	6%
	Total	480	

O Quadro 8 mostra, esquematicamente, a avaliação geral, incluindo todas as etapas do APQP e os resultados obtidos após a avaliação do cliente realizada no fornecedor. Na avaliação geral do APQP, observa-se que 6% de todas as Fases foram implementadas de maneira pobre, não atendendo aos requisitos do cliente. Considera-se que essa implementação pobre deve ter contribuído significativamente para os problemas prematuros encontrados nos cilindros durante os testes.

## 5. CONCLUSÕES

Durante a avaliação da aplicabilidade da metodologia APQP, pôde-se verificar que os 5 portões que fazem parte da metodologia foram aplicados. O grau de aderência, isto é, a correlação entre a proposta da metodologia e a eficácia de sua implementação não foi executada de forma completa, pois algumas práticas e estudos de capacidade de processos não foram validados.

Por outro lado, muitas das decisões tomadas não foram baseadas em dados e fatos, mas segundo experiências de engenheiros e técnicos com grande conhecimento prático dos processos. Em sua maioria, esses técnicos possuem mais de 20 anos de experiência neste ramo.

Outro dado importante é que grande parte dos estudos estatísticos de processos não teve o rigor técnico necessário e imprescindível na utilização da metodologia APQP. Essa aplicação pobre em algumas das atividades da metodologia APQP não conseguiu atingir seu principal objetivo que é avaliar e reduzir riscos de processo e produto.

O gerenciamento do processo inclui o uso das métricas (indicadores). A implementação efetiva dos indicadores começa com a identificação das características especiais do produto para medir; pois não é prático medir todas as características.

A definição das características críticas a serem controladas em um processo é, em geral, uma difícil decisão. Neste trabalho, a definição de onde, como, quanto e por quê foi também bastante difícil, principalmente devido a ausência do DFMEA, gerando uma validação que não contemplou todos os principais riscos e a não detecção de não conformidades que surgiram durante o ciclo de vida do produto.

Assim, pode-se concluir que não somente a aplicação adequada da metodologia é necessária, como também a experiência no processo da

utilização dessa metodologia para garantir os melhores resultados e a minimização dos riscos envolvidos no processo de aprovação de amostras.

Na etapa do APQP Planejar e Definir Programa, observa-se que 92% de todos os itens foram integralmente atendidos pelo fornecedor. Para o item Lista Preliminar das Características Especiais do Produto e Processo, por não ter sido bem definida pelo cliente, o fornecedor não conseguiu entender plenamente os requisitos do cliente; como consequência, não foram bem controladas algumas características especiais de seu processo fabril.

Na etapa do Projeto e Desenvolvimento do Produto, observa-se que 75% de todos os itens foram integralmente atendidos pelo fornecedor. Os itens referentes à Análise de Modo e Efeito de Falha de Projeto (DFMEA), Análises Crítica de Projeto e Características Especiais de Produto e Processo, representando 25% de todos os itens, não foram perfeitamente assimilados pelo fornecedor, principalmente pela falta de informações do cliente. Além disso, o fornecedor subestimou os riscos das características especiais por julgar desnecessário maior rigor devido a sua grande experiência.

Na etapa do Projeto e Desenvolvimento do Processo, observa-se que somente 50% de todos os itens foram integralmente realizados pelo fornecedor. Os itens Padrões de Embalagem, Matriz de Características, Análise e Modo e Efeitos de Falha de Processo (PFMEA), Plano de Estudo Preliminar da Capabilidade de Processo e Especificações de embalagem, representando 42% de todos os itens, foram parcialmente (medianamente) entendidos pelo fornecedor.

Quanto aos itens Estudo dos Padrões de Embalagens e Especificações de embalagens, foram bem desenvolvidos o transporte dos cilindros entre fornecedor e cliente; porém, não houve estudo específico para as embalagens de transporte e movimentação dos componentes entre o fornecedor e subfornecedores e internamente no fornecedor, sendo aproveitados os padrões de embalagens de outros cilindros existentes; a causa raiz da não conformidade detectada no cilindro tipo 8 está associada a este problema, riscos nas hastes.

Os itens, Matriz de Características e Análise e Modo e Efeitos de Falhas de Processo, foram realizados de maneira satisfatória, mas suas análises ficaram prejudicadas principalmente pela falta de detalhes do DFMEA, não fornecidas pelo cliente. Isto gerou uma dificuldade maior para o fornecedor, impactando negativamente e de forma decisiva no resultado do Plano de Análise dos Sistemas de Medição, que ficou pobre. Isto também ocorreu face aos pequenos tamanhos das amostras solicitadas pelo cliente.

É importante ressaltar que a qualidade do FMEA do Processo depende da qualidade do FMEA de Produto e a sua falta contribuiu significativamente para os defeitos apresentados nos cilindros tipos 1, 6, 8 e 10 das amostras.

Na etapa da Validação de Produto e Processo, observa-se que somente 38% de todos os itens foram integralmente realizados pelo fornecedor; 38% de todos os itens atenderam medianamente todos os requisitos, a saber: PPAP, Testes de Validação de Produção e Avaliação de embalagem; 24% de todos os itens foram realizados de forma pobre, sendo que os itens Corrida Piloto de Produção, Avaliação de Sistemas de Medição e Estudo Preliminar da Capabilidade de Processo ficaram prejudicados, principalmente pelo pequeno tamanho de amostra solicitado pelo cliente e DFMEA pobre.

Na etapa da Retroalimentação, Avaliação e Ação Corretiva, observa-se que 67% de todos os itens foram integralmente realizados pelo fornecedor. O item Satisfação do Cliente atendeu medianamente a todos os requisitos do cliente.

Na avaliação conclusiva do APQP, observa-se que 6% de todas as Fases foram implementadas de maneira pobre, não atendendo os requisitos do cliente. Essa implementação pobre contribuiu significativamente para os problemas prematuros encontrados nos cilindros durante os testes de campo realizados pelo cliente.

O fornecedor aplicou a metodologia APQP para o desenvolvimento das amostras de forma parcial, não levando em conta a aplicação total da metodologia.

Dessa forma, os estudos estatísticos não puderam ser feitos e a validação não ocorreu neste momento, e sim durante o período de entrega de peças para produção.

Como conclusão geral deste trabalho pode-se concluir que a não radicalidade na implementação de algumas das fases da Metodologia APQP pode ser considerada como um dos principais fatores no resultado final obtido destas amostras.

Para trabalhos futuros é recomendado que para cada um dos portões existentes do APQP seja aprovado pelo cliente, para só então dar seguimento no próximo portão.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKAO, Y et. al. – Quality Function Deployment – Integration Customer Requirements into Product Design, Productivity Press, Portland, 1990.

BAILY *et al.* Compras: princípios e administração. São Paulo, Atlas, 2000.

BATSON, G. R. et al. Quality Planning for Manufacturing Supply Chain. The Quality Management Journal, p. 33, Janeiro, 2006.

CASEY, J. - OEMs, suppliers, third parties need to push for perfection, Quality Progress, Maio, 2000, p.43.

CHENG, L. C. et al. QFD – Planejamento da Qualidade, Editora Littera Maciel, Belo Horizonte, 1995

CHOI, T.Y.; HARTLEY, J.L. An exploration of supplier selection practices across the supply chain. Journal of Operations Management, v. 14, May 1996, p. 333-343,

CLARK, K.B.; FUJIMOTO, T. Product Development Performance: Strategy, Organization and Management in the World Auto Industry, Harvard Business Press, Boston, 1991.

CORTADA, W.C; QUINTELA, M.Q, TQM: Gerência da Qualidade Total, Makron Books, São Paulo, 1994

CROSBY, P. B. Quality is free, New America Library, New York, 1979

CROSBY, P. B. Integração: qualidade e recursos humanos para o ano 2000, Makron Books, São Paulo, 1993, 240 p.

CROSBY, P. B. Qualidade sem lágrimas, 3ª. Edição, Livraria Jose Olimpio Editora S.ª, Rio de Janeiro, 1994

DEMING,W.E., "Quality, Productivity, and Competition Position", Cambridge – Massachusetts Institute of Technology, 1982

DEMING,W.E.,Qualidade: a revolução da administração- Rio de Janeiro, Marques-Saraiva, 1990. 367pg. (17 a 19, 22, 23)

DICKINSON, B. QFD: setting up for success, World Class Design to Manufacture. MCB University Press, v.2, n.5, 1995, p. 43-45,

DRIVA, H.; PAWAR, K.S.; MENON, U. Measuring Product Development Performance in Manufacturing organization. International Journal of Production Economics. Elsevier Science B, n. 63, 2000, p.147-159,

FEIGENBAUM, A V. Controle da Qualidade Total, Vol. 2 – Estratégias para o Gerenciamento e Tecnologia da Qualidade (Tecnologia da Engenharia da Qualidade) - São Paulo: Makron Books, 1994. 281 p.

FEIGENBAUM, A.V. Controle da Qualidade Total - Gestão e Sistemas, Vol. 1, Makron Books do Brasil, Editora McGraw-Hill LTDA, São Paulo,1994

FERREIRA, A. B. H, Novo Aurélio Século XXI!: O Dicionário da Língua Portuguesa, Editora Nova Fronteira, Rio janeiro, 1999

JURAN, J.M. A qualidade desde o projeto – Novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços - São Paulo: Pioneira Thimson Learning, 2002, 551 pg.

Juran J.M e Gryna, E.M. Controle da Qualidade Handbook. Vol. 1 – Conceitos Políticas e Filosofia da Qualidade, Makron Books do Brasil Editora Ltda: São Paulo, 1991

GARVIN, D. A. Managing Quality, Editora Free Press, New York, 1988

HUANG, G. Q.; MAK, K. L. WeBid: A web-based framework to support early supplier involvement in new product development, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing., v.16, Apr. 2000, p. 169-179,

ISO/TS 16.949 Technical Specifications, ANFIA, CCFA/FIEV, SMMT, VDA, Daimler Chrysler AG, Ford Motor Company, General Motors Corp, Switzerland, 2º Edition, 2002.

JUNG, F. C, Metodologia Para Pesquisa & Desenvolvimento Aplicada A Novas tecnologias, Produtos, Processos – Editora Axcel Books do Brasil – Rio de Janeiro, 2004

LAMBERT, D.M.; COOPER, M.C.; PAGH, J.D. Supply chain management: implementation issues and research opportunities. The International Journal of Logistics Management, v.9, n.2, p.1-19, 1998.

LIKER, J.K.; KAMATH, R.R.; WASTI, S.N.; NAGAMACHI, M. Supplier involvement in automotive component design: are there really large US Japan differences? – Research Policy, vol.25, p.59-89, 1996.

KRAUSE, D.R.; ELLRAM, L.M. Success factors in Supplier development, International Journal of Physical Distribution & Logistics. v.27, n.1, p. 39-52, 1997.

Manual de Referência - APQP – Planejamento Avançado da Qualidade do Produto e Plano de Controle – 1a. edição, 1995

Manual de Referência – CEP – Fundamentos de Controle Estatístico do Processo, 2ª. Edição, Março 1995 - Daimler Chrysler, Ford Motor Company, General Motors Corporation.

Manual de Referência – FMEA – Análise de Modo e Efeitos de Falha potencial, 3ª. Edição, Julho 2001 - Daimler Chrysler, Ford Motor Company, General Motors Corporation.

Manual de Referência – MSA – Análise dos Sistemas de Medição – 3ª Edição, Maio 2003 - Daimler Chrysler, Ford Motor Company, General Motors Corporation.

*McCUTCHEON, D., STUART, F.I. - Issues In The choice of Supplier Alliance Partners, Journal of Operations Management, v.18, p.270-301, 2000.*

MCGINNIS, M.A.; VALLOPRA, R.M. Purchasing and supplier Involvement: Issues and Insights Regarding New Product Success. In: The Journal of Supply Chain Management, v.35, n.3, p. 4-15, 1999.

MIGUEL, P.A.C. Técnicas Associadas à Qualidade, Núcleo de Gestão da Qualidade & Metrologia, UNIMEP, Piracicaba, 1998

MIGUEL, P.A.C. Qualidade: Enfoques e Ferramentas São Paulo: Artliber Editora, 2001.

MITRA, A. Fundamentals of Quality Control and Improvement -- Macmillan Publishing Company, Printed in the United States of America 1993.

NAKAJIMA, S. Introduction to TPM; Total Productivity Maintenance, Productivity Press, Cambridge, 1988

PIRES, S. R. I. Gestão da Cadeia de Suprimentos: Conceitos, Estratégias, Práticas e Casos – Supply Chain Management - São Paulo: Ed. Atlas, 2004. 310 pg

PIRES, S. R. I. Gestão Estratégica da Produção. Prefacio de Oswaldo Luiz Agostinho.- Piracicaba:- Ed. Unimep, 1995. 269 pg

REID, R. D. – From Deming to ISO 9000:2000, pág. 66 – Quality Progress, junho 2001.

SIMON, A.T., AGOSTINHO, O.L. Estágios de passagem da estrutura convencional para a flexível, Revista Maquinas e Metais, no. 338, p. 164 -178, março 1994.

SHIBA, S; GRAHAM A; WALDEN D, TQM: Quatro Revoluções na Gestão da Qualidade, Editora Bookman, Porto Alegre, 1997

SHINGO, S. A Study of The Toyota System Production, Productivity Press, Portland – Oregon, 1989.

SUZAKI, K. The new manufacturing challenge: Suppliers as extended factories, Free Press, New York, 1987.

THISSE, C. L, Advanced Quality Planning: A guide for any organization, pág. 73, Quality Progress, Fevereiro 1998.

VILLARINHO, M. A. (1999), Um sistema de Qualificação de Fornecedores através da Aplicação da Metodologia do Gerenciamento de Processos, Florianópolis Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina <<http://www.eps.ufsc.br/disserta99/villarinho/index.html>> (novembro de 2003).