

Mauricio Berto

Avaliação de Fornecedores: Um Modelo para Inovação e Melhoria Contínua no Setor Metal-Mecânico.

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Produção, Área de Concentração Gestão do Design e do Produto.

Orientador: Prof. Willy Arno Sommer, Dr.

**Florianópolis
2003**

Mauricio Berto

Avaliação de Fornecedores: Um Modelo para Inovação e Melhoria Contínua no Setor Metal-Mecânico.

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de "Mestre em Engenharia", Especialidade em Engenharia de produção e aprovada em sua forma final pelo programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Área de Concentração: Gestão do Design e do Produto.

Florianópolis, 29 de agosto de 2003

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr
UFSC

Banca Examinadora:

Prof. Willy Arno Sommer, Dr
Orientador, UFSC

Prof. Marcelo Menezes Reis, Dr
UFSC

Prof. Osmar Possamai, Dr
UFSC

A Deus
e a meus pais,
José e Nilde.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Willy Arno Sommer, pela valiosa orientação.

Ao professor Osmar Possamai, pelo auxílio a todos os mestrandos que participaram do convênio UFSC/UNERJ.

A minha esposa Rachel Bergmann Castro Berto, pelo incentivo, o companheirismo e a paciência durante a realização do meu curso de mestrado.

Ao professores e funcionários do Programa de Pós Graduação do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGEP/EPS/UFSC) e da Coordenadoria de pós-graduação da UNERJ (Universidade Regional de Jaraguá do Sul.)

Ao Eng. Paulo Paim, MSc, Gerente de Produto da Schulz SA, por ter me incentivado a realizar este trabalho e pela valorosa contribuição técnica.

Ao pessoal do Departamento de Produto da Divisão Compressores da Schulz SA, pela ajuda no desenvolvimento da parte de Novos Produtos no modelo.

Aos colegas do Grupo da Qualidade de Fornecedores Schulz SA que tanto me ajudaram na realização da parte prática deste trabalho, em especial a Evaldo Zepon, pelo cuidado na organização dos dados de fornecedores.

A todos os colaboradores da Schulz SA que participaram das Reuniões de Análise Crítica dos Fornecedores pela valiosa contribuição.

A Schulz SA por ter me fornecido os recursos que tornaram possível a realização deste trabalho.

Aos colegas da pós-graduação pelo apoio e motivação e pelos bons momentos e lições que deixaram para minha vida.

RESUMO

Esta dissertação apresenta um modelo para a evolução e a melhoria contínua das técnicas de avaliação de fornecedores, tanto durante o desenvolvimento de novos produtos como no gerenciamento da rotina no dia-a-dia com aplicação específica no setor metal-mecânico. A idéia de associar o gerenciamento da qualidade de fornecedores a inspeção de recebimento já está totalmente ultrapassada, porém a busca de fornecedores com "qualidade assegurada" não está ainda totalmente desenvolvida, prova disso são os constantes processos de *recall* existentes no ambiente industrial devido a falhas de fornecimento. Surge então a necessidade de planejar e gerenciar adequadamente a variada série de ferramentas de avaliação de fornecedores de forma a utilizar o menor número de recursos de avaliação com o maior nível possível de segurança e qualidade. Neste trabalho propõe-se diminuir os recursos gastos na avaliação de fornecedores com um nível comprovado de qualidade e, em contrapartida aumentar os recursos gastos no controle nos fornecedores com maior índice de problemas de qualidade, de forma a obter-se um nível ótimo de utilização das técnicas de avaliação de fornecedores não pecando nem por excesso e nem por falta de controle. A metodologia se baseia em dois modelos: a) O de Harrington, de Gestão da Melhoria Contínua, utilizado para rotina do dia-a-dia; b) O PMBOK (*Project Management Book of Knowledge*) para o caso de novos produtos. Apresenta-se também alguns casos resultantes da implementação do modelo proposto de forma a permitir uma compreensão prática da utilização do modelo e demonstrar sua viabilidade.

Palavras Chaves: Avaliação de Fornecedores, Cadeia de Suprimentos, Desenvolvimento de Produto.

Abstract

This dissertation presents an evolution and continuous improvement method for suppliers' evaluation, during the new products development as much as the day-by-day job management with application in the Mechanical Sector Industries. Associating the Suppliers Quality Management with Receiving Inspection had been already obsolete, nevertheless the searching for "Quality Assured Suppliers" have not been totally developed, confirmed by constants recalls derived for industrial sector. So begins the need to plan and to manage adequately the whole suppliers evaluation tools aiming to use the least number of resources with the biggest security and quality level possible. The purpose of this dissertation is to decrease the resources spent in suppliers with a good quality level and, in opposite, increase the resources spent in the control of suppliers with high level quality problems, getting a optimum utilization level of the evaluation methods, not failing for excess or for fault. The methodology is based in two models: a) the Harrington's Continuous Improvement Total Management, for day-by-day job; b) on the PMBOK 2000 (Project Management Book of Knowledge) for new products development. Both aligned with ISO 9001/2000 series standards. It's presents also any cases about proposed model permitting a practical comprehension of this work and showing the viability of this one.

Key Words: Supplier Evaluation; Supply Chain; Product Development.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras

Figura 1 Os cinco objetivos de desempenho. (SLACK <i>et al.</i> , 1996, p.70)	9
Figura 2 Os 3 tipos de processos de uma organização. Fonte: (CERQUEIRA NETO,1994, p.70)	17
Figura 3 Modelo de um Sistema de Gestão da Qualidade Baseado no Processo .(ABNT NBR ISO 9001:2000,2000, p.2, fig.1)	21
Figura 4 Estágios de Desenvolvimento da Qualidade nas Relações Fornecedor /Comprador (ISHIKAWA, 1993, p. 172).	23
Figura 5 Conceito de Melhoramento Contínuo (AGUIAR, 2002, p.16) (CAMPOS,2002, p.272)	27
Figura 6 Fases da Melhoria dos Processos da Organização (HARRINGTON, 1997, p.346).....	31
Figura 7 Interação entre os Macroprocessos de Desenvolvimento de Produto (MENEZES, 2001, p.80)	33
Figura 8 Garantia da Qualidade do Projeto(<i>PMBOK GUIDE</i> , 2000, p.96).....	37
Figura 9 As 8 Etapas do Planejamento da Qualidade (CHENG <i>ET AL</i> , 1995, p.13)	40
Figura 10 Divisão dos Planos de Amostragem por Variáveis (ABNT/NBR 5429, 1977, apêndice 3)	66
Figura 11 CCO para um Plano Ideal (PARANTHAMAN,1990)	75
Figura 12 Curva Característica de Operação para $n=52$ e $c =3$	77
Figura 13 Parâmetros Utilizados quando se Trabalha com CCOs.....	79
Figura 14 Exemplo de Curva QMR	81
Figura 15 Curva de Probabilidade da Média Populacional em Relação à Média Amostral.....	82
Figura 16 Intervalo de Confiança da Média Amostral.	83
Figura 17 Fluxo sobre as divisões do modelo e suas aplicações	92
Figura 18 Caminho de Evolução das Técnicas de Avaliação Off-line do Material Fornecido.....	100
Figura 19 Caminho de Evolução das Técnicas de Avaliação <i>In-line</i> do Material Fornecido.....	101

Figura 20 Regra para Racionalização das técnicas de avaliação de fornecedores	112
Figura 21 Fluxo para Melhoria das Técnicas de Avaliação em Itens Já Existentes	131
Figura 22 Variação da Complexidade do Projeto em Relação ao Domínio da Tecnologia Empregada e Diferença dos Projetos Já Executados	136
Figura 23 Fluxograma para Projeto Inédito com 4 Ciclos de Planejamento, Execução e Controle	139
Figura 24 Exemplo do Ciclo PDCA no Desenvolvimento das Técnicas de Avaliação de Produtos Já Existentes	141
Figura 25 Fluxo de Elaboração de Técnicas de Avaliação para Novos Itens	155
Figura 26 Compressor Alternativo a Pistão. Fonte: Schulz S.A.	161
Figura 27 Fluxo Simplificado do Processo de Fabricação do Grupo Compressor ..	162
Figura 28 Parte do Organograma do Controle de Qualidade de Fornecedores, no Início da Implementação do modelo	166
Figura 29 Fluxograma do Processo de Aprovação de Amostras	187
Figura 30 Fluxo dos <i>kits</i> Importados adquiridos	189
Figura 31 Fluxograma dos <i>kits</i> após Alteração do Processo	194
Figura 32 Fração defeituosa por lote para NQA 2,5 Nivel I, Normal	197
Figura 33 Fluxograma de Processo de Avaliação de Válvulas de Segurança	201
Figura 34 Curva de Qualidade Média Resultante para Uma Amostra de 50 peças em Um Lote de 3200 peças. Nota: o LQMR (Limite da Qualidade Média Resultante) é próximo a 2,8%	202
Figura 35 CCO para uma Amostragem de 50 peças e Não admitindo Peças Não Conformes na Amostra	204
Figura 36 Processo de avaliação da qualidade de bielas injetadas em alumínio ...	214
Figura 37 Fluxograma do Processo Modificado de Fornecimento de Peças Injetadas	218

Quadros

Quadro 1 Fases e etapas do método de melhoria contínua das técnicas de avaliação de fornecedores e itens já existentes, adaptado do Modelo de Harrington (1997).....	108
Quadro 2 Comparação entre os Métodos de Desenvolvimento de Produtos.	135
Quadro 3 Obrigatoriedade de Fases de Projeto em Virtude da Complexidade, Baseado em Kaibara (1998).....	140
Quadro 4 Plano de Ação do Caso 1.....	192
Quadro 5 Plano de Ação do Caso 2.....	209
Quadro 6 Plano de Implementação de Melhoria – Injeção de Alumínio.....	216
Quadro 7 Plano de Ação Caso 5.....	222

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Valores de i para CSP-1 em função de $LQMR \times f$	70
Tabela 2 Entradas e Sairas dos Processos Principais na Schulz	163
Tabela 3 Comparação de Opções do Processo	191
Tabela 4 - Tabela dos Resultados de Inspeção das Amostras em um Recebimento de Lotes de Válvulas Não Conformes (Valores de Pressão em Psi).....	198
Tabela 5 Diferenças de Custo Com e Sem Inspeção	208
Tabela 6 Análise Comparativa entre os Casos Analisados.....	231
Tabela 7 Estudo dos diferentes Processos de um mesmo fornecedor –Caso 6	232

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;

ASME – *American Society of Mechanical Engineers*;

AOQ – *Average Outgoing Quality* (mesmo que QMR)

AQL – *Assurance Quality Level* (mesmo que NQA);

ATI – Average Total Inspection (mesmo que TMA);

ASQC – *American Society of Quality Control*;

CCO – Curva Característica de Operação (mesmo que OCC);

CEP – Controle Estatístico do Processo;

CQ – Controle de Qualidade;

CSP – Plano de Amostragem Contínua (*Continuous Sampling Plan*);

DOE – Delineamento de Experimentos (*Design of Experiments*);

FMEA – Análise de Modo de Falha e Efeitos (*Failure Mode and Effects Analysis*);

FMECA – Análise do Modo, Efeito e Criticidade das Falhas (*Failure Mode, Effects and Critical Analysis*);

FTA – Análise da Árvore de Falhas (*Failure Tree Analysis*);

GTMC – Gerenciamento Total da Melhoria Contínua;

IQF – Índice de Qualidade do Fornecedor;

ISO – *International Organization for Standardization*;

JIT – *Just-in-Time*;

LQMR – Limite de Qualidade Média Resultante;

LTPD – *Lot Tolerance Percent Defective* (mesmo que PTDL);

MRP – Planejamento dos Recursos da Manufatura (*Manufacturing Resource Planning*);

MSI – Incerteza dos Sistemas de Medição;

NQA – Nível de Qualidade Assegurada (mesmo que AQL);

OCC – Operation Characteristic Curve (mesmo que CCO);

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento;

PIT – Equipe de Melhoria dos Processos (*Process Improvement Teams*);

PMBOK – Coletânea sobre Gestão de Projetos (*Project Management Board of Knowledge*);

PCPM – Planejamento e Controle da Produção e Métodos;

PPAP – Processo de Aprovação de Peças de Produção (*Production Parts Approval Process*);

PPB – Parte por Bilhão;

PPM – Parte por Milhão;

PTDL – Percentagem Tolerada de Não-Conformes no Lote (mesmo que LTPD);

QL – Qualidade Limite;

QFD – Desdobramento da Função Qualidade (*Quality Function Deployment*);

QMR – Qualidade Média Resultante (mesmo que AOQ);

R&R – Repetibilidade e Reprodutibilidade;

TMA – Tamanho Médio de Amostras (mesmo que ATI);

TOC – Teoria das Restrições (*Theory of Constraints*);

TPM – Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance*);

TQM – Gestão da Qualidade Total (*Total Quality Management*);

UL – *Underwriters Laboratories*;

LISTA DE SÍMBOLOS

- a - limite inferior delimitado na curva normal;
- b - limite superior delimitado na curva normal;
- c - limite total de defeitos permitidos;
- c_{ii} - custo da inspeção por item;
- d - distribuição do número de defeitos;
- e - erro de estimação;
- f - fração produzida;
- f_{nc} - fração não conforme;
- i - número de esclarecimento (quantidade de peças inspecionadas sem nenhum defeito);
- K - valor Constante de Perda;
- K_1 - custo de inspeção de uma peça;
- K_2 - custo de desmontar, reparar, remontar, e testar uma montagem que falhe devido a uma peça defeituosa ter chego até a linha de produção;
- $L(y)$ - Função Perda de Taguchi;
- m - média desejada da população (menor perda);
- N - Tamanho do Lote;
- n - Tamanho da Amostra;
- y - desvio de qualidade em relação ao nominal;
- L - perda total prevista no caso de inspeção 100%;
- p_{nci} - perda por não conformidade encontrada na inspeção;
- p - fração defeituosa esperada de peças produzidas;
- P_a - fração média de unidades não inspecionadas ou Probabilidade de Aceitação;
- q - fração conforme esperada de peças produzidas (1-p);
- s_x - desvio padrão da amostra;
- u - número médio de peças que serão inspecionadas;
- Q_1 - área da curva normal relativa a área compreendida entre a e b ;
- x - número de itens não conformes na amostra;
- \bar{x} - média amostral;
- z - número de desvios padrão contido entre a média da amostra e a média da população;

α - risco do produtor ou erro tipo I (*type I error – Producer's Risk*);

β - risco do consumidor ou erro tipo II (*type II error – Consumer's Risk*)

Δ - resultado da diferença entre o limite de especificação superior e inferior;

$\mu_{\bar{x}}$ - média da distribuição;

v - número médio de unidades submetidas a inspeção;

v_s^2 - Estimativa dos itens não rejeitados;

σ - desvio padrão do processo;

σ_x - desvio padrão da população;

$\sigma_{\bar{x}}$ - desvio padrão da distribuição amostral.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Aspectos gerais	1
1.2 Definição do Problema	2
1.3 Importância do Problema	3
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo Geral	5
1.4.2 Objetivo Específico.....	5
1.5 Delimitações do tema	5
1.6 Estrutura do Trabalho	6
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	8
2.1 Conceitos sobre Qualidade	8
2.2 Administração da Qualidade Total	11
2.3 A Gestão da Qualidade Total e as Normas ISO 9000	13
2.4 Abordagem Histórica da Avaliação de Fornecedores	17
2.5 Estágios da Evolução dos Fornecedores	22
2.5.1 Variação do Estágio de Desenvolvimento do Fornecedor no Âmbito dos Característicos da Qualidade.....	25
2.6 A "Trilogia de Juran" como Base para Elaboração de um Modelo	26
2.7 O Modelo de Harrington para o Gerenciamento Total da Melhoria Contínua	28
2.8 Métodos para o Desenvolvimento de produto	31
2.9 Análise de Pareto na Avaliação de Fornecedores já Existentes	41
2.10 Algumas Ferramentas da Avaliação da Qualidade de Fornecedores	43
2.10.1 Questionários de Auto-Avaliação (Pesquisas)	43
2.10.2 Certificações e Auditorias.....	44
2.10.3 Inspeção do Primeiro Artigo	45
2.10.4 Testes de Confiabilidade/Testes Acelerados/Ensaio Funcionais	46
2.10.5 Inspeção de Recebimento e Inspeções do Fornecedor	46
2.10.5.1 <i>Função Perda e Inspeção</i>	47
2.10.5.2 <i>O Método do Custo Mínimo Total de Deming</i>	50
2.10.6 Controle Estatístico do Processo(CEP) e Estudos de Capacidade	51
2.10.7 Verificação do Produto	52

2.10.8 Auditoria de Produto	53
2.10.9 Métodos de Análise de Falhas	53
2.10.10 Delineamento de Experimentos	54
2.10.11 Custos da Má Qualidade	54
2.11 Técnicas de Inspeção Amostral	55
2.11.1 Planos de Amostragem por Atributos	58
2.11.2 Planos de Amostragem por Variáveis	62
2.11.2.1 <i>Classificação dos Planos de Amostragem por Variáveis</i>	65
2.11.2.2 <i>Cuidados Quanto a Distribuição de Probabilidades no Uso dos Planos de Amostragem por Variáveis</i>	66
2.11.3 Planos de Amostragem Mistos – Variáveis e Atributos	67
2.11.4 Amostragem em Cadeia	67
2.11.5 Amostragem Contínua	69
2.11.6 Método Skip-lot	72
2.12 Elementos dos Planos de Amostragem	73
2.12.1 Nível de Qualidade Aceitável (NQA) – <i>Acceptable Quality Level (AQL)</i>	73
2.12.2 Curvas Características de Operação – CCO – OC – <i>Curves</i>	74
2.12.3 Qualidade Média Resultante (QMR) – <i>Average Outgoing Quality (AOQ)</i>	79
2.12.4 Limite da Qualidade Média Resultante (LQMR) – <i>Average Outgoing Quality Limit (AOQL)</i>	80
2.12.5 Curvas de Tamanho Médio de Amostras (TMA) – <i>Average Total Inspection (ATI)</i>	81
2.12.6 Definição do Tamanho de Amostragem	82
2.13 A Necessidade de Quantificar o Nível de Qualidade do Fornecedor – (Índice de Qualidade de Fornecedor – IQF)	87
2.14 Planos 5W1H, 5W2H e 3W	89
2.15 Necessidade de Racionalização das Técnicas	89
2.16 Considerações	90
3 MODELO PARA INOVAÇÃO E MELHORIA CONTÍNUA NO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES	92
3.1 Apresentação do Modelo	92
3.2 Escopo do Modelo	94

3.3 Requisitos Necessários para a Adoção do Modelo	95
3.4 Divisão das Técnicas de Avaliação de Fornecedores e Itens Fornecidos	97
3.5 Diretrizes para Escolha de Técnicas	99
3.5.1 Quanto Seus Objetivos	99
3.5.2 Quanto ao Local de Aplicação da Técnica em Relação a Linha de Produção.....	100
3.5.3 Quanto ao Conhecimento Histórico sobre o Item Avaliado	101
3.6 Criando um Ambiente Propício para o Modelo	102
3.6.1 – O Sistema de Medição IQF	106
3.7 Fases para Avaliação de Fornecedores e Produtos já Existentes na Organização Compradora	107
3.7.1 FASE I – Organizando-se para Melhoria	108
<u>3.7.1.1 Atividade 1 – Definindo Processos Críticos</u>	109
<u>3.7.1.2 Atividade 2 – Selecionando os Responsáveis pelo Processo</u>	112
<u>3.7.1.3 Atividade 3 – Definindo as Fronteiras Preliminares</u>	112
<u>3.7.1.4 Atividade 4 – Formando e Treinando Equipes de Melhoria do Processo</u>	113
<u>3.7.1.5 Atividade 5 – Enquadrando o Processo</u>	114
<u>3.7.1.6 Atividade 6 – Estabelecendo Medições</u>	115
<u>3.7.1.7 Atividade 7 – Desenvolvendo Planos de Gestão do Projeto e da Mudança</u>	115
3.7.2 FASE II – Entendendo o Processo	116
<u>3.7.2.1 Atividade 1 – Fluxograma do Processo</u>	116
<u>3.7.2.2 Atividade 2 – Preparando um Modelo de Simulação</u>	117
<u>3.7.2.3 Atividade 3 – Analisando as Etapas do Processo</u>	119
<u>3.7.2.4 Atividade 4 – Realizando a análise do custo e tempo do ciclo do Processo</u>	119
<u>3.7.2.5 Atividade 5 – Implementando Reparos Rápidos</u>	120
<u>3.7.2.6 Atividade 6 – Alinhando o Processo e os Procedimentos</u>	120
3.7.3 FASE III – Direcionando o Fluxo do Processo	121
<u>3.7.3.1 Atividade 1 – Escolha das Opções de Direcionamento</u>	121
<u>3.7.3.1.1 OPÇÃO 1 – REDESENHO DO PROCESSO</u>	121
<u>3.7.3.1.2 OPÇÃO 2 – INOVAÇÃO DO PROCESSO</u>	123

3.7.3.1.3 <u>OPÇÃO 3 – BENCHMARKING</u>	126
3.7.3.2 <u>Atividade 2 – Análise da Melhoria, Custo e Risco</u>	126
3.7.3.3 <u>Atividade 3 – Seleção do Processo Preferido</u>	127
3.7.3.4 <u>Atividade 4 – Plano Preliminar de Implantação</u>	127
3.7.4 FASE IV – Implementação, Medições e Controles	127
3.7.4.1 <u>Atividade 1 – Plano de Implementação Finalizado</u>	127
3.7.4.2 <u>Atividade 2 – Implementação do Novo Processo</u>	128
3.7.4.3 <u>Atividade 3 – Medição do Processo</u>	128
3.7.4.4 <u>Atividade 4 – Sistemas de Feedback</u>	129
3.7.4.5 <u>Atividade 5 – Custos da Má Qualidade</u>	129
3.7.5 FASE V – Melhoria Contínua	129
3.7.6 Fluxograma para Melhoria das Técnicas de Avaliação em itens/fornecedores Existentes.....	130
3.8 Utilização do Modelo para Definição de Técnicas Avaliação para Novos Materiais	132
3.8.1 Modelo de Desenvolvimento das Técnicas de Avaliação de Durante a Realização de Novos Projeto	133
3.8.1.1 <i>Fases da Racionalização das Técnicas de Avaliação de Fornecedores Durante o Desenvolvimento de Novos Produtos</i>	142
3.8.1.1.1 <u>FASE I – Planejamento</u>	143
3.8.1.1.2 <u>FASE II – Análise</u>	146
3.8.1.1.3 <u>FASE III – Implementação, Medição e Melhorias</u>	152
3.8.1.1.4 <u>FASE IV – Controle</u>	153
3.8.1.1.5 <u>FASE V – Melhoria Contínua</u>	153
3.8.1.2 <i>Desenvolvimento de Novos Fornecedores / Alteração de Fornecedores em Produtos Já Existentes</i>	154
3.8.1.3 <i>Fluxograma para o Desenvolvimento de Novos Produtos ou Fornecedores e Alteração dos Já Existentes</i>	154
3.9 Considerações	156
4 APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO	157
4.1 Caracterização da Organização Utilizada para Implementação do Modelo e Objeto de Estudo	157
4.1.1 A Empresa	157
4.1.2 Os Fornecedores.....	158

4.1.3 Os Clientes.....	159
4.1.4 O Produto	160
4.1.5 O Processo	161
4.1.6 O Sistema da Qualidade de Fornecedores	163
4.2 Condições para a Implementação do Modelo	164
4.2.1 Condições iniciais de implementação	164
4.2.2 Organizando-se para Melhoria	166
4.3 Observações na Execução das Fases para Avaliação de Fornecedores Já Existentes na organização Compradora.....	169
4.3.1 FASE I – Planejamento da Melhoria	169
<u>4.3.1.1 Reuniões de IQF</u>	<u>169</u>
<u>4.3.1.2 Atividade 1 – Selecionando os Responsáveis pelo Processo.....</u>	<u>171</u>
<u>4.3.1.3 Atividade 2 – Definindo os Processos Críticos</u>	<u>172</u>
<u>4.3.1.4 Atividade 3 – Definindo as Fronteiras Preliminares.....</u>	<u>174</u>
<u>4.3.1.5 Atividade 4 – Treinamento e Formação de Equipes</u>	<u>175</u>
<u>4.3.1.6 Atividade 5 – Enquadramento do Processo.....</u>	<u>176</u>
<u>4.3.1.7 Atividade 6 – Estabelecendo Medições</u>	<u>177</u>
<u>4.3.1.8 Atividade 7 – Desenvolvendo Plano de Gestão do Projeto e da mudança</u>	<u>178</u>
4.3.2 FASE II – Entendendo o Processo.....	179
<u>4.3.2.1 Atividade 1 – Fluxograma do Processo</u>	<u>179</u>
<u>4.3.2.2 Atividade 2 – Modelo de Simulação.....</u>	<u>179</u>
<u>4.3.2.3 Atividade 3 – Analisando as Etapas do Processo.....</u>	<u>180</u>
<u>4.3.2.4 Atividade 4 – Realizando a análise de custo e tempo do ciclo do Processo.....</u>	<u>180</u>
<u>4.3.2.5 Atividade 5 – Implementando Reparos Rápidos.....</u>	<u>181</u>
<u>4.3.2.6 Atividade 6 – Alinhando os Processos e Procedimentos</u>	<u>181</u>
4.3.3 FASE III – Direcionando o Fluxo do Processo	182
4.3.4 FASE IV – Implementação, Medições e Controles	182
<u>4.3.4.1 Atividade 1 – Plano de Implementação Finalizado</u>	<u>182</u>
<u>4.3.4.2 Atividade 2 – Implementação do Novo Processo.....</u>	<u>183</u>
<u>4.3.4.3 Atividade 3 – Medições do Processo</u>	<u>183</u>
<u>4.3.4.4 Atividade 4 – Sistema de <i>Feedback</i></u>	<u>183</u>
<u>4.3.4.5 Atividade 5 – Custos da Má Qualidade.....</u>	<u>183</u>

4.4 Estudos de Caso Realizados durante o Primeiro Ciclo do	
Modelo para Avaliação de Fornecedores e Produtos Já Existentes	184
4.4.1 Caso 1 – Fornecedores Asiáticos de Kits Pneumáticos.....	184
4.4.2 Caso 2 – Fabricante de Válvulas e Dispositivos de Controle de fluxo para produtos pneumáticos	194
4.4.3 Caso 3 – Fabricante de Buchas Bimetálicas (aço + liga de Bronze) para bielas de mancal deslizante	210
4.4.4 Caso 4 – Injeção e Usinagem de Alumínio	212
4.4.5 Caso 5 – Fundição Schulz Ferro Fundido	219
4.4.6 Caso 6 – Fornecedor de Componentes	223
4.4.6.1 <i>Fabricação de Luvas para Vasos de Pressão</i>	225
4.4.6.2 <i>Fabricação de Serpentinhas</i>	227
4.4.6.3 <i>Fabricação de Palhetas</i>	229
4.4.7 Análise Comparativa dos Casos Analisados.....	230
4.4.8 Aplicação do Modelo em Processos de Gestão da Avaliação	233
4.4.8.1 <i>Processo de Gestão das Auditorias de Fornecedores</i>	233
4.4.8.2 <i>Processo de Verificação de Ações Corretivas</i>	239
4.5 Observações na Execução das Fases para Avaliação de Novos	
Fornecedores e Novos Projetos de Produtos na Organização	
Compradora	240
4.5.1 Modelo de Racionalização de Técnicas de Avaliação Fornecedores durante o Desenvolvimento de Novos Projetos	240
4.6 Modelo de Desenvolvimento de Técnicas de Avaliação	
de Fornecedores na entrada de Novos Fornecedores em	
Projetos Já existentes	243
4.7 Considerações	244
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	247
5.1 Conclusões	247
5.2 Recomendações	251
REFERÊNCIAS	252

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo apresentam-se os aspectos que motivaram na realização desta dissertação sobre Avaliação de Fornecedores. Estuda-se o problema em si e as dificuldades deste processo nos dias de hoje, fixam-se os objetivos e as delimitações impostas no tratamento do tema e explica-se como a parte textual está organizada ao longo dos capítulos subseqüentes, permitindo uma visão geral deste trabalho.

1.1 Aspectos Gerais

Cada vez mais, diversas empresas vêm agregando o gerenciamento de suprimentos a suas iniciativas estratégicas, canalizando recursos aos seus fornecedores com a missão de desenvolver uma base de suprimentos que ofereça, através da melhoria da qualidade, da entrega, do custo e do atendimento, vantagens competitivas que garantam a sobrevivência de seus negócios.

O resultado destes esforços culminou em uma série de ferramentas que almejam avaliar, selecionar e melhorar a qualidade dos processos e sistemas de gestão dos fornecedores e de seus respectivos produtos. Estes métodos, pelo menos nas referências pesquisadas neste trabalho, são apresentados de forma individual, o que dificulta, quando implementados na realidade organizacional, na transformação da informação obtida destes em conhecimento holístico, sistemático, com ações estratégicas integradas focadas na melhoria contínua.

Um dos momentos existentes para a avaliação de fornecedores é no recebimento. Tratando-se do fornecimento de produtos tangíveis (e não da prestação de serviços) os métodos mais conhecidos utilizados no recebimento são as inspeções e verificações. A utilização de uma inspeção e/ou verificação de recebimento nos produtos fornecidos é um assunto polêmico. Numa visão da qualidade assegurada do

produto fornecido, não há necessidade de inspeção e/ou verificação de recebimento, visto que, o fornecedor deve garantir a qualidade do produto, e uma inspeção por parte do cliente recebedor, dentro deste conceito, é uma redundância. Quando os métodos de avaliação, durante o recebimento, não são capazes de identificar não conformidades existentes no produto recebido, a avaliação do produto também pode ser detectada em momentos pós-recebimento, seja na linha de produção, auditorias ou, de modo indesejável, pelo próprio cliente final.

Outra forma de garantir a qualidade do produto adquirido é o controle ,do processo ou do produto, por parte do fornecedor. Esta alternativa exige da organização compradora, que esta tenha uma relação de confiança, objetivamente comprovada, com o fornecedor

1.2 Definição do Problema

Partindo do princípio que existem várias formas de avaliar o fornecedor e que métodos de avaliação exigem dinheiro, pessoas, treinamento, *software* ou outros recursos, torna-se necessário sistematizar a aplicação destes ativos, de forma a conseguir o máximo benefício com o menor custo.

Porém, é comum a existência de organizações que possuem sistemas de avaliação, os quais não levam em conta as peculiaridades dos processos e realidades organizacionais de seus fornecedores. Isto causa uma utilização inadequada dos recursos, gastando-se aonde não são necessários, ao mesmo tempo em que existem carências em pontos críticos da cadeia de suprimentos.

Para que este capital seja utilizado adequadamente é necessário que o sistema de avaliação de fornecedores seja dinâmico, possibilitando alterações em si próprio, à medida que os dados de entrada são computados e analisados. Estes da-

dos devem contemplar as ocorrências no fornecedor, no recebimento, na linha de produção e no cliente, além de levar em consideração as características específicas dos processos de cada fornecedor.

Surge então o problema: como é possível escolher a ferramenta mais apropriada para selecionar e avaliar fornecedores, em virtude das características e peculiaridades de cada um?

1.3 Importância do Problema

A não utilização de uma metodologia integrada de técnicas de avaliação de fornecedores resulta na permanência de planos de controle equivocados para o contexto da empresa, pecando por excesso (custo desnecessário) ou por falta (falha na detecção). Da mesma forma, o inter-relacionamento entre qualidade do sistema do fornecedor e qualidade do produto em certos casos é superestimado e em outros é subestimado, não se utilizando modelos que equacionem o investimento com a avaliação de fornecedores versus o risco de falhas.

Embora uma lógica dinâmica de avaliação seja desejável, a maioria das organizações industriais não a possui de forma estruturada, principalmente pelos seguintes fatos:

- a) em organizações onde faltam colaboradores devidamente qualificados em estatística, a condução, procedimentos de inspeções amostrais e análise de dados é feita de modo incorreto, devido a interpretações errôneas de preceitos básicos;
- b) existem organizações que não associam apropriadamente as técnicas de avaliação com a localização do fornecedor. Aspectos logísticos interferem nas escolhas de técnicas de avaliação de fornecedores. Geralmente a avaliação de fornecedores localizados nas proximidades da empresa possui critérios e métodos

diferentes da realizada em fornecedores distantes (inclusive internacionais). O desenvolvimento de fornecedores próximos, por ser mais barato, geralmente é mais fácil do que em fornecedores distantes, nos quais falhas e rejeições de produtos geram as maiores despesas. A avaliação de um fornecedor fisicamente próximo não necessita ser idêntica à avaliação de um outro distante de produto similar;

- c) não são contempladas situações de exceções na implantação dos sistemas. Como é o caso de monopólios, fornecedores com tecnologia única no momento, parceiros por questões históricas ou sociais, os quais deveriam, por questões estratégicas, possuir um tratamento diferenciado de avaliação;
- d) existem casos onde ocorre a utilização de *softwares* integrados de gestão no apoio ao processo de avaliação de fornecedores. Nestes casos, ocorrem problemas quando estes sistemas:
- funcionam de forma padronizada considerando a mesmo tratamento para quaisquer fornecedores;
 - não levam em conta as peculiaridades, sociais e culturais dos fornecedores e da organização usuária;
 - são implantados sem o correto treinamento dos colaboradores nas limitações estatísticas dos algoritmos utilizados;
 - funcionam com a lógica de "caixa preta" não permitindo a organização usuária acessos ao código fonte, e conseqüentemente, a realização de melhorias no programa.

Por todos estes motivos, a ampla maioria das organizações e dos criadores de *softwares* comerciais existentes no mercado nacional não utilizam o potencial decorrente do uso racional e integrado das ferramentas de avaliação.

1.4 Objetivos do Trabalho

A seguir é apresentado o objetivo geral o qual representa a finalidade global deste trabalho e, posteriormente, os objetivos específicos, formulados de tal maneira que na medida que sejam atingidos, contribuam para a consecução do objetivo geral.

1.4.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é propor um modelo de avaliação de fornecedores que funcione como um instrumento de melhoria contínua da organização.

1.4.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- a) estabelecer os critérios para seleção e avaliação de novos fornecedores e itens;
- b) estabelecer os critérios para avaliação contínua de fornecedores e itens já existentes;
- c) estabelecer parâmetros e condições para o uso das ferramentas de seleção e avaliação de fornecedores em função da situação;
- d) estabelecer a interface entre as técnicas de seleção e avaliação de fornecedores de novos produtos e itens, com as técnicas de avaliação contínua de fornecedores já existentes;
- e) aplicar o modelo em uma organização do setor metal-mecânico.

1.5 Delimitações do Tema

Este trabalho foca principalmente a aplicação de técnicas de avaliação de fornecedores de bens tangíveis (matérias-primas, insumos e componentes) para em-

presas do Setor Metal-Mecânico de produção seriada. Portanto, não é tratado o fornecimento de bens intangíveis (serviços).

As técnicas de gerenciamento de avaliação são aplicadas especificamente em itens que afetam diretamente a produção do produto final na organização cliente.

A aplicação do gerenciamento das técnicas de avaliação de fornecedores é utilizada onde diferentes fornecedores, possuindo diferentes estágios de evolução de seus sistemas de gestão qualidade, enviam um ou muitos itens à organização cliente.

A aplicação do modelo parte do pressuposto que a organização possui um sistema da qualidade com capacidade de estabelecer um índice de quantificação do nível de desenvolvimento do sistema de qualidade do fornecedor e um índice do nível de qualidade do produto ou de seu refugo e/ou retrabalho na linha (custo da má qualidade).

1.6 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está estruturado neste capítulo introdutório e mais quatro capítulos.

No segundo capítulo apresenta-se a problemática decorrente da integração dos métodos de avaliação de fornecedores, juntamente com um levantamento bibliográfico de como este problema vem sendo resolvido e quais são seus limites atuais e os motivos que levam a aprofundar o estudo sobre este tema.

O Capítulo 3 apresenta o modelo proposto. Este modelo é dividido em um fluxo para a seleção de técnicas de avaliação de um novo item a ser adquirido pela organização e um fluxo para melhoria contínua das técnicas de avaliação já utilizadas na empresa.

A aplicação do modelo e os resultados obtidos são apresentados no Capítulo 4, através da implementação realizada em uma empresa do setor metal-mecânico, fabricante de produtos seriados.

O Capítulo 5 contém as conclusões deste trabalho, bem como sugestões para a realização de trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica deste trabalho, bem como as ferramentas adotadas para o desenvolvimento do modelo proposto. Inicialmente apresentam-se os conceitos básicos sobre gestão da qualidade e, posteriormente são apresentadas algumas das principais ferramentas de avaliação de fornecedores de forma a proporcionar ao leitor uma visão do conjunto de técnicas que podem ser utilizadas dentro do modelo. Por último, descreve-se a importância da quantificação do nível de qualidade de cada fornecedor através da adoção de índice de avaliação da qualidade e uma justificativa teórica para a necessidade de racionalização das técnicas de avaliação.

2.1 Conceitos sobre Qualidade

Do ponto de vista da engenharia de produção, segundo Slack *et al.* (1996 p.69-70), a função produção dentro das organizações contribui para estratégia destas através de cinco objetivos de desempenho, sendo eles: qualidade, rapidez, confiabilidade, flexibilidade e custo (vide figura 1). Dentro deste conceito o objetivo de desempenho qualidade é entendido como: “Fazer certo as coisas” (SLACK *et al.*, 1996, p.70). É importante salientar que fazer certo auxilia o não aumento de custos oriundo de erros, ou seja, reduz os custos provenientes da má qualidade. A ausência de erros também aumenta a confiabilidade fazendo com que o cliente obtenha o produto conforme as especificações e prazo combinados.

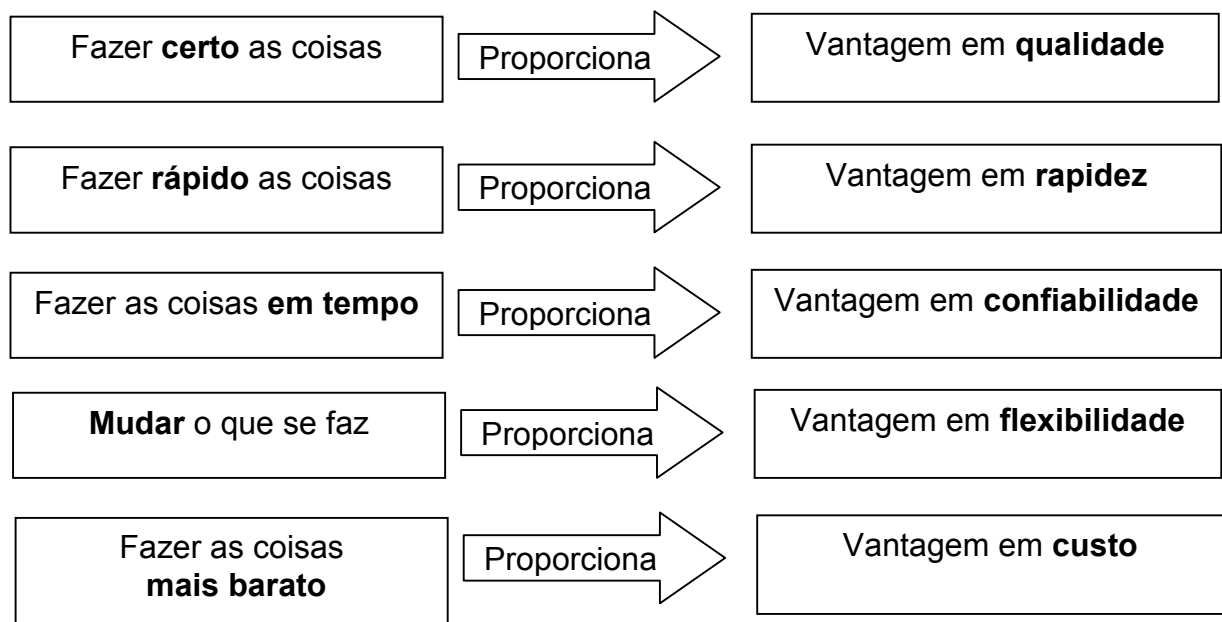


Figura 1 Os cinco objetivos de desempenho. (SLACK *et al.*, 1996, p.70).

Dentro da análise dos fornecedores de uma organização estes objetivos de desempenho da qualidade costumam ser traduzidos em Indicadores de Desempenho do Fornecedor os quais avaliam os quesitos como qualidade, entrega, quantidade e preço. Os Indicadores de Desempenho são amplamente discutidos por vários autores, dentre os quais, Yoshinaga(1993); Kaibara (1998), Villarinho (1999), Mello *et al* (2002) e Hudler (2002).

A noção de qualidade porém, ultrapassa os limites apenas de “fazer as coisas certo”. Outras três definições sobre qualidade *apud* Paladini (2000, p.27) são:

- a) "Qualidade é a condição necessária de aptidão para o fim a que se destina." EOQC – Organização Européia de Controle de Qualidade (1972);
- b) “Qualidade é adequação ao uso” (JURAN e GRAYNA,1992);
- c) “Qualidade é o grau de ajuste de um produto à demanda que pretende satisfazer” (JENKINS, 1971).

A NBR ISO 8402:1994, define qualidade como a “totalidade de características de uma entidade que lhe confere a capacidade de satisfazer as necessidades explí-

citadas e implícitas”, esta definição foi revisada para “grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz a requisitos” na NBR ISO 9000:2000.

Na busca por uma definição mais apurada do que é “qualidade”, Slack *et al.* (1996) tentou unir em uma definição os conceitos das “cinco abordagens da qualidade” feitas por Garvin (1984 *apud* SLACK *et al.*, 1996, p.550) citadas a seguir:

- a) transcendental: A qualidade é definida como absoluta, ou seja, o melhor possível. Corresponde a um produto ou serviço que esteja no estado da arte de suas especificações;
- b) baseado em manufatura: Corresponde ao ponto de vista da produção, no qual um produto que foi feito e entregue segundo suas especificações de projeto possui qualidade;
- c) baseada no usuário: Assegura que qualidade é quando um produto ou serviço está adequado a seu propósito, ou seja, atende as necessidades do cliente;
- d) baseada no produto: Neste caso qualidade é um conjunto mensurável e preciso de características, necessárias para satisfazer o consumidor;
- e) baseada em valor: Defende que a qualidade seja percebida em termos de custo e preço. Possui qualidade o produto ou serviço que possui um preço adequado ao cliente, pelas necessidades que este cliente deseja atender.

Considerando as "cinco abordagens da qualidade" acima Slack *et al.* (1996 p.552) define qualidade como:

“Qualidade é a consistente conformidade com as expectativas dos consumidores”.

Dentro deste conceito a qualidade na manufatura está implícita na palavra “conformidade”, ou seja, a necessidade de atender uma especificação clara. A abordagem baseada no produto é representada pela palavra “consistente”, pois indica

que a conformidade não é um evento do acaso, mas sim, uma série de processos planejados e controlados para garantir as especificações planejadas. As baseadas no usuário e no valor estão contidas na expressão “*expectativas dos consumidores*”. Apenas não está presente neste conceito a transcendental, o qual, pela própria característica do conceito, a de transcender e superar o que é esperado ou especificado, pressupõem algo além de simplesmente produzir visando atender expectativas explícitas e especificações técnicas, não pertencendo ao escopo da engenharia de produção, mas sim, aos estudos de *marketing*. Neste contexto a definição de Crosby (1980 p.15) de que qualidade é o “ajuste às exigências do cliente”, associada a uma “marca de excelência” (ROCHA e CHRISTESEN, 1999, p.94), atende melhor ao conceito da abordagem transcendental.

O Conceito de Qualidade definido por Slack *et al* (1996) é o mais apropriado a este trabalho, partindo-se de que, a satisfação de uma organização para com seus fornecedores advém do cumprimento consistente, e em conformidade, com os requisitos de aquisição especificados para a compra.

2.2 A Administração da Qualidade Total

Devido a importância da qualidade para as organizações, grande parte destas criaram departamentos e funções específicas com o objetivo de planejar, garantir, controlar e manter a qualidade. Slack *et al.* (1996 p.549) apresenta o conceito de planejamento e controle da qualidade definindo-o como “os sistemas e procedimentos que governam a qualidade dos produtos e serviços fornecidos pela operação produtiva”. A grande ênfase pela qualidade fez surgir o conceito da “Administração da Qualidade Total (TQM - Total Quality Management)”, introduzida por Armand V. Feigenbaum, em 1957 *apud* Slack *et al.*(1996, p. 650). Os conceitos da TQM são

encontrados em Feigenbaum (1986), Deming (1994), Ishikawa (1993), Crosby (1980), Juran & Gryna(1992), e no Brasil foram divulgados principalmente por Campos (1992).

A administração da qualidade total constitui um sistema gestão e portanto, assim como a administração da produção comentada no início deste capítulo possui os cinco objetivos de desempenho. A TQM apresenta cinco dimensões, as quais, segundo Campos (1992) “afetam a satisfação das necessidades das pessoas e por conseguinte a sobrevivência da empresa”, sendo elas apresentadas a seguir:

- a) qualidade: esta dimensão se refere aos valores do cliente com relação a ausência de defeitos e presença de características que agradam o consumidor, além disso, estão inclusas também nesta dimensão a previsibilidade e confiabilidade das operações, a qualidade do sistema e demais recursos da empresa (informações, pessoas, equipamentos, etc.);
- b) custo: refere-se ao valor agregado ao produto ou serviço durante seu processo de elaboração, devido ao nível de eficiência e eficácia das operações diretas ou indiretas, e seu impacto no valor percebido pelo consumidor;
- c) entrega: Refere-se aos aspectos logísticos da operação, o produto ou serviço entregue no prazo, na quantidade e no local planejados;
- d) moral: é a dimensão da qualidade que avalia o clima organizacional entre os colaboradores (acionistas, funcionários, sub-contratados, fornecedores) e os impactos das operações para a sociedade em geral;
- e) segurança: refere-se à responsabilidade civil pela segurança dos usuários do produto/serviço e do pessoal envolvido nos processos inerentes ao produto/serviço.

As rotinas de TQM passaram a considerar estes cinco aspectos em seus sis-

temas de gestão, porém cada obra sobre o assunto possui características específicas, inclusive havendo diferenças entre as abordagens da aplicação descritas em Feigenbaum (1986), Deming (1994), Ishikawa (1993), Crosby (1980) e Juran & Gryna(1992), as quais são mostradas por Flood (1993 *apud* Slack *et al.*, 1996, p.654). Apesar de cada autor apresentar uma abordagem específica para o conceito de TQM, todos dedicam atenção especial ao relacionamento entre a organização e seus fornecedores e salientam a importância desta relação para Qualidade Total na organização.

Assim como os Objetivos de Desempenho da Qualidade podem ser traduzidos em Indicadores de Desempenho do Fornecedor conforme visto no início deste capítulo, o mesmo raciocínio é aplicável às Cinco Dimensões da Qualidade, visto a semelhança entre estes dois conceitos. Os quesitos como Qualidade, Entrega, Custo e Segurança, este último associado ao Objetivo de Desempenho Confiabilidade, são considerados Indicadores de Desempenho tradicionais, já os associados à Dimensão Moral exige a utilização de indicadores de desempenho de processo (HULLER, 2002, 50-51) onde aspectos subjetivos, como ética e relacionamento, podem ser considerados.

2.3 A Gestão da Qualidade Total e as Normas ISO 9000

Como visto no item anterior, a Administração da Qualidade Total não possuía uma sistemática padronizada. A consequência disso era geralmente a dificuldade de comunicação conceitualmente clara entre os sistemas de gestão da qualidade das organizações. Então, a ISO (International Organization for Standardization, organização fundada com o objetivo de elaborar e aplicar padrões internacionais para a qualidade) visando solucionar esta deficiência, publicou em 1987, a primeira edição

da série de normas ISO 9000 (VOLPINI, 2001), a qual foi revisada em 1994 e em 2000 (MELLO *et al*, 2002, p.15-17).

Com a revisão 2000 da série de normas ISO 9000, o enfoque passou a ser muito mais de gestão da qualidade, do que apenas de garantia da qualidade, tornando-se mais próxima dos princípios da Gestão Qualidade Total.

Entre os requisitos das normas da série ISO 9000, um dos itens se refere à qualificação e avaliação dos fornecedores pelo Sistema de Gestão da Qualidade (item 4.6. – norma ISO 9001:1994 ou item 7.4. – aquisição da norma ISO 9001:2000). Tal exigência fez com que as organizações interessadas em se certificar nesta norma, aumentassem a sua preocupação com as técnicas de avaliação de fornecedores. Torna-se obrigatório a uma empresa que deseja obter a certificação ISO 9001, possuir uma sistemática para selecionar, avaliar e reavaliar fornecedores, verificar o produto recebido e, a partir da versão 2000, utilizar os dados oriundos destas avaliações para melhoria contínua do sistema de gestão da Qualidade.

A norma ISO 9001:2000 também enfatiza que a abrangência do controle sobre o fornecedor depende do impacto do item adquirido na qualidade do produto final, por isso a adoção de regras para seleção e avaliação periódica de fornecedores deve levar em conta as peculiaridades inerentes ao produto a ser fornecido e o processo utilizado.

Principalmente em sua versão 2000, a norma ISO 9001, possibilitou o estabelecimento de critérios claros para obtenção de um sistema baseado no Gestão da Qualidade Total, inclusive especificando critérios para o relacionamento da organização com seus fornecedores.

Outras normas dos setores alimentícios (HACCP), automobilístico (QS 9000 e ISO/TS/16949), ambiental (ISO 14000), também exigem este requisito em sinergia

com a série ISO 9000.

Outra mudança significativa apresentada nas normas ISO 9000 (2000) e ISO 9004 (2000) são os 8 princípios de gestão da qualidade. Em Mello *et al* (2002, p.32) pode-se identificar como estes princípios estão disseminados na norma ISO 9001/2000. Os 8 princípios, de acordo com a NBR ISO 9004(2000), são:

- a) Princípio 1: Foco no Cliente
- b) Princípio 2: Liderança
- c) Princípio 3: Engajamento das Pessoas
- d) Princípio 4: Abordagem de Processos
- e) Princípio 5: Abordagem Sistêmica para a Gestão.
- f) Princípio 6: Melhoria Contínua
- g) Princípio 7: Abordagem Factual para a Tomada de Decisão
- h) Princípio 8: Benefícios Mútuos nas Relações com os Fornecedores

No oitavo princípio da qualidade, Benefícios Mútuos nas Relações com os Fornecedores, percebe-se a preocupação da série de normas ISO 9000, para com o relacionamento organização-fornecedor. Embora todos os princípios estejam a qualidade do fornecedor, existem dois fortemente relacionados:

- a) A abordagem Factual para a Tomada de Decisão - o qual pressupõem que a tomada de ações, inclusive relacionadas ao fornecedor, deve estar baseada em fatos e dados oriundos de um processo de medição;
- b) Melhoria Contínua – Ações devem ser tomadas para que o fornecimento melhore continuamente.

Estes princípios reforçam a necessidade de um sistema de seleção, desenvolvimento e avaliação periódica de fornecedores, dinâmico, racional e que possa melhorar continuamente, procurando criar relações de parceria com os fornecido-

res.

Um outro princípio da qualidade que merece destaque é a abordagem de processos. A maioria dos princípios da qualidade, propostos nas normas da série ISO 9000, são indubitavelmente consagrados nas organizações. A abordagem de processos, no entanto, é recente, do ponto de vista organizacional, e merece atenção especial e virtude de se contrapor com o modelo departamentalizado, o qual vem sendo utilizado há décadas, e a migração de um modelo para outro cria inicialmente, dúvidas e conflitos. Ela vem sendo amplamente debatida por vários autores ao longo dos últimos anos, entre eles, Harrington (1988,1997), Cerqueira Neto (1994), Adair e Murray (1996), Souto e Serapião (1997), Mello *et al* (2002) e, no caso de processos de desenvolvimento de produto, Maximiano (2002). Estes autores começaram a definir teorias que facilitam a implementação deste princípio de maneira mais estruturada.

Adair e Murray (1996 p. 27) enumeram "os quatro processos empresariais centrais", os quais, "praticamente todas as empresas se organizam em torno" e dos quais dependem "sua capacidade de proporcionar significativo valor ao cliente". Os quatro processos são:

- a) confecção do produto: na área de fabricação é definido pelo processo de desenvolvimento de produto (Projeto/Engenharia de Produto);
- b) geração de pedidos: definido por publicidade e vendas;
- c) execução de pedidos: entrada de pedido, fabricação, expedição e entrega;
- d) atendimento ao cliente: atividades pós vendas, garantia/ consertos.

Além dos quatro processos principais, Adair e Murray (1996) citam que também existem outros processos denominados processos de apoio, os quais visam dar suporte aos processos principais. Cerqueira Neto (1994 p.70) acrescenta mais um

tipo de processo responsável pela coordenação dos processos principais e de apoio, denominado processo de gestão. Portanto, a divisão de processos segundo Cerqueira Neto (1994 p.70) é formada por:

- a) Processos Primários ou Relacionados ao Diretamente ao Cliente;
- b) Processos de Apoio;
- c) Processos Gerenciais.

A interligação entre os 3 tipos de processo é apresentada na figura 2.

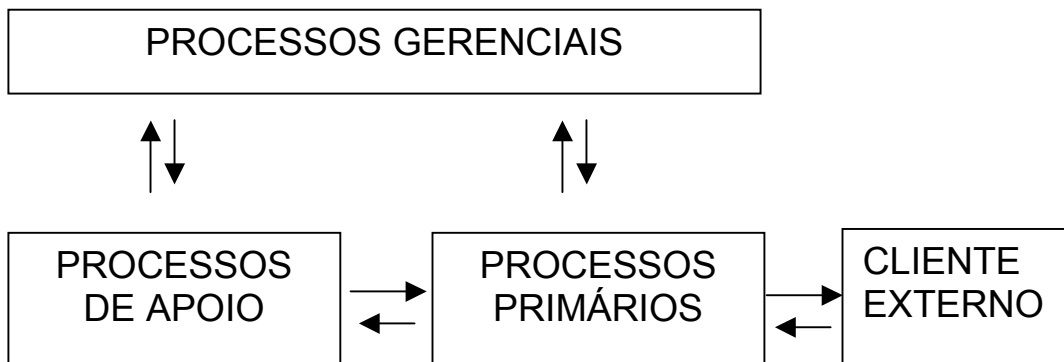


Figura 2 Os 3 tipos de processos de uma organização (CERQUEIRA NETO, 1994, p.70)

Pode-se perceber na figura 2 que o cliente estabelece o relacionamento com a organização através dos processos primários, os quais se comunicam com os processos de apoio, que auxiliam o funcionamento interno da organização, e os gerenciais, que coordenam os dois primeiros.

Utilizou-se neste trabalho as definições teóricas e subdivisões de processo utilizadas em Cerqueira Neto (1994) e Adair e Murray (1996).

2.4 Abordagem Histórica da Avaliação de Fornecedores

A preocupação acadêmica com a avaliação de fornecedores iniciou-se juntamente com a própria história do controle de qualidade no início do século passado. Segundo Montgomery (2001 p.9) as primeiras ferramentas formais para avaliação da

qualidade de fornecedores surgiram entre 1907-1908 quando a empresa AT&T iniciou estudos voltados à inspeção e testes de produtos e materiais. Durante a primeira guerra mundial, entre 1915-1919, o governo britânico iniciou um programa de certificação de fornecedores com base em planos de inspeção e outros requisitos.

Na década de 1920, no *Bell Telephone Laboratories*, na época pertencente à AT&T, iniciou-se o desenvolvimento dos trabalhos de Dodge e Romig (1959), em inspeção amostral, estatisticamente embasada, como alternativa à inspeção 100%, principalmente impostas pela primeira Guerra Mundial. As Inspeções funcionais de munições e determinados armamentos, por serem destrutivas, deixavam fora de propósito a inspeção 100%. Nesta mesma época surgiu o método das cartas de controle do processo de Shewhart (*apud* EKAMBARAM, 1966), preconizando a base do Controle Estatístico do Processo (CEP). Observa-se que alguns dos principais desenvolvimentos no campo da avaliação estatística de fornecedores ocorreram durante os períodos das duas guerras mundiais, principalmente em virtude dos Governos Britânico e Norte Americano necessitarem de métodos para avaliar e selecionar seus fornecedores de armas e suprimentos de forma rápida, confiável e com o menor custo possível.

Durante a Segunda Guerra Mundial (década de 1930 e 1940) expandiu-se o uso e a aceitação dos conceitos de controle de qualidade nas indústrias de manufatura devido ao publicação da obra de Shewhart (1931) sobre controle de processos. A experiência de guerra comprovou a eficácia dos métodos estatísticos para melhoria da qualidade dos produtos. A empresa Bell Labs desenvolve as bases dos "*Military Standard Sampling Plans*" para o Exército Americano, sendo utilizado para a avaliação do produto fornecido e mantido restrito, até o final da guerra, como segredo militar.

Com o final da guerra iniciam-se em 1948 as visitas de uma série de técnicos em qualidade ao Japão arruinado, entre eles, Deming (*apud* MANN, 1992) proferindo uma série de cursos baseados no ciclo PDCA da melhoria contínua e divulgando as ferramentas estatísticas da qualidade, sendo descrito como o “ingrediente fundamental no estabelecimento da revolução industrial do Japão” (MANN, 1992, p.13).

Sugerido inicialmente por Shewhart (*apud* DEMING, 1994, p.66), o PDCA é divulgado por vários autores, entre eles, Ishikawa (1993) e Campos (1992).

Campos (1992) também apresenta uma variação do PDCA denominada SDCA, onde, após um ciclo PDCA bem sucedido, se padroniza (*Standardization*); executa-se o padrão (*Do*), controla-se e monitora-se os resultados (*Check*) e com a análise dos resultados age-se mantendo o padrão, corrigindo-o ou alterando-o (*Action*). O ciclo SDCA também é apresentado em outros trabalhos como Campos (1996), Aguiar (1996) e Werkema (1995, 1996a, 1996b).

Em virtude principalmente das palestras de Deming (*apud* MANN, 1992), a partir da década de 1950 o mundo começou a sentir os efeitos benéficos das técnicas de controle da qualidade no Japão. O Japão se tornou a partir dos anos 60 um ícone de qualidade e competitividade mundial.

As técnicas de avaliação da qualidade dos fornecedores também se tornaram implícitas no modelo de Melhoria Contínua propostas por Harrington (1997).

Segundo Harrington (1997 p. 316) nos Estados Unidos, no final da década de 1960, iniciou-se uma transição do antigo conceito de compra como complemento da gerência para um conceito mais novo de gerenciamento de materiais. A partir de 1980, este papel foi grandemente melhorado e rotulado de Gerenciamento de Suprimentos, incluindo neste sistema metodologias para avaliação e seleção de fornecedores.

Harrington (1997 p.312) escreve que:

“A incrível complexidade dos produtos hoje, o impulso para ser o melhor do mercado [...] e um mercado global cada vez mais consciente da qualidade estão fazendo com que todos os fabricantes reavaliem a maneira pela qual fazem negócios”,

Devido a esta reavaliação dos negócios surge a necessidade, segundo Harrington (1997 p.312) de que as altas gerências agreguem o gerenciamento de fornecedores a suas iniciativas estratégicas.

Passado mais de meio século do início de sua disseminação o ciclo PDCA confirmou sua importância na edição 2000 da norma ISO 9001, mesmo que ainda de modo tímido (em forma de uma nota no capítulo de introdução), sua influência é extremamente relevante nesta nova versão. A relação entre as fases do ciclo PDCA e os capítulos da norma ISO 9001:2000 é explicada por Maranhão (2001 p.38) da seguinte forma:

- a) capítulo 5 – Responsabilidade da Direção: fase P (*Plan*) - Política, objetivos e metas, responsabilidades e autoridades;
- b) Capítulo 6 – Gestão de Recursos: fase P (*Plan*) - Identificação e provisão de recursos;
- c) Capítulo 7 – Métodos e Realização do produto: fase P(*Plan*) e D.(*Do*);
- d) Capítulo 8 – Medição, Análise e Melhoria: fase C (*Check*) e A (*Action*) - Medir, Analisar e atuar corretivamente.

A figura 3 apresenta a forma com que estes capítulos estão inter-relacionados em um modelo de um sistema de gestão da qualidade baseado no processo.



Figura 3 Modelo de um Sistema de Gestão da Qualidade Baseado no Processo (ABNT NBR ISO 9001:2000, 2000, p.2, fig.1)

É possível notar na figura 3 extraída da ABNT NBR ISO 9001 (2000, p. 2, fig.1), a semelhança entre com o ciclo PDCA e com os tipos de processos de Cerqueira Neto (1994) apresentado na figura 2.

Como a necessidade da avaliação de fornecedores também é um requisito da norma ISO 9000, os interessados em certificar seus sistemas de gestão geraram uma “corrida” a técnicas cada vez mais apuradas para esta avaliação. O método PDCA é uma ferramenta que pode ser aplicada na melhoria destas técnicas.

Mais recentemente grandes indústrias também têm adotado um programa conhecido como Seis Sigma (Pande *et al*, 2000) para a melhoria da qualidade, inclusive em projetos envolvendo seus fornecedores. Aguiar (2002) demonstra que a principal ferramenta deste programa, o DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve e*

Control) possui um relacionamento forte com o método PDCA.

Embora passado aproximadamente um século desenvolvendo técnicas e ferramentas estatísticas de avaliação da qualidade, existem organizações que ainda não apresentam níveis de qualidade condizentes com as expectativas de seus clientes, principalmente quando se tratam de fornecedores de componentes para indústria. A tendência natural segundo Harrington (1997, p.322) é que estes tipos de organização passem por um processo de seleção natural, onde, aqueles que atingem os níveis almejados tornam-se parceiros da organização compradora. Em um primeiro momento, porém, tal situação obriga a utilização de diferentes formas de avaliação, dependendo do nível de evolução do fornecedor por parte da organização compradora, com base em seus valores e estratégias.

2.5 Estágios de Evolução dos Fornecedores

Os diferentes estágios aos quais duas organizações, uma compradora e outra fornecedora, podem estar situadas no âmbito da garantia da qualidade foram estratificados por Ishikawa (1993), também sendo referenciada em Merli (1998), a qual é mostrada no figura 4.

Na figura 4 são apresentados três formas de avaliação do produto recebido : inspeção 100%, inspeção por amostragem e verificação. A inspeção por amostragem será amplamente explicada no item 2.11 deste capítulo e a por verificação consiste em examinar apenas as evidências de conformidade apresentadas pelo fornecedor como certificados, relatórios e outros documentos ou inspeção de uma ou poucas peças sem a preocupação com a representatividade estatística do conjunto.

Relações de Garantia de Qualidade entre Fornecedor e Comprador				
Passo	Fornecedor		Comprador	
	Divisão de Fabricação	Divisão de Inspeção	Divisão de Inspeção	Divisão de fabricação
1	----	----	----	Inspeção 100%
2	----	----	Inspeção 100%	----
3	----	Inspeção 100%	Inspeção 100%	----
4	----	Inspeção 100%	Inspeção por amostragem ou verificação	----
5	Inspeção 100%	Inspeção por amostragem	Inspeção por amostragem ou verificação	----
6	Controle de Processo	Inspeção por amostragem	Inspeção por verificação ou sem inspeção	----
7	Controle de Processo	Inspeção por verificação	Inspeção por verificação ou sem inspeção	----
8	Controle de Processo	Sem Inspeção	Sem Inspeção	----

Figura 4 Estágios de Desenvolvimento da Qualidade nas Relações Fornecedor /Comprador (ISHIKAWA, 1993, p. 172).

Em seu trabalho Ishikawa (1993) divide oito passos nas relações de fornecimento desde a total ausência de controle de qualidade por parte do fornecedor e até a qualidade assegurada pelo processo do fornecedor. Podem então, existir empresas situadas em quaisquer um destes estágios ou pode-se encontrar, em uma mesma organização, fornecedores classificados em qualquer um dos 8 estágios, disseminados por diferentes tipos de produtos fornecidos. Tal variação no desenvolvimento de sistemas de garantia de qualidade entre fornecedores, supõem que os métodos de avaliação de fornecedores também devam levar em conta as peculiaridades de cada fornecedor, dificultando a elaboração de um método simplificado único de

avaliação de fornecedores.

A divisão em passos auxilia a organização no tratamento de cada fornecedor no seu processo de desenvolvimento. Cabe a organização compradora compreender em qual estágio de evolução encontra-se seu fornecedor e definir qual técnica de avaliação é apropriada para aquele estágio.

Outra forma de estratificação dos fornecedores é apresentada por Merli (1998), com três Classes de Desenvolvimento dos Fornecedores as quais são:

a) Classe III - fornecedor normal:

- negociação baseada na qualidade mínima;
- negociação focalizada em preços;
- fornecimento baseado em lotes individuais a curto prazo;
- inspeções sistemáticas de recebimento;
- necessidade de estoques de segurança;

b) Classe II – relacionamento de longo prazo revisto periodicamente:

- possibilidade de oscilação de preços em bases em critérios acordados;
- qualidade garantida e autocertificada;
- responsabilidade global pelo produto fornecido;
- nenhuma inspeção de recebimento;
- abastecimento direto no setor usuário;
- fornecimentos freqüentes e em pequenos lotes;
- aperfeiçoamento sistemático da qualidade;
- consultoria e treinamento de fornecedores;

c) Classe I – o relacionamento operacional é da classe II, com os seguintes aspectos específicos:

- cooperação no projeto de novos produtos e tecnologias;

- investimentos comuns em P&D;
- intercâmbio contínuo de informações sobre produto e processo.

Associando-se os passos de Ishikawa (1993), apresentados na figura 4, às etapas de Merli(1998) percebe-se que:

- a) a Etapa III engloba os passos 1 a 5 de Ishikawa (1993);
- b) as Etapas II e I englobam os passos 6 a 8.

Um dos problemas da classificação de Ishikawa (1993) e de Merli (1998) é que analisam o estágio das relações entre fornecedor e comprador de modo genérico, sem se preocupar com diferenças entre um produto e outro, fornecido por uma mesma organização.

2.5.1 Variação do Estágio de Desenvolvimento do Fornecedor no Âmbito dos Característicos da Qualidade

Para entender-se a relação entre fornecedor e comprador do ponto de vista do conjunto de características do produto torna-se necessário o conceito de característico. O conceito de característicos da qualidade é fornecido por Paladini (2000, p. 86):

"[...] o que se busca é considerar os detalhes que diferenciam os produtos e os identificam.
Este tipo de avaliação centra-se nos 'característicos da qualidade', definidos como os elementos de decisão que um consumidor elege para adquirir um produto. [...] Controlar um característico no processo produtivo, assim, passa ser tarefa de dimensões estratégicas.
O característico da qualidade é um elemento básico de controle no processo de produção [...].
É interessante notar que o termo 'característico' foi criado para diferenciar de característica da qualidade, que corresponde a um conjunto de vários característicos."

Percebe-se que dentro de um único produto existe a possibilidade de haver característicos da qualidade com qualidade assegurada e outros com falta de qualidade. Existem casos que para um determinado característico da qualidade de um

produto, de uma determinada organização se encontre no passo 1 da figura 4 de Ishikawa (1993) e para outro produto se encontre no passo 4.

Na mesma linha de raciocínio, utilizando o modelo de Merli (1998), é possível situações onde um mesmo fornecedor entrega um determinado produto dentro da classe II e outro produto do dentro das relações da classe I. Em virtude disso, nem sempre a qualidade de um fornecedor pode ser medida considerando apenas o desempenho do fornecedor como um todo (estigmatizar o fornecedor como estando em um determinado passo ou classe), pois a melhoria da qualidade pode depender de um único característica relevante para o cliente. Um fornecedor, com vários itens produzidos em diferentes processos, poderia ter uma boa qualidade em um processo e um determinado número de características da qualidade e uma não tão boa para outros.

As divisões de Merli (1998) e Ishikawa (1993) não contemplam estas peculiaridades, porém em uma indústria metal-mecânica, com aquisição de centenas ou até milhares de itens, a compreensão dos característicos críticos de cada produto de um fornecedor torna-se importante para uma correta avaliação deste.

2.6 A "Trilogia de Juran" como Base para Elaboração de Um Modelo.

Através da revisão histórica da evolução da gestão da qualidade de fornecedores nas organizações e possível notar, a partir da segunda metade do século passado, a forte influência do ciclo PDCA, demonstrando a necessidade de Planejar antes de fazer, checar após feito e agir em caso de desvios. Esta sistemática, embora simples, constitui um dos pilares do sistema de gestão da qualidade moderno e, por isso, é considerada na elaboração do modelo proposto neste trabalho.

Campos (1996) apresenta a aplicação do método PDCA a todo o processo da

organização obedecendo aos princípios da "trilogia de Juran" (JURAN, 1986 *apud* CAMPOS, 1996) , demonstrando a aplicação do PDCA nos seguintes processos de gerenciamento do sistema:

- a) manutenção da qualidade: segundo Aguiar (2002 p.16) "o objetivo é dar previsibilidade aos resultados da empresa", trata-se dos processos padronizados e do cumprimento dos padrões denominado por Campos (1996) de SDCA;
- b) melhoria da qualidade: Os processos de melhoria da qualidade estão relacionados a filosofia do *Kaizen* descrita em Imai (1988). O modelo de Harrington (1997) para o Gerenciamento Total da Melhoria Contínua (GTMC) também é apropriado para esse caso;
- c) planejamento da qualidade ou Inovação (*Kaikaku*): Segundo Aguiar (2002 p.16) a inovação é "necessária para promover mudanças radicais nos produtos e processos existentes" e "esse procedimento é utilizado quando o gerenciamento pela melhoria contínua não é mais capaz de promover mudanças que possam levar ao alcance das metas propostas".

A figura 5 apresenta estes três processos demonstrando o nível de resultado de cada processo em relação ao tempo.

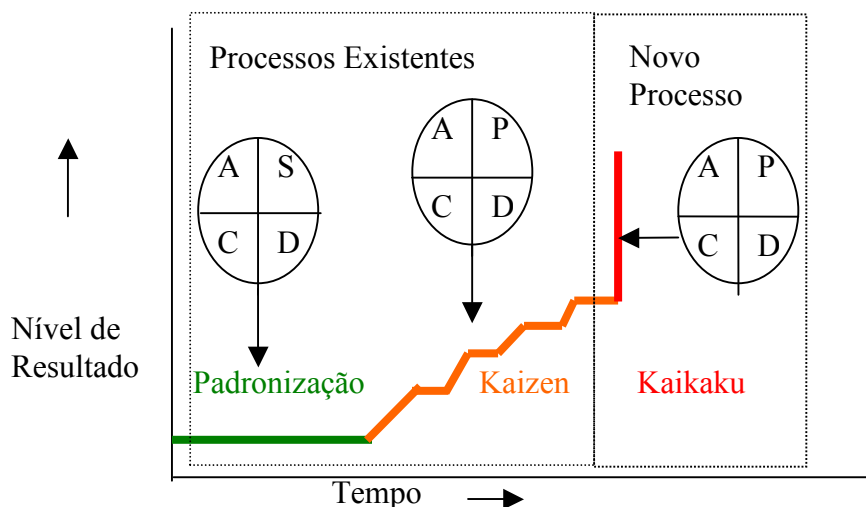


Figura 5 Conceito de Melhoramento Contínuo (AGUIAR, 2002, p.16) (CAMPOS,2002, p.272).

Percebe-se pela figura 5 que no processo de padronização não existe variação do resultado esperado em relação ao tempo, nos processos de *Kaizen* ocorre uma melhoria contínua no decorrer do tempo e na inovação acontece a maior ganho de resultado em relação ao tempo.

O modelo de Harrington (1997), para o Gerenciamento Total da Melhoria Contínua, o qual será explicado no próximo item, está mais diretamente relacionado à melhoria em processos já existentes. Quanto a novos processos e inovações os modelos voltados para o desenvolvimento de projetos são conceitualmente melhor aplicáveis e serão explicados no item 2.7 deste trabalho.

2.7 O Modelo de Harrington para o Gerenciamento Total da Melhoria Contínua.

Harrington (1988, 1997) preconizou alguns dos princípios básicos da série ISO 9000 versão 2000, entre eles, o princípio da melhoria contínua e a visão processual.

A metodologia do Gerenciamento Total da Melhoria Contínua (GTMC) sugere a análise profunda dos processos críticos da empresa, identificando em seguida as principais deficiências deste processos e implementando ações de melhoria.

O GTMC analisa profundamente as entradas e saídas de todos os processos, assim como, finalidades, deficiências, redundâncias e ou etapas desnecessárias. Os processos e suas atividades são analisados pelo valor que agregam a organização, todas as deficiências são encaradas como oportunidades de melhoria que devem ser alcançadas, esta visão encontra semelhanças com a filosofia oriental do *Kaizen* japonês descrito por Imai (1988) e Shingo (1996a, 1996b).

As etapas do sistema de gerenciamento de processos do GTMC são cinco:

a) fase 1- organizar-se para a melhoria. esta etapa refere-se ao planejamento inicial

da implantação da melhoria dos processos na organização, consistindo principalmente no treinamento e comprometimento da alta gerência para o processo de melhoria, na seleção dos processos críticos para a organização e na designação de um responsável pela melhoria do desempenho do processo. Consiste de 7 atividades:

- atividade 1 - definir os processos críticos;
- atividade 2 – selecionar os responsáveis pelo processo;
- atividade 3 – definir as fronteiras Preliminares;
- atividade 4 – formar e treinar equipes de melhoria do processo (*PIT – Process Improvement teams*);
- atividade 5 –efetuar o enquadramento do processo;
- atividade 6 – estabelecer medições;
- atividade 7 – desenvolver Planos de Gestão do projeto e da Mudança;

b) fase 2 – entender o processo: o objetivo desta etapa é fornecer à Equipe de Melhoria de Processos (PIT) detalhes sobre o funcionamento do processo e suas variáveis. Esta dividida em 5 atividades:

- atividade 1 – elaborar o fluxograma do processo;
- atividade 2 – preparar o modelo de simulação;
- atividade 3 – analisar as etapas do processo;
- atividade 4 – realizar análise de custo e tempo do ciclo do processo;
- atividade 5 – implementar reparos rápidos;
- atividade 6 – alinhar o processo e os procedimentos;

c) fase 3 – direcionar corretamente o fluxo do processo. Nesta etapa a Equipe de Melhoria do Processo deve optar por 3 opções disponíveis:

- atividade 1a - otimizar o processo atual: é a opção mais utilizada, cerca de 70%

das vezes, de acordo com Harrington (1998), consiste em remover o desperdício do processo atual e melhorar a eficácia e eficiência do processo, através da simplificação, automação e a tecnologia de informação;

- atividade 1b - redesenhar o processo (novo desenho do processo): consiste em ignorar completamente o processo e a estrutura organizacional atuais, utilizando o estado da arte das tecnologias existentes. É o método com maior possibilidade de ganhos, porém, com o maior investimento inicial;
 - atividade 1c - *benchmark* do processo: compara o processo atual com processos semelhantes disponíveis mundialmente. Possui a vantagem de proporcionar uma medição de desempenho comprovada que pode ser usada para avaliar a excelência das outras duas alternativas, além de fornecer idéias que frequentemente podem ser melhoradas e incluídas nas outras duas alternativas;
 - Além disso a fase três também contempla a seguintes atividades:
 - atividade 2 – analisar melhoria, custos e riscos;
 - atividade 3 – selecionar o processo preferido;
 - atividade 4 – plano preliminar de implementação;
- d) fase 4 - implementação, medições e controles: ocorre a instalação dos processos selecionados, seus sistemas de medição e controle. Divide-se em 5 atividades:
- atividade 1 – finalizar o plano de Implementação;
 - atividade 2 – implementar o novo processo;
 - atividade 3 – medir o processo;
 - atividade 4 – sistemas de Feedback;
 - atividade 5 – custos da má-qualidade;
- e) fase 5 – melhoria contínua: consiste em repetir as fases 2,3 e 4 continuamente.

As fases do processo de melhoria são representadas na figura 6.

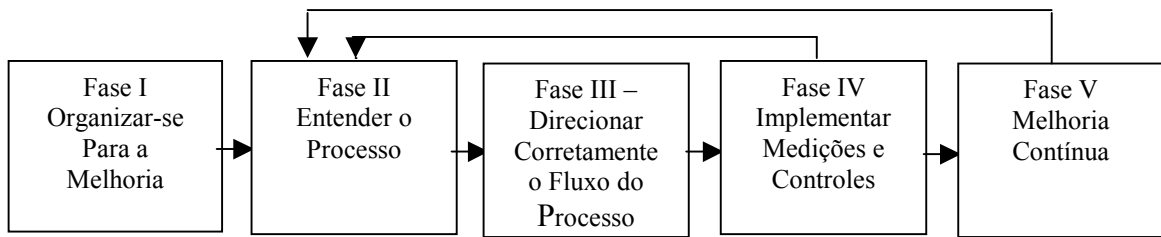


Figura 6 Fases da Melhoria dos Processos da Organização (HARRINGTON, 1997, p.346).

A metodologia de Harrington (1997) apresenta etapas referentes ao planejamento, execução, medição e ação corretiva, podendo ser visualizado dentro do ciclo PDCA. Apresenta uma visão voltada a processos com foco na melhoria contínua estando adequado a utilização dentro do âmbito da norma ISO 9001:2000.

O modelo proposto neste trabalho terá sua implementação baseada no modelo de melhoria dos processos de Harrington (1997).

2.8 Métodos para o Desenvolvimento de Produto

Como já comentado o modelo de Harrington (1997) para a melhoria contínua pode ser aplicado a processos que existem nas fábricas e necessitam ser melhorados, porém, no caso de novos processos, existem modelos específicos que tratam do seu desenvolvimento através do gerenciamento do projeto.

Juran e Gryna (1992 v. 3 p.10) afirmam que:

"não há um método adequado único para todas as empresas ou até mesmo para todos os projetos dentro de uma mesma companhia"

Por sua afinidade com a criatividade nem sempre a padronização de sistemáticas de desenvolvimento é praticada.

"A complexidade dos produtos modernos e as conseqüências da liberação de projetos deficientes podem significar que o desenvolvimento do produto seja estruturado em fases, a fim de garantir que os projetos liberados sejam adequados. O estabelecimento de um processo formal de desenvolvimento de produto é uma decisão política da administração." (JURAN e GRINA, 1992, v.3 p.20)

Com a intensificação do uso da norma ISO 9001, as organizações que de-

envolvem projetos de produtos passaram a adotar políticas formais neste processo com o objetivo de atender aos requisitos da norma. Juran (1997 p. 168-170) promove uma discussão sobre os prós e contras da adoção de um projeto estruturado, o autor cita que em números cada vez maiores as organizações vem adotando uma abordagem estruturada no desenvolvimento de seus produtos.

Menezes (2001 p. 67) justifica a necessidade do projeto estruturado através do objetivo da organização de projetos: "alcançar controle adequado do projeto, de modo a assegurar sua conclusão no prazo e no orçamento determinado, obtendo a qualidade estipulada."

Existem vários métodos para estruturação de projetos. Juran e Gryna (1992 v.3 p.11) sugere um método estruturado em 7 fases:

- a) conceito e viabilidade;
- b) projeto detalhado;
- c) protótipo;
- d) demonstração de pré-produção;
- e) produção de larga escala;
- f) alterações em projeto;
- g) uso do cliente.

Outro método para divisão dos projetos é descrito em Baxter (1998 p.16) o qual divide as etapas de desenvolvimento em 6:

- a) oportunidade de negócio;
- b) especificações do projeto;
- c) projeto conceitual;
- d) projeto de configuração;
- e) projeto detalhado;

f) projeto de fabricação.

Nos últimos anos, vários autores escrevendo sobre desenvolvimento de projetos vem adotando a divisão de fases baseada no modelo do *PMBOK Guide (2000)*, um guia de referencia sobre gerenciamento de projetos desenvolvido pelo PMI – *Project Management Institute*. Valeriano (1998), Doss (2000), Prado (2000), Menezes (2001), Murch (2001); Vargas (2002) e Maximiano (2002) são alguns dos autores que utilizaram os critérios do *PMBOK Guide (2000)* em suas obras. Lewis (1999) desenvolveu um método patenteado como "*Lewis Method*" para desenvolvimento de projetos, cujas fases também seguem uma estrutura muito similar a do *PMBOK Guide (2000)*.

O *PMBOK Guide (2000)* apresenta uma visão abrangente podendo ser utilizada em qualquer tipo de projeto, dos mais complexos aos mais simples, mesmo que a sistemática de cada um destes dois extremos seja bem diferente. No caso de processos de desenvolvimento de produtos simples (pequenos projetos) a seqüência de etapas é menor do que em projetos complexos. O *PMBOK Guide (2000)* descreve um projeto pequeno como sendo aquele em que a duração tem menos de 30 dias. Cleland e Ireland (2002 p. 82-85) descrevem algumas características de um pequeno projeto, sendo elas:

- a) único objetivo;
- b) única pessoa que toma as decisões;
- c) objetivos facilmente determinados;
- d) recursos já disponíveis;
- e) curto período de duração;
- f) necessidade de uma equipe pequena.

As fases de projeto do *PMBOK Guide (2000)*, independente de sua complexidade, são 5 e seguem uma visão processual, ou seja, são considerados 5

dade, são 5 e seguem uma visão processual, ou seja, são considerados 5 processos interdependentes. Esta visão processual das fases de gerenciamento do projeto é detalhadamente explicada por Menezes (2001, p.74-83). As fases, seguindo as diretrizes do *PMBOK Guide* (2000), ou macroprocessos, segundo Menezes (2001), de desenvolvimento do produto são:

- a) concepção (ou inicialização): também denominada fase de identificação e esclarecimento de necessidades. Consiste no momento em que uma determinada necessidade é identificada e transformada em um problema estruturado a ser resolvido, bem como, ocorre a identificação e seleção de estratégias. Ocorre a definição da missão e objetivo do projeto;
- b) planejamento: é onde ocorre o detalhamento do projeto, cronogramas, interdependências, planos auxiliares das áreas de apoio, alocação de recursos e análise de custos;
- c) execução: é quando o planejamento se materializa. Qualquer erro cometido nas outras fases fica evidente nesta fase. É onde se consome a maior parte do orçamento e do esforço do projeto;
- d) controle: esta fase ocorre em paralelo ao planejamento operacional e a execução, tem como objetivo comparar o planejado ao executado;
- e) fechamento (ou conclusão): consiste em uma auditoria para verificação e encerramento do projeto. Conservação da memória técnica do projeto (lições aprendidas, falhas ocorridas, cálculos e considerações utilizadas). O objetivo é o aprendizado para realização de projetos futuros.

Um conceito do *PMBOK Guide* (2000) refere-se ao ciclo de vida do projeto. O qual é composto por todas as atividades realizadas desde o início até o fechamento do projeto.

Segundo Vargas (2002 p.38), "na verdade, com o desenrolar do projeto todas as fases são realizadas quase simultaneamente [...]. Sob outro aspecto, pode-se considerar que a realização de uma fase do projeto é também um projeto e, portanto, possui um determinado ciclo de vida e pode ser subdividido em fases".

Na figura 7 mostra-se como estes macroprocessos ocorrem durante o desenvolvimento de um projeto. As setas significam as trocas de informações e documentos entre eles.

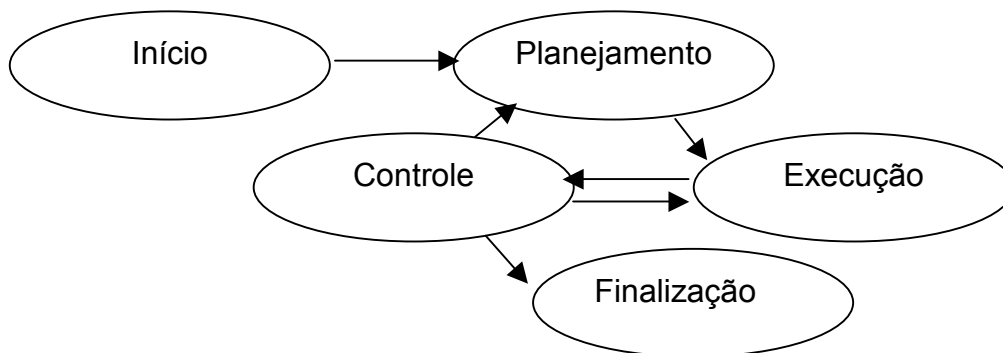


Figura 7 Interação entre os Macroprocessos de Desenvolvimento de Produto (MENEZES, 2001, p.80).

Observa-se pela figura 7, a lógica de planejar, executar e controlar segue os passos de um ciclo PDCA onde:

- a) a etapa inicial de oportunidade de negócio ou de melhoria do processo é o "P" – planejamento;
- b) as etapas de desenvolvimento de projeto conceitual, de configuração e detalhado, constituídas de criar modelos e protótipo, executar testes, fabricar pilotos e detalhar o projeto representam o "D" – execução, e;
- c) o projeto da fabricação corresponde ao "C" – controle e ao "A" - ações, onde se o produto não apresentar o desempenho planejado tornam-se necessárias as corretivas, e caso estejam condizentes com as entradas do projeto, ações de padronização dos parâmetros de projeto e encerramento do memorial técnico do projeto.

Figuras semelhantes à figura 7 também aparecem em Maximiano (2002,

p.45), Vargas (2002, p38).

Vargas (2002) salienta que "a realização de uma fase do projeto é também um projeto". Portanto existem outros processos de início, planejamento, execução e controle dentro de cada um dos macroprocessos apresentados na figura 7.

Mello *et al* (2002, p54) também afirmam que dentro de um grande ciclo PDCA podem existir pequenos outros ciclos PDCA. Salienta que no modelo de Gestão da Qualidade da ISO 9001:2000, embora criada seguindo um ciclo PDCA, podem existir vários processos internos do sistema configurados com este ciclo. Ou seja, em um processo seguindo este ciclo podem existir subprocessos seguindo também a mesma lógica. Identifica-se portanto, mais uma semelhança entre o ciclo PDCA e Sistema de Gerenciamento de Projetos do *PMBOK Guide* (2000).

Esta decomposição de um planejamento complexo de um projeto em uma série de pequenos planejamentos mais simples auxilia os envolvidos do projeto a controlá-lo e organizá-lo mais eficazmente.

O *PMBOK Guide* (2000 p.95) apresenta um tópico relativo ao gerenciamento da qualidade do projeto, dividindo o gerenciamento da qualidade em 3 processos:

- a) Planejamento da Qualidade: acompanha a fase de planejamento do projeto, identificando quais padrões são relevantes para o projeto e como devem ser satisfeitos;
- b) Garantia da Qualidade: acompanha a fase de execução avaliando a performance do projeto de forma a apresentar evidências de que a execução satisfaz os padrões planejados;
- c) Controle de Qualidade: Acompanha a etapa de controle, monitorando se as saídas da execução estão conformes aos requisitos e padrões especificados e eliminando as causas de performance insatisfatória.

As entradas, saídas, ferramentas e técnicas utilizadas em cada um dos sub-processos de gerenciamento da qualidade do projeto são apresentadas na figura 8.

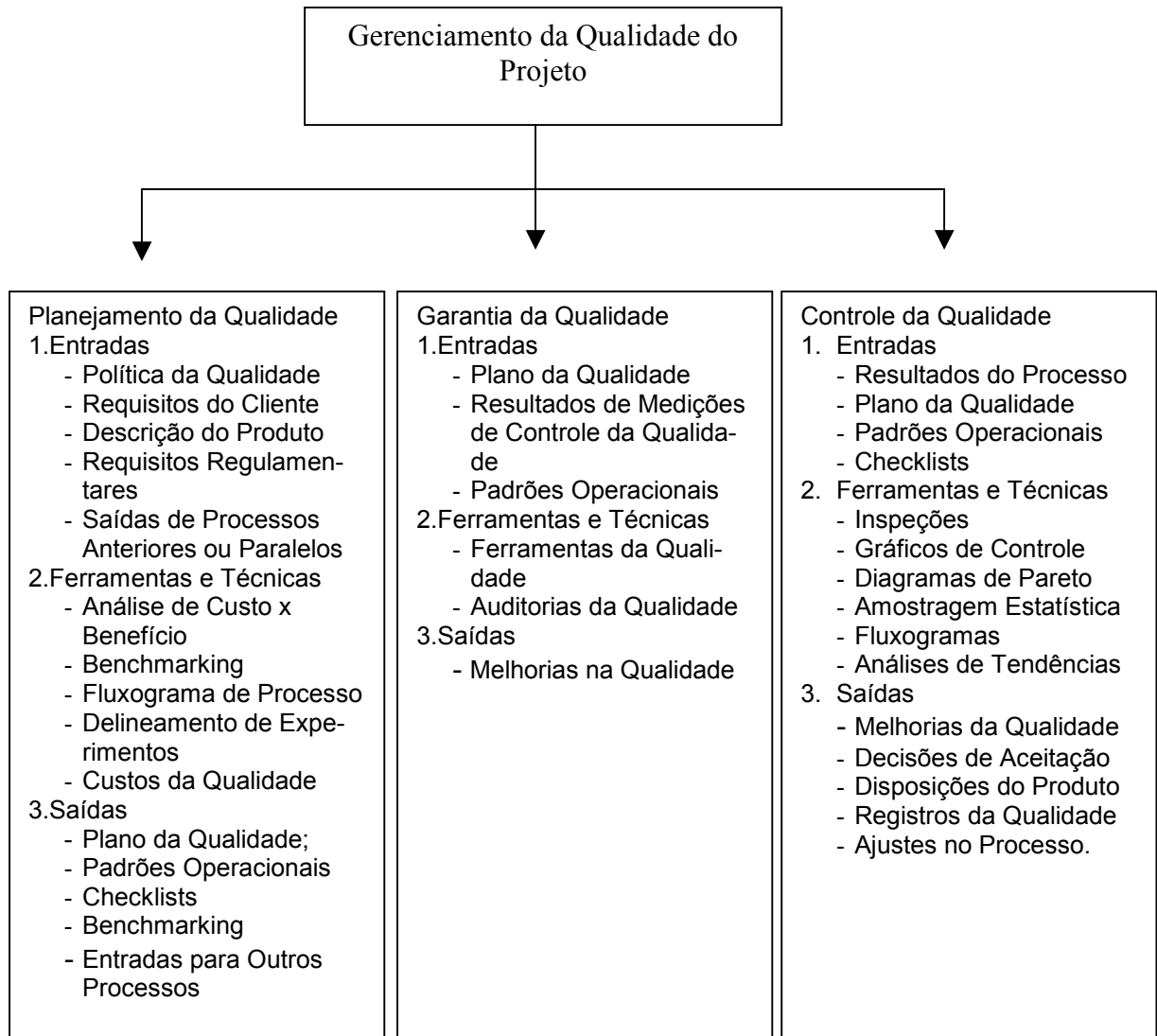


Figura 8 Garantia da Qualidade do Projeto (*PMBOK GUIDE*, 2000, p.96).

Dentro da participação do gerenciamento da qualidade no projeto uma parte do esforço deve ser gasto no planejamento, garantia e controle da qualidade dos fornecedores que eventualmente estejam participando no projeto, assunto este que será debatido na apresentação do modelo no próximo capítulo.

Num desenvolvimento das técnicas de avaliação de fornecedores, simultaneamente ao projeto, os modelos de avaliação devem se iniciar durante o desenvolvi-

mento de novos produtos. Para entender um exemplo prático em uma indústria metal-mecânica na região onde foi realizado este estudo, analisou-se o trabalho de Kaibara (1998) no qual se relatam algumas fases que uma organização compradora adotou para efetuar o processo de avaliação crítica do fornecedor, em paralelo ao desenvolvimento de produto. A organização dividiu 4 fases de avaliação do projeto e do fornecedor dentro das etapas de desenvolvimento do produto:

- a) fase protótipo: visa uma avaliação preliminar do produto. As amostras não são representativas do produto ou processo real. Pode-se nesta etapa analisar históricos de ocorrências, sistemas da qualidade e processo de possíveis fornecedores, realizar testes e iniciar análises com objetivo de identificar modos de falha do produto;
- b) fase teste: visa avaliar o produto definido em laboratório , confrontando-o com especificações. A amostra foi produzida pelo processo definitivo ou em uma linha piloto. As técnicas de avaliação são semelhantes as etapas anteriores;
- c) fase produção: produto e processo estão definidos e a amostra é produzida em condições normais pelo fornecedor. A quantidade das amostras é suficiente para a organização compradora avaliar a capacidade do processo. Estudos do processo podem ser feitos e revisões nas planilhas de análise de falhas. Inspeções , verificações do primeiro lote e planos de controle previstos devem ser executados;
- d) fase homologação: as condições de produção desta amostra são idênticas a fase de produção. A quantidade deve permitir uma avaliação da capacidade do processo do fornecedor e dos índices de refugo/retrabalho gerados (custos da não qualidade). Os aspectos logísticos também são avaliados a partir desta etapa.

Nem todas estas etapas são necessárias no desenvolvimento de um novo produto. A utilização de todas, ou apenas algumas, irá variar com o nível de complexidade do projeto, do desenvolvimento do fornecedor para manufatura do item e da criticidade do item devido a seus característicos. Um fornecedor com um produto *standard* (um parafuso, componente elétrico/eletrônico, rolamento ou outros insumos padronizados) pode passar somente pelas etapas produção e homologação. Uma pequena alteração em um item já conhecido pode passar apenas pela etapa de teste.

Com o desenvolvimento dos Programas Seis Sigma nas empresas, também iniciou-se a disseminação de métodos de desenvolvimento de produtos baseados nesta tendência. Moura (2002a, 2002b), propôs um método denominado DAMIC composto por 5 passos, para o gerenciamento de projetos de novos produtos, dentro dos conceitos Seis Sigma. É importante notar que a adoção do método de gerenciamento não modifica as divisões do projeto em etapas, como as propostas por Baxter (1998).

Os passos propostos por Moura (2002a) são:

- a) *define* (definir): consiste em definir segmentos e necessidades, requisitos e parâmetros críticos e realizar *benchmarking*;
- b) *analyse/innovate* (analisar/innovar): gerar conceitos inovadores, selecionar o melhor conceito e analisar criticamente o projeto;
- c) *measure* (medir): avaliar o desempenho preliminar;
- d) *improve* (melhorar): otimizar o projeto: reduzir variabilidade;
- e) *control* (controlar): validar o desempenho final do produto e transferir para manufatura.

Uma ferramenta que pode ser utilizada para sistematizar o desenvolvimento de produtos é o QFD - *Quality Function Deployment* (Desdobramento da Função

Qualidade) (AKAO,1990). Cheng *et al* (1995) apresenta as etapas do Planejamento da qualidade associadas ao QFD no desenvolvimento conforme mostrado na figura 9.

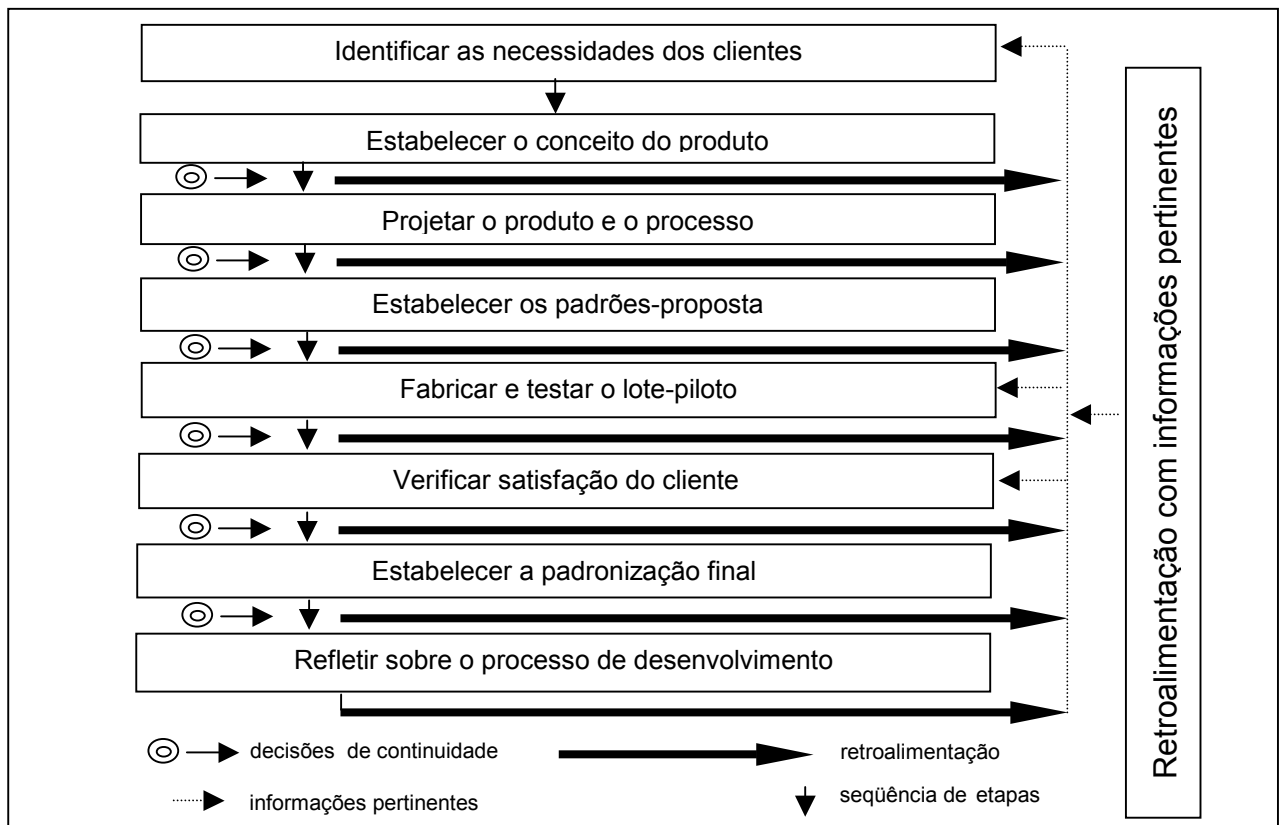


Figura 9 As 8 Etapas do Planejamento da Qualidade (CHENG ET AL, 1995, p.13).

O QFD contempla durante suas etapas a avaliação das partes projetadas, e as adquiridas de fornecedores. Dentre estas ferramentas são previstas as técnicas de Amostragem, Delineamento de Experimentos, FMEA – *Failure Mode and Effects Analysis* (Análise do Modo de Falha e seus Efeitos), entre outras (CHENG *et al*, 1995, p.22). A utilização do QFD como ferramenta de gerenciamento na escolha de técnicas de avaliação de fornecedores, durante o processo de desenvolvimento é aconselhável, porém não obrigatória, visto ser uma técnica bastante complexa quando aplicada de modo integral.

2.9 Análise de Pareto na Avaliação de Fornecedores já Existentes

No caso de itens fornecidos e fornecedores já existentes, o modelo para melhoria contínua de processos de Harrington (1997) sugere que análises sejam feitas através da adoção da "Análise de Pareto". Esta ferramenta é utilizada para separar os problemas em duas classes: os *poucos vitais* e os *muitos triviais*, e é amplamente comentada em Campos (1992, p.199-205) e Kume (1993, p. 22-28).

A Análise de Pareto no fornecedor engloba qualidade do produto (atendimento e conformidade com as especificações), os aspectos logísticos (entrega e quantidade) e o valor do produto (preço, prazo e condições de pagamento). As atividades de controle e o planejamento das ações para melhoria do fornecimento devem estar focados nos fornecedores críticos nestas características. Os *muitos problemas triviais* podem ser ignorados ou não priorizados no estabelecimento de recursos para melhoria da qualidade dos fornecimentos já existentes.

Uma das formas estratificar os itens fornecidos e os fornecedores mais e menos críticos é feita através dos custos da não qualidade gerados pelos fornecimentos. Métodos para mensuração destes custos são encontrados em Robles Jr (1996) e são obtidos através das rejeições, retrabalhos, reparos ocorridos no recebimento, na linha de montagem e no campo e, no caso dos aspectos logísticos, através do tempo médio de atraso do fornecedor e seu impacto na linha de montagem (paradas de linha devido a falta de peças).

Do ponto de vista do gerenciamento de materiais e avaliação de fornecedores a análise de Pareto é amplamente discutida por Dias (1993), Dias (1995) e Viana (2002). A mais comum análise de Pareto nesta atividade está relacionada a curva ABC. Dias (1993, p.76-77) escreve referente a aplicação da curva ABC na administração de materiais que:

"a curva ABC é um importante instrumento para o administrador; ela permite identificar aqueles itens que justificam atenção e tratamento adequados quanto a sua administração."

Hudler (2002 p. 38-42) e Viana (2002, p. 52-55) baseados na obra de Dias (1993) citam classificações que podem ser utilizadas na estratificação dos fornecedores e itens, quanto:

- a) ao valor do consumo anual, denominada classificação ABC
- b) a importância operacional, denominada classificação XYZ

Merli (1998, p.130) e Kamman (2001 *apud* HUDLER, 2002, p.42-44) sugerem a utilização da Matriz de Kraljic (1983) como complemento aos Métodos ABC e XYZ, permitindo a análise disponibilidade x importância do fornecedor e/ou item, efetuando o cruzamento destas duas características os fornecedores podem ser divididos em 4 grupos distintos:

- a) muita disponibilidade e muita importância – a ênfase está nas negociações e no controle de preço aliado a garantia da qualidade do produto;
- b) muita disponibilidade e pouca importância – prioriza-se o melhor preço;
- c) pouca disponibilidade e muita importância – necessário um relacionamento duradouro com medidas para a garantia da qualidade e controle de preços;
- d) pouca disponibilidade e pouca importância – Procura-se efetuar contratos de fornecimento de longo prazo.

Com base nos quatro grupos expostos na matriz de Kraljic, é interessante a elaboração de análises de Pareto específicas para um dos grupos desta matriz, em vista de que as estratégias e recursos empregados para a melhoria da qualidade do fornecimento serão diferentes para cada um destes casos.

A classificação dos indicadores de desempenho do fornecedor pela lógica de Pareto e a utilização de estratégias distintas para grupos de fornecedores de acordo com a disponibilidade x importância é uma ferramenta importante para a racionaliza-

ção recursos utilizados no processo de avaliação contínua dos fornecedores.

2.10 Algumas Ferramentas de Avaliação da Qualidade de Fornecedores

Existem uma série de ferramentas que podem ser utilizadas para a avaliação de fornecedores. Harrington (1997 p.322-323) cita uma série de técnicas de avaliação de fornecedores, referindo-se as mais comuns como sendo: Certificações, Pesquisas, Ensaio Mecânicos e Químicos ou similares, Testes de Confiabilidade, Inspeção do Primeiro Artigo, Inspeção de Recebimento, Análise dos Modos e dos Efeitos de Falha (FMEA e FTA), Delineamento de Experimentos (DOE), Controle Estatístico do Processo (CEP), Estudos de Capacidade dos Processos, Custo da Má Qualidade e Auditorias. Comentários referentes a algumas destas técnicas são mostrados nos subitens a seguir.

2.10.1 Questionários de Auto-Avaliação (Pesquisas)

Este método é explicado resumidamente por Harrington (1997 p. 323) com o nome de pesquisa ao fornecedor. O objetivo é que o próprio fornecedor se auto-analise, antes que a equipe de auditoria do cliente realize a verificação da adequação do fornecedor. Embora não muito preciso, depende do auto-conhecimento e credibilidade do fornecedor quanto ao seu sistema, o questionário é uma ferramenta bastante econômica em relação a uma auditoria no fornecedor.

As pesquisas constituem uma técnica de avaliação preliminar de um fornecedor, podendo ser utilizadas para uma triagem inicial, na ocasião de um desenvolvimento de novos fornecedores, ou na priorização de visitas e auditorias a fornecedores já existentes. Solicitam-se evidências de que o fornecedor possua, ou não, certificações de sistema ou de produto, com o propósito de suprimir visitas físicas a or-

ganização caso as possuam.

2.10.2 Certificações e Auditorias

Os fundamentos da auditoria são comentados em Ishikawa (1993, p.192-201) e Mills (1994). Existem hoje uma série de auditorias de certificação de terceira parte, tanto de sistema, cujas mais conhecidas são as normas ISO 9001 e ISO 14000, e certificações de produto como as fornecidas por organizações como a UL (*Underwriter Laboratories*) e ASME (*American Society of Mechanical Engineers*).

Também é uma prática cada vez mais comum de algumas organizações que seus fornecedores se inscrevam e sejam avaliados através da participação nos prêmios nacionais de qualidade, como o Prêmio Deming (Japão), Prêmio Malcom Baldrige (USA), Prêmio Nacional da Qualidade (Brasil). Além disso, a própria organização compradora pode realizar auditorias de 2ª parte no seu fornecedor baseadas em normas nacionais, internacionais, ou em requisitos específicos desenvolvidos pela própria organização auditora como por exemplo o apresentado por Yoshinaga (1993 p.139-141).

As empresas mais próximas dos modelos de “qualidade assegurada” geralmente possuem certificações de sistema e produto adequadas às exigências dos clientes, sendo na maioria dos casos desnecessária a realização de auditorias por parte dos clientes. Já organizações menos desenvolvidas, têm como principal elemento para sua melhoria, as auditorias de sistema e produto dos clientes.

Por meio da avaliação da presença de certificações por órgãos certificadores credenciados a organização compradora define principalmente:

- a) se o sistema do fornecedor está apto a fornecer ou continuar fornecendo produtos com base em requisitos especificados;

b) se existe necessidade de auditorias da organização compradora no cliente.

Através da realização de auditorias pela organização compradora, é possível solicitar ações para a melhoria e/ou correção do sistema/ produto do fornecedor, evidenciar se o sistema do fornecedor está apto a fornecer ou continuar fornecendo produtos com base em requisitos especificados e monitorar o estágio de desenvolvimento do fornecedor.

As auditorias, tanto de órgãos certificadores credenciados, como dos próprios clientes, constituem um elemento fundamental para o monitoramento do sistema de gestão da organização e da estabilidade de seus processo (auditorias de sistema), como do atendimento de seus produtos aos requisitos de mercado (auditorias de produto), estando, dentro das técnicas de avaliação de fornecedores, entre as mais básicas existentes.

2.10.3 Inspeção do Primeiro Artigo

Trata-se da avaliação de lote piloto, protótipo ou verificação inicial de projeto do produto segundo características explícitas (informadas em desenhos e/ou documentos de contrato) e implícitas (segundo o uso pretendido). Harrington (1997, p.323) escreve que nesta ferramenta "o primeiro artigo de um processo é examinado para determinar se o produto pode ser feito dentro de todas as especificações críticas".

Esta técnica é utilizada principalmente nas etapas de desenvolvimento de um produto com o objetivo de observar a conformidade do processo de fabricação utilizado. Correções e melhorias podem ser propostas com o objetivo de aperfeiçoar o processo com base na inspeção do primeiro artigo. Esta inspeção, quando utilizada, costuma ser mais abrangente e detalhada do que inspeções periódicas da rotina de

recebimento.

2.10.4 Testes de Confiabilidade / Testes Acelerados/ Ensaios Funcionais

Durante o desenvolvimento de novos fornecedores e na avaliação de lotes recebidos realizam-se testes e ensaios que visam avaliar propriedades mecânicas, químicas, físicas ou dimensionais, testes de confiabilidade e testes funcionais acelerados ou não, reproduzindo as condições de uso do produto. Os testes de confiabilidade e teste de vida acelerados são descritos em Freitas e Colosimo (1997).

Estes testes são utilizados para validação e verificação do produto adquirido. Testes e ensaios podem ser também utilizados para a verificação de um produto durante o desenvolvimento do projeto, conforme previsto nos itens 7.3.5 da norma ISO 9001:2000 (Maranhão, 2001).

Através destes testes é possível avaliar se o produto está de acordo com requisitos especificados, ou definir requisitos (no caso de projeto), monitorar se os característicos do produto estão conforme o planejado e dar encaminhamento a ações corretivas e de melhoria com base nos resultados encontrados.

2.10.5 Inspeção de Recebimento e Inspeções do Fornecedor

Quanto ao tamanho da amostra podemos dividir as técnicas de inspeção em dois grandes grupos:

- a) inspeção 100%: é o método mais simples onde todas as peças são inspecionadas. Recomendada por Deming (1994) em casos onde a qualidade do produto é bastante ruim ou com o processo em “estado de caos”. Esta inspeção pode ser:
 - **Humana** – realizada por pessoas na linha ou fora dela. Devido ao fator humano não é um método totalmente isento de falhas;

- **Baka-Yoke/ Poka-Yoke** – Ohno (1997 p. 130) e Shingo (1996b p.152-153), trata-se de métodos onde peças não conformes não conseguem seguir o fluxo do processo;
 - **Automatizada** – consiste na aplicação de tecnologias que selecionam na linha ou fora da linha 100% das peças sem interferência do ser humano.
- b) inspeção N=2: trata-se de uma técnica de inspeção apenas da primeira e última peças fabricadas durante um período de produção ininterrupta e estável conforme Schonberger (1992, p.86-87). Em processos capazes o registro de inspeção N=2 pode servir como evidência da conformidade do lote. Esta técnica é realizada apenas nas instalações do fornecedor com a possibilidade do fornecimento de evidência documental da inspeção;
- c) inspeção amostral: em virtude dos vários tipos de técnicas de inspeção de recebimento, uma descrição detalhada das mais conhecidas técnicas de inspeção amostral é apresentada no item 2.11.

Para a seleção dos métodos mais adequados de inspeção de recebimento existem os modelos propostos por Taguchi (1997), no seu capítulo “Função Perda e Inspeção” e por Deming (1994) no seu capítulo “Plano para Custo Médio Total Mínimo dos Testes, dos Materiais Recebidos e dos Produtos Finais” os quais são explicados nos subitens abaixo.

2.10.5.1 Função Perda e Inspeção

O conceito de Função Perda (TAGUCHI, 1997) parte do pressuposto que todo afastamento de um característico do produto de seu ideal, gera uma perda de qualidade, independentemente de estar dentro de limites de especificação.

Os parágrafos a seguir explicam como se obtém a função perda e como ela

pode ser utilizada para verificar a viabilidade, ou não, da inspeção 100%.

Sabendo que uma Função $f(x)$ pode ser representada por uma série de Taylor, Taguchi (1997 p.18-20) determinou a Função Perda $L(y)$ de um determinado característico, utilizando esta série e desprezando-se os termos de ordem superior a 2, obtendo-se como resultado a equação 2.1

$$L(y) = K(y - m)^2 \quad (2.1)$$

Onde :

$L(y)$ é a Função Perda de Taguchi;

K = valor Constante de Perda;

y = desvio de qualidade em relação ao nominal;

m = especificação nominal do característico.

Para determinação do valor de K assume-se uma perda de qualidade A , um desvio Δ representando todo o limite de especificação do produto, conforme mostra a equação 2.2.

$$k = \frac{A}{(\Delta)^2} \quad (2.2)$$

Segundo Taguchi (1997 p.28) o conceito de função perda pode ser utilizado para determinar se a inspeção 100%, é ou não é justificada em uma determinada situação

A perda prevista é calculada por Taguchi (1997) como sendo:

a) sem inspeção:

$$L = k(\sigma)^2 \quad (2.3)$$

Onde σ é o desvio padrão do processo;

b) com inspeção 100% :

$$L = cii \times (pnci \times fnc) + (k \times v_s^2) \quad (2.4)$$

Onde:

L = perda total prevista no caso de inspeção 100%

cii = custo da inspeção por item

pnci = perda por não conformidade encontrada na inspeção

fnc = fração não conforme

v_s^2 = segundo Fiod Neto (1997):

"Estimativa dos itens não rejeitados, calculada a partir da equação que representa a função distribuição (WONNACOT E WONNACOT, 1972) para as dimensões da característica funcional da qualidade."

Wonnacot e Wonnacot (1980, p. 82) apresentam a equação da variância na distribuição normal conforme a equação 2.5

$$\sigma^2 = \int_a^b (y - m)^2 p(y) dy . \quad (2.5)$$

Onde :

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{y-m}{\sigma}\right)^2} \text{ para a distribuição normal generalizada.}$$

a = limite inferior delimitado na curva normal

b = limite superior delimitado na curva normal

m = é a média desejada da população (menor perda)

então:

$$v_s^2 \times \int_a^b \frac{1}{\sqrt{2\pi} \times \sigma} \times e^{\left(\frac{-(y-m)^2}{2 \times (\sigma)^2}\right)} = \int_a^b \frac{(y-m)^2}{\sqrt{2\pi} \times \sigma} \times e^{\left(\frac{-(y-m)^2}{2 \times (\sigma)^2}\right)} dy \quad (2.6)$$

$$\text{considerando : } \int_a^b \frac{1}{\sqrt{2\pi} \times \sigma} \times e^{\left(\frac{-(y-m)^2}{2 \times (\sigma)^2}\right)} dy = Q_1, \text{ e } Q_1 \text{ sendo o cálculo correspondente a área da curva normal. obtêm-se:}$$

então:

$$v_s^2 \times Q_1 = \int_a^b \frac{(y-m)^2}{\sqrt{2\pi} \times \sigma} \times e^{\left(\frac{-(y-m)^2}{2 \times (\sigma)^2}\right)} dy \quad (2.7)$$

Isolando-se v_s^2 chega-se a equação 2.8 apresentada por Taguchi (1997 p.29).

$$v_s^2 = \frac{1}{Q_1} \times \int_a^b \frac{(y-m)^2}{\sqrt{2\pi} \times \sigma} \times e^{\left(\frac{-(y-m)^2}{2 \times (\sigma)^2}\right)} dy \quad (2.8)$$

Comparando-se o resultado da equação 2.3 com a equação 2.4 pode-se

verificar se a inspeção 100% é justificada para o lote estudado.

Segundo Fiod Neto (1997) cabe uma crítica a este equacionamento quando o custo do produto possui incorreções. Sem um custo confiável o método torna-se ineficaz. Fiod Neto (1997 p.31) descreve:

"No entanto, o problema ora apontado existe, em geral, nas situações em que associam custos aos modelos matemáticos da Pesquisa Operacional: Os modelos, teoricamente corretos, utilizam dados de custo nem tão corretos assim. Isso, é óbvio, não invalida a aplicação dos modelos matemáticos associados."

O Método da Função Perda de Taguchi, embora matematicamente correto, possui elementos complexos de serem implementados em organizações. Caso elas não possuam colaboradores com domínio de matemática e estatística ou ferramentas computacionais dedicadas ao cálculo da Função Perda, e não possuam condições para desenvolver estes recursos, o método torna-se inviável.

2.10.5.2. O Método do Custo Mínimo Total de Deming

Deming (1994 p.294-295) sugere formas mais simples de cálculo da viabilidade ou não da inspeção 100%, dentre elas:

a) tudo ou nada: este método é dividido em dois casos:

- Caso 1. quando o pior lote tem uma fração de peças defeituosas menor que $k1/k2$ onde:

$K1$ = custo de inspeção de uma peça;

$K2$ = custo de desmontar, reparar, remontar, e testar uma montagem que falhe porque uma peça defeituosa chegou até a linha de produção.

Neste caso não é necessária nenhuma inspeção;

- Caso 2: quando o melhor lote tem uma fração de peças defeituosa maior que $k1/k2$. Neste caso usa-se inspeção 100%.

- b) lotes variando de um lado para outro do ponto de equilíbrio da qualidade ($k1/k2$). Neste caso, parte-se do princípio que é realizado um controle estatístico do processo, de forma a se obter a distribuição e a média das peças. Através desta análise faz-se então a decisão pela inspeção 100%, caso a média seja menor que $k1/k2$, ou não do lote, caso a média seja maior que $k1/k2$.

2.10.6 Controle Estatístico do Processo (CEP) e Estudos de Capacidade

Baseado nas técnicas de Shewhart (*apud* MONTGOMERY, 2001), o moderno controle estatístico do processo apresenta uma ampla variedade de formas de controle. A aplicação de CEP nas instalações do fornecedor permite as relações entre fornecedor/comprador se enquadrarem dentro do passo 8 da figura 4, com a apresentação de evidências objetivas, através de gráficos de controle, sobre a capacidade do processo, evitando quaisquer inspeções fora do processo. Se o processo do fornecedor possuir capacidade comprovada para manter o processo sob controle sem a necessidade de controles manuais ou estatísticos, esta capacidade pode ser apresentada ao comprador através de um estudo da capacidade do processo, dentre as quais podem ser citados os índices de CP, CPK e CPM também mostrados em Montgomery (2001).

Várias técnicas de controle estatístico do processo são discutidas em Montgomery (2001). Segundo Feigenbaum (1986) o uso tanto das técnicas de planos de amostragem como de CEP simultaneamente, torna-se justificável quando os planos de amostragem são utilizados para testar a efetividade de planos de controle de processo recém implementados. É também justificável o uso de planos de amostragem para auditar os resultados da qualidade de áreas onde o CEP é adotado.

O estudo da capacidade do processo no início da produção de lotes disseminou-se principalmente com o advento das normas da série QS 9000, as quais tem entre seus requisitos o Estudo da Capacidade do Processo para Aprovação de Primeiras Peças de Produção (PPAP). Embora o CEP seja uma excelente ferramenta para a garantia da qualidade do produto, Schissatti (1998) descreve em seu trabalho que várias empresas tem dificuldades na sua implantação. A apresentação de registros de CEP e de estudos capacidade do processo representa uma evidência objetiva da qualidade do produto fornecido.

Um outro tipo de Controle Estatístico do Processo baseia-se nas técnicas de Pré-Controle (Montgomery, 2001, p.497) o qual consiste em uma técnica para detectar variações no processo antes que sejam produzidas peças não conformes.

2.10.7 Verificação do Produto

Conforme a NBR ISO 8402 (1994), a verificação é a “confirmação, por exame e fornecimento de evidência objetiva, do atendimento aos requisitos especificados”, ou seja, a avaliação ou exame dos resultados de um certificado de matéria-prima fornecida com os requisitos especificados e a evidência de que alguém fez este exame constitui uma verificação.

Análises de certificados e relatórios de fornecedores podem ser utilizados nas verificações, isto evita as inspeções do produto e reduz os custos de avaliação da qualidade na organização compradora. Para isso porém, é necessário que o fornecedor possua um sistema de gestão da qualidade confiável, incluindo o processo de inspeção do produto e seus meios de controle.

Através de verificações pode-se avaliar resultados de CEP, Pré-Controle, Inspeções e outras técnicas de avaliação adotadas nas instalações do fornecedor.

2.10.8 Auditoria de Produto

Uma outra prática utilizada nas indústrias é, periodicamente, efetuar auditorias de produto nas instalações da própria organização, nos itens recebidos com o propósito de verificar se o produto está sendo fornecido conforme o planejado (Kai-bara, 1998).

Caso a auditoria da conformidade do produto seja feita por meio de verificação, certificados de conformidade do fornecedor são solicitados para exame.

O que diferencia a auditoria, das inspeções e verificações, é a sua menor frequência em relação a estas duas, e seu objetivo, o qual é de comprovar que o planejado foi executado e caso existam não conformidades, propor ações de correção e melhoria. Enquanto a inspeção também tem o foco na contenção de peças não conformes.

2.10.9 Métodos de Análise de Falhas

FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis* – Análise do Modo de Falha e seus Efeitos) e FTA (*Fault Tree Analysis* – Análise da Arvore de Falhas) segundo Helman e Andery (1995, prefácio) são dois métodos para a análise de falhas em produtos e processos (técnicos ou administrativos), empregados tanto em operação ou uso como na fase de projeto. Sua principal característica é a sua capacidade de prever os problemas associados ao produto antes que eles aconteçam.

É importante salientar que além do caráter preventivo estas ferramentas podem ser utilizadas também no corretivo, e que "podem auxiliar eficientemente na etapa de busca das causas fundamentais dos problemas, bem como, na etapa de elaboração do correspondente plano de ação para seu bloqueio" Helman e Andery (1995. p. 3).

Através da utilização correta e contínua desta ferramenta é possível garantir, principalmente no fornecedor a melhoria da qualidade do produto fornecido.

Juran e Gryna (1992 v.3 p.43-47) também apresentam a Análise do Modo, Efeito e Criticidade das Falhas (FMECA), outra importante ferramenta de análise de falhas que pode ser utilizada como método de avaliação.

2.10.10 Delineamento de Experimentos

Essa é uma técnica estatística para identificar a influência das variáveis no processo. Experimentos bem elaborados auxiliam na determinação das variáveis mais críticas de cada produto, e constituem uma importante ferramenta para o diagnóstico de causas ou possíveis causas de problemas, facilitando a tomada de ações corretivas e ou preventivas.

Os fundamentos básicos do delineamento de experimentos são encontrados em Montgomery (1991). Existem muitas obras sobre projeto de experimentos entre elas: Montgomery (2001), Wekerma e Aguiar (1996), Ghosh (1990), Vieira e Hofmann(1989) e Fiod Neto (1997). Este último cita os Métodos Taguchi para Delineamento de Experimentos e apresenta uma ampla bibliografia referente a este tema.

Um fator que torna a utilização desta ferramenta não muito popularizada é a complexidade estatística quando se trabalha com muitas variáveis interdependentes, sendo necessária a utilização de recursos computacionais, bom domínio de estatística, além de conhecimento sobre o processo e o produto.

2.10.11 Custos da Má Qualidade

O monitoramento de índices de refugo e retrabalho, na linha de produção do comprador ou em campo (cliente final), serve também de parâmetro para a avaliação

do nível de qualidade do fornecedor. A análise destes índices permite a seleção de técnicas complementares de avaliação (como inspeções, ações no fornecedor, auditorias) todas vezes nas quais os índices de refugo e retrabalho ficam fora de metas pré- estabelecidas.

Com a tendência das empresas em trabalharem em níveis de PPM (parte por milhão) e PPB (parte por bilhão), índices de ocorrências em linha e campo são importantes ferramentas no diagnóstico da qualidade, visto que a detecção por amostragem destes problemas é, probabilisticamente, muito difícil.

Um sistema de gestão de custos da qualidade é explicado em Robles Jr. (1996) e Coral (1996). A metodologia de Harrington (1998 p. 353) também se utiliza do monitoramento dos custos da má-qualidade para a verificação ou não de melhorias em um determinado processo.

2.11 Técnicas de Inspeção Amostral

No Método de Inspeção Amostral inspeciona-se apenas uma fração do lote, sendo que a quantidade é determinada por um plano de amostragem, preferencialmente embasado estatisticamente, em geral por norma baseadas na *Military Standard* 105E (utilizado para inspeção por atributos, juntamente com suas variações para uso civil, ANSI/ASQC Z1.4, ISO 2859 e ABNT/NBR 5426) e na *Military Standard* 414 (utilizada para inspeção por variáveis, juntamente com suas variações para uso civil, ANSI/ASQC Z1.9, NBR 5429) .

A utilização de planos de amostragem na avaliação da qualidade tem como um de seus mais intensos críticos Deming (1994 p.309-310), o qual escreve que “é difícil entender qual é o objetivo do Padrão Militar 105D, exceto assaltar a carteira do fornecedor se sua qualidade tiver um mau dia”, citando como argumento o trabalho

de Hill (1960). Deming (1994 p.310) ainda diz que “é tempo de jogar fora esses planos, e seus ensinamentos, e falar sobre custos totais e problemas práticos”.

Embora Deming (1994) se manifeste contra a adoção do Padrão Militar 105D, a inspeção amostral é admitida em determinados casos. Um destes casos baseia-se na regra de Orsini (1982), conhecida como “Regra de Joyce Orsini” ou na regra de Ascombe (1961). Estas regras são apresentadas no item 2.12.6.

Outro caso onde a defesa da inspeção amostral é aconselhada por Deming quando cita que mesmo em lotes onde não existe motivo para inspeção 100% não se deve ficar sem informações conforme citado abaixo.

“Pode-se dar uma olhada em todo o material recebido, possivelmente em bases de um lote sim um lote não, para obter informações e fazer comparações com o conhecimento de embarque do fornecedor e com seus testes e cartas” Deming (1994 p.300).

Por último, em Deming (1994 p.23) a inspeção de pequenas amostras através de um controle estatístico é incentivada, com o objetivo de comparar e padronizar a linguagem entre cliente e fornecedor quanto aos seus instrumentos e testes. Portanto, a adoção de planos de amostragem em lotes “supostos bons”, com o objetivo de evidenciar a sua conformidade com o planejado e acordado com o fornecedor, desde que, não se admita peças não conformes no lote amostrado, não se mostra conflitante com a teoria de Deming. Também a adoção de planos de amostragem com um nível de qualidade aceitável em percentil, embora criticado por este mesmo autor, é segundo ele amplamente utilizado na indústria com o objetivo de cumprir requisitos de contrato acordados entre comprador e fornecedor, mesmo que de forma equivocada, estes aspectos também são explicados por Montgomery (2001) e Feingbaum (1986).

As afirmações com referência ao repúdio aos planos de amostragem também

não são aplicáveis no caso de testes destrutivos, neste caso Deming (1994) sugere apenas o “controle na fabricação da peça”, e indica esta como também sendo a melhor solução em testes não-destrutivos, ou seja, a adoção do Controle Estatístico do Processo (CEP).

“A aceitação por amostragem é um importante campo do controle estatístico da qualidade que se popularizou por Dodge e Romig e foi originalmente utilizado pelo Exército Norte-Americano na inspeção de munições durante a Segunda Guerra Mundial. Se cada munição fosse testada, nenhuma iria para o campo de batalha, se por outro lado, nenhuma fosse testada, falhas poderiam acontecer no campo de batalha, com resultados potencialmente desastrosos.” Prins (2002) (tradução do original).

Prins (2002) define a aceitação por amostragem como sendo “o meio termo’ entre a não inspeção e a inspeção 100%”.

É importante salientar que o propósito principal do plano de aceitação por amostragem é decidir se o lote provavelmente deve ser aceito ou não, não estimando a qualidade do lote.

A aceitação por amostragem é aplicável quando uma ou mais das seguintes condições existem:

- a) os testes/inspeções ou verificações são destrutivas;
- b) o custo da inspeção 100% é muito alto;
- c) a inspeção 100% é muito demorada;

Existem vários tipos de planos de aceitação por amostragem, entre eles: Simples, Duplos, Múltiplos, Seqüenciais e *Skip-lot*. Os métodos de aceitação por amostragem são divididos em planos de aceitação por atributos e por variáveis.

Geralmente a escolha de um plano de amostragem envolve as seguintes considerações:

- a) propriedades do plano de amostragem;
- b) facilidade da parte administrativa do plano;

- c) proteção oferecida;
- d) total de amostra adquirida;
- e) custo de inspeção;
- f) histórico da qualidade do fornecedor.

A utilização correta dos planos de amostragem, desde que seguidas as recomendações e críticas apresentadas por Deming, pode ser uma importante aliada nos processos de garantia da qualidade do produto.

2.11.1 Planos de Amostragem por Atributos

Os planos de amostragem por atributos mais conhecidos estão baseados na MIL STD 105E e nos planos de amostragem de Dodge-Romig, os quais são mostrados em Montgomery (2001 p. 675-721). No Brasil utiliza-se a série de normas nacionais adaptada pela ABNT:

- ABNT/NBR 5425 (1985) – Guia para inspeção por amostragem;
- ABNT/NBR 5426 (1985) – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos;
- ABNT/NBR 5427 (1985) – Guia para utilização da norma NBR 5426- planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos;

Nota: A utilização correta dos procedimentos de amostragem depende muito do conhecimento destas normas técnicas, sendo que o uso parcial indiscriminado pode implicar em erros conceituais quanto a garantia da qualidade do produto.

Segundo a ABNT/NBR 5426 (1985) o plano de amostragem determina o número de unidades de cada lote a ser inspecionado (tamanho da amostra ou série de tamanhos de amostra) e o critério para aceitação do lote (números de aceitação e rejeição).

O primeiro passo na utilização desta norma na elaboração do plano de amostragem consiste em fixar o nível de inspeção o qual relaciona o tamanho do lote com o tamanho da amostra. O nível de inspeção a ser utilizado em qualquer caso específico é prescrito pelo responsável pela inspeção. A norma dá três níveis de inspeção para usos gerais, denominados: I, II e III. Sendo que o nível I é utilizado para menor discriminação e o nível III para maior. Existem também quatro níveis especiais, denominados S1, S2, S3 e S4 que podem ser usados quando forem necessários tamanhos de amostra relativamente pequenos e onde possam ou devam ser tolerados, grandes riscos de amostragem.

Na tabela onde se escolhe o nível de amostragem existe um código literal de tamanho de amostra para cada tamanho de lote que permite vincular a tabela de nível de inspeção à de número de aceitação. A letra do código literal e o número do NQA permitem a obtenção do plano de amostragem aplicável a cada caso específico.

A ABNT/NBR 5425(1985) apresenta os seguintes tipos de planos de amostragem:

- a) simples: são aqueles nos quais os resultados de uma amostra simples (única) de um lote de inspeção já são conclusivos na determinação de sua aceitabilidade;
- b) dupla: a inspeção da primeira amostra nos leva a decidir pela aceitação ou tomada de uma segunda amostra . A inspeção da segunda amostra quando feita, leva a decisão de aceitar ou rejeitar o lote;
- c) múltiplo: É um tipo no qual a decisão de aceitar ou rejeitar o lote pode ser obtida após certo número definido de amostras ter sido inspecionado. É semelhante ao desenvolvido para a amostragem dupla, exceto quanto ao número de amostras sucessivas, que deve ser maior que dois;

d) seqüencial: As unidades da amostra são escolhidas uma por vez. Depois que cada unidade é inspecionada, é tomada a decisão de aceitar, rejeitar ou inspecionar outra unidade. A amostragem é concluída quando os resultados acumulados das inspeções das unidades de amostra são suficientes para determinar a decisão de aceitação ou rejeição do lote.

O tipo de inspeção que será utilizado em um determinado plano depende também do “regime de inspeção” que é adotado.

Os planos de amostragem da ABNT/NBR 5426 (1985) estabelecem 3 regimes de inspeção em função da gravidade dos possíveis defeitos:

- a) normal: é utilizado quando não há evidência de que a qualidade do produto considerado é melhor ou pior do que o NQA (Nível de Qualidade Assegurada) especificado
- b) severo: é instituída de acordo com normas específicas quando se torna evidente que a qualidade do produto está se deteriorando. Utiliza o mesmo nível de qualidade que a inspeção normal, mas requer maior severidade no critério de aceitação;
- c) atenuado: a inspeção atenuada usa um nível de qualidade similar ao da inspeção normal, porém requer uma amostra menor de inspeção. É instituída quando de acordo com normas específicas quando a qualidade do produto é muito boa para o determinado NQA.

Estes níveis de severidade de inspeção são discutidos em termos gerais na ABNT/NBR 5425(1985).

A norma ABNT 5427(1985) sugere a utilização de um “Sistema de Comutação” entre os três regimes de inspeção. Este sistema é constituído dos seguintes passos:

- a) início da inspeção: usa-se o regime normal em toda inspeção inicial, salvo solicitações em contrário previstas no planejamento do plano de amostragem;
- b) de normal para severa: quando a inspeção normal estiver sendo aplicada , será necessário passar para inspeção severa, se, em cinco lotes consecutivos, dois tiverem sido rejeitados na inspeção original;
- c) de severa para normal: quando estiver sendo aplicada a inspeção severa, a normal deverá substituí-la, se cinco lotes consecutivos tiverem sido aprovados na inspeção original;
- d) de normal para atenuado: estando em aplicação normal a inspeção pode tornar-se atenuada desde que sejam satisfeitas todas estas condições:
 - os dez lotes precedentes, ou mais, conforme indicado em nota no pé tabela 17 da ABNT/NBR 5426(1985), tenham sido submetidos a inspeção e nenhum tenha sido rejeitado;
 - quando o número total de unidades não conformes encontrado nas amostras dos dez ou mais lotes precedentes, submetidos a inspeção normal e não rejeitados, for igual ou menor, do que o número de dado na tabela 17 da ABNT/NBR 5426 (1985);
 - quando a produção do fornecedor mostrou-se desenvolver com regularidade;
- e) atenuada para normal: Quando estando em inspeção atenuado e uma destas condições seja atingida:
 - um lote for rejeitado;
 - um lote for considerado aceitável, porém o número de aceitação das tabelas 4,7 ou 10, da ABNT/NBR 5426 (1985) tenha sido ultrapassado, sem que o número de rejeição tenha sido alcançado;
 - a produção torna-se irregular ou em atraso;

- tenham ocorrido condições adversas que justifiquem a mudança para inspeção normal;
- f) interrupção da inspeção: se eventualmente 10 lotes (ou outro número de lotes a critério do responsável) permanecer em regime de inspeção severa, recomenda-se interromper a inspeção efetuada sob as diretrizes da ABNT/NBR 5425 (1985), até que sejam adotadas providências para o aprimoramento da qualidade do produto.

Existem uma série de conceitos fundamentais para o entendimento dos planos de aceitação por amostragem, os quais serão mostrados nos próximos itens, utilizando-se exemplos de planos de amostragem simples por atributos.

2.11.2 Planos de Inspeção por Variáveis

Os planos de amostragem por atributos mais conhecidos estão baseados na MIL STD 414 o qual é mostrado em Montgomery (2001 p. 723-734), no Brasil utiliza-se a série de normas nacionais adaptada pela ABNT:

- ABNT/NBR 5429 (1977) - Planos de amostragem e procedimentos de inspeção por variáveis;
- ABNT/NBR 5430 (1985) – Guia para utilização da norma NBR 5429 - planos de amostragem e procedimentos na inspeção por variáveis.

Paladini (1990) escreve que os planos de inspeção por amostragem de variáveis guardam alguns conceitos comuns com os planos de amostragem por atributos, mas também apresentam marcantes diferenças em vários aspectos. Conceitos com o NQA (Nível de Qualidade Assegurada), LQ (limite da Qualidade/ Qualidade Limite), riscos do produtor e consumidor são comuns embora o conceito de “peça não conforme” ou “quantidade de defeitos” completamente diferente da inspeção por atributos.

tos, pela própria diferença na natureza do processo de inspeção: a “variação dos característicos”. A diferença básica consiste no fato de que o inspetor inspecionará uma variável na peça, obtendo um valor numérico, ao invés de um atributo.

A utilização das tabelas de tamanho de amostras e semelhante ao plano por atributos. Existe uma delas com códigos literais que vincula as quantidades de amostra para cada tamanho de lote a uma de tamanho de amostra por NQA.

Montgomery (2001) aponta que existem vantagens e desvantagens no uso da inspeção por variáveis em relação à inspeção por atributos.

A primeira vantagem é que nos planos por variáveis as mesmas curvas características de operações podem ser obtidas com quantidades de amostras menores que no plano de amostragem por atributos, ou seja, os planos por variáveis possibilitam proteção semelhante com menor número de amostras. Esta vantagem não possibilita diretamente a redução dos custos de amostragem, pois esta tende a consumir mais recursos (tempo, equipamentos, conhecimento, etc.) que a inspeção por atributos. No caso de ensaios destrutivos, onde o custo da amostra ensaiada é relevante a inspeção por atributos passa a ser particularmente interessante reduzindo os custos de inspeção.

A segunda vantagem é ser possível a obtenção de mais dados sobre o processo do fornecedor do que com a inspeção por atributos. A inspeção por variáveis pode propiciar mais dados para o plano da qualidade do que uma simples classificação de um item como defeituoso ou não defeituoso.

Além disso, quando um NQA é muito pequeno, como em partes por milhões (PPM), são requeridos tamanhos de amostra maiores em planos por atributos, do que por variáveis, passando, este último, a ser muito atrativo e econômico.

Existem também uma série de desvantagens. Talvez a primeira desvantagem

seja que o tipo de distribuição estatística do lote deve ser conhecida. Geralmente muitos planos de amostragem assumem que os lotes seguem a distribuição normal, porém caso o inspetor utilize um plano que considere a distribuição do lote normal, e este lote não o seja, existirão problemas dos riscos de aceitação ou rejeição de lotes não conformes aos requisitos de qualidade estabelecidos.

A segunda desvantagem é que, estatisticamente, é possível um lote ser rejeitado na inspeção por variáveis sem que nenhuma das amostras inspecionadas tenha sido defeituosa. Esta situação pode ser desconfortável para as organizações do fornecedor e do consumidor, especialmente se a decisão causar parada da fábrica ou perda de produção.

A seqüência de operações conforme a ABNT/NBR 5430 (1985) do plano de inspeção por variáveis é o seguinte:

- a) determinar o tamanho do lote;
- b) escolher o nível de inspeção. A norma fornece uma tabela com 7 níveis :3 normais (I,II,III) e 4 especiais (S1,S2, S3 e S4);
- c) determinar o código literal de tamanho de amostra, baseado no tamanho do lote e no nível de e inspeção conforme uma tabela da ABNT/NBR 5429 (1977);
- d) escolher o plano de amostragem. A norma NBR 5429/1977 apresenta os planos de amostragem conforme item 2.11.2.1 deste trabalho. Geralmente usa-se o plano de amostragem para variabilidade conhecida, método desvio padrão;
- e) estabelecer a severidade de inspeção. No início do contrato utiliza-se inspeção em regime normal, podendo adotar-se o regime severo, o atenuado ou o sistema de comutação com a interação dos três regimes;
- f) determinar o tamanho da amostra e percentagem defeituosa máxima admissível(M);

- g) retirar a amostra;
- h) inspecionar a amostra.

2.11.2.1 Classificação dos Planos de Amostragem por Variáveis.

No caso da ABNT/NBR 5429 (1977), esta norma estabelece apenas procedimentos de inspeção por variáveis por planos de amostragem simples e classifica os planos conforme os seguintes requisitos:

- a) quanto ao conhecimento da variabilidade do processo, os planos de amostragem por variáveis classificam-se em:
 - planos de amostragem para variabilidade desconhecida;
 - planos de amostragem para variabilidade conhecida;
- b) quanto aos métodos utilizados para a estimação da variabilidade desconhecida, eles podem ser:
 - Método do desvio padrão estimativo do lote;
 - Método da amplitude da amostra.

Os planos de amostragem baseados na estimativa da variabilidade desconhecida, método do desvio padrão, exigem menores tamanhos de amostra para idêntica segurança que os baseados no método da amplitude. Já os planos de amostragem baseados na variabilidade conhecida, exigem consideravelmente menores tamanhos de amostra para idêntica segurança que os planos baseados em variabilidade desconhecida.

Segundo solicitações da norma ABNT/NBR 5429 (1977) deve-se procurar adotar o plano de variabilidade conhecida, método do desvio padrão. Isto porém só é possível se o fornecedor envia evidências estatísticas sobre o comportamento do lote ou já existe histórico suficiente de recebimentos que permita a previsão do des-

vio padrão da amostra. Embora desejável, nem sempre estas informações estão disponíveis utilizando-se então o método para variabilidade desconhecida.

Uma outra subdivisão dos tipos de planos de amostragem por variáveis é quanto aos seus limites de especificação, podendo ser:

- a) unilateral: nos casos onde se controla um característico apenas quanto ao seu valor limite máximo ou mínimo, e nunca ambos os limites;
- b) bilateral: controla-se os limites inferior e superior de especificação, é dividida em dois casos:
 - utilizando um só valor de NQA para ambos os limites superior e inferior especificados;
 - utilizando valores de NQA diferentes para os limites superior e inferior da especificação.

É possível então, classificar os planos de amostragem conforme a figura 10.

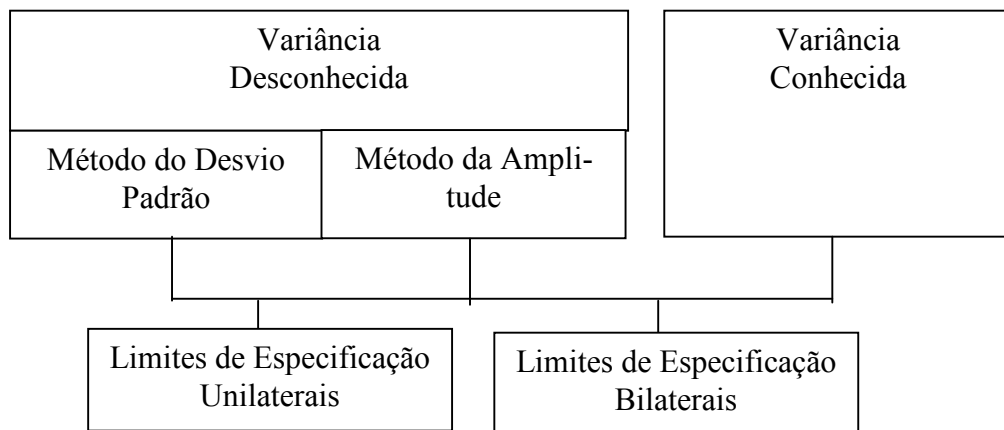


Figura 10 Divisão dos Planos de Amostragem por Variáveis (ABNT/NBR 5429, 1977, apêndice 3).

2.11.2.2 Cuidados quanto a Distribuição de Probabilidades no Uso dos Planos de Amostragem por Variáveis

Os planos de amostragem da ABNT/NBR 5429 (1977) seguem o pressuposto de que o lote possui uma distribuição normal. Conforme já descrito nas desvanta-

gens dos planos de amostragem este pressuposto é crítico, pois, caso a distribuição de um lote que seja fortemente não normal, podem resultar em erros sérios quanto as quantidades de produtos defeituosos no lote através da análise amostral. Uma análise mais detalhada é encontrada em Montgomery (2001 p. 725-726) o qual também referencia Duncan (1986).

A norma ABNT/NBR 5430 (1985) sugere um método para verificar a normalidade através do método gráfico da frequência acumulada percentual.

2.11.3 Planos de Amostragem Mistos - Variáveis e Atributos

A norma ABNT/NBR 5429 (1977) permite também a adoção de planos de amostragem mistos entre variáveis e atributos, conforme a ABNT/NBR 5426 (1985). Esta norma define a inspeção mista como sendo a inspeção de uma amostra por atributo, adicionada a uma inspeção por variáveis por não se ter condição de tomar uma decisão de aceitação ou rejeição do lote somente com base na inspeção por variáveis.

Este plano é aplicável quando existe evidência ampla de que o produto submetido à inspeção foi selecionado pelo fornecedor por um processo de “peneiramento”, para satisfazer, aos limites de especificação, ou existem outras condições que exigem o uso da inspeção mista para a tomada de decisão.

2.11.4 Amostragem em Cadeia

Aplicável a inspeção amostral de poucas unidades do lote, geralmente para ensaios destrutivos, onde são admitidas poucas ou nenhuma peças defeituosas, descrito em Stephens (1995b).

A amostragem em cadeia é explicada em Stephens (1995b p.19-42). Mont-

gomery (2001) apresenta este tipo de inspeção como adequado para situações onde o custo de inspeção é muito caro ou os testes são destrutivos, geralmente sendo utilizados pequenos lotes para este tipo de plano. Planos de Amostragem com poucas peças possuem um número de aceitação igual a zero, e planos com número de aceitação igual a zero acabam sendo mais rigorosos aumentando o risco do produtor. Através dos Planos de Amostragem em Cadeia são considerados os dados cumulativos de vários lotes precedentes. Um procedimento geral é:

- a) para cada lote, seleciona uma amostra de tamanho n e observa o número de peças defeituosas;
- b) se a amostra tem zero defeitos o lote é aceito, se a amostra tem dois ou mais defeitos, rejeita-se o lote, e se a amostra tem um defeito, aceita-se o lote através da evidência de nenhum outro defeito em i lotes subseqüentes.

O uso desta técnica é apropriado quando são satisfeitas as seguintes condições:

- a) o lote faz parte de um processo contínuo com reduzida variabilidade, ou alta repetitividade em condições controladas;
- b) os lotes sucessivos possuem a mesma qualidade;
- c) o fornecedor possui um bom sistema de garantia da qualidade e tem capacidade de prover evidências objetivas de conformidade através de um registro de históricos de fornecimentos;
- d) os inspetores possuem confiança no fornecedor e em sua conduta ética, de forma a não utilizar o sistema amostral para enviar peças não conformes no momento oportuno;
- e) não existem motivos para acreditar que um lote possui uma qualidade inferior a lote precedente.

Um dos métodos mais comuns de inspeção em cadeia é o plano ChSP-1, o qual consiste em amostras de $n=5$, $i=3$, onde o lote é aceito se as 5 peças amostradas estiverem conformes ou for encontrada uma peça defeituosa e não existe histórico de qualquer outro defeito nos últimos 3 lotes.

Os pontos da curva CCO (Curva Característica de Operação) são dados pela equação 2.9. (A elaboração de CCO's para uma função $P(x)$ é explicada no item 2.12.2 deste trabalho.)

$$Pa = P(0,n) + P(1,n)\{P(0,n)\}^i \quad (2.9)$$

onde $P(0,n)$ e $P(1,n)$ são as probabilidades de se obter 0 e 1 defeito respectivamente, retirando-se uma amostra aleatória de tamanho n e $P(d,n)$ é dado pela equação 2.10.

$$P(d,n) = \frac{n!}{d!(n-d)!} p^d (1-p)^{n-d} \quad (2.10)$$

2.11.5 Amostragem Contínua

Estes planos são descritos por Stephens (1995a) e por Feigenbaum (1986 p.488-492) e Montgomery (2001 p.737-740). Ele é aplicável a casos onde não existe uma subdivisão das peças produzidas por lotes, o processo de produção é contínuo. Por isso, inicia-se o processo com uma inspeção 100% até se ter inspecionado uma quantidade i de conjuntos sem nenhum defeito, a partir deste momento, inicia-se a inspeção de uma fração (f) das quantidades produzidas de forma aleatória, enquanto não se detectarem defeitos. A quantidade i é chamada de “número de esclarecimento”.

mento“.

Existem vários modelos de amostragem contínua inclusive para aplicação em processos contínuos como na indústria eletroeletrônica. O primeiro plano de amostragem contínua foi primeiramente proposto, segundo Dodge (1943) *apud* Montgomery (2001). O plano inicial de Dodge foi chamado de CSP-1.

Os planos CSP-1 possuem um LQMR (Limite de Qualidade Média Resultante). O valor da LQMR depende dos “números de esclarecimento” e da fração (f). Um mesmo LQMR pode ser obtido por várias combinações de i e f conforme pode ser visto na tabela 1.

Tabela 1 - Valores de i para CSP-1 em função de LQMR x f

f	LQMR (%)									
	0,198	0,33	0,53	0,79	1,22	1,90	2,90	4,94	7,12	11,46
$\frac{1}{2}$	140	84	53	36	23	15	10	6	5	3
$\frac{1}{3}$	232	140	87	59	38	25	16	10	7	5
$\frac{1}{4}$	303	182	113	76	49	32	21	13	9	6
$\frac{1}{5}$	360	217	135	91	58	38	25	15	11	7
$\frac{1}{7}$	450	270	168	113	73	47	31	18	13	8
$\frac{1}{10}$	550	335	207	138	89	57	38	22	16	10
$\frac{1}{15}$	672	410	255	170	108	70	46	27	19	12
$\frac{1}{25}$	828	500	315	210	134	86	57	33	23	14
$\frac{1}{50}$	1067	640	400	270	175	110	72	42	29	18
$\frac{1}{100}$	1302	790	500	330	215	135	89	52	36	22
$\frac{1}{200}$	1583	950	590	400	255	165	106	62	43	26

Fonte: Stephens (1995b)

A escolha de i e f é usualmente baseada nas considerações práticas do processo de manufatura, sendo influenciada, por exemplo, pela carga de trabalho dos operadores e inspetores. Montgomery (2001) não recomenda, porém, um valor de f maior que $1/200$, pois a proteção contra a má qualidade em um processo contínuo de produção seria muito pequena.

O número médio de peças que serão inspecionadas 100% até que exista ocorrência de um defeito, é dada pela equação 2.11.

$$u = \frac{1 - q^i}{pq^i} \quad (2.11)$$

onde :

$q = 1 - p$, e p é a fração defeituosa esperada de peças produzidas, quando o processo está em operação sob controle, e já houve uma seqüência de i peças sucessivas sem problemas.

O número médio de unidades submetidas a um processo de inspeção amostral antes que uma unidade defeituosa seja encontrada é dado pela equação 2.12.

$$v = \frac{1}{fp} \quad (2.12)$$

A fração média do total de unidades manufaturadas inspecionadas (*AFI – Average Fraction Inspected*) em um seqüência é dada pela equação 2.13.

$$AFI = \frac{u + fv}{u + v} \quad (2.13)$$

A fração média de unidades manufaturadas não inspecionadas pelo procedimento de amostragem (equação 2.14).

$$Pa = \frac{v}{u + v} \quad (2.14)$$

Quando Pa é plotado em função de p , é obtida uma Curva Característica de Operação (CCO) para um plano de amostragem contínuo. Observando esta CCO obter-se-á a probabilidade de aprovação de lotes com um determinado número de defeitos em função do plano de amostragem.

Existem vários tipos de planos de amostragem contínua os quais podem ser encontrados em Stephens (1985b) e na norma MIL STD 1235C, entre eles o CSP-2

e CSP-3, onde respectivamente são rejeitados lotes quando na amostragem são identificadas duas ou três peças não conformes na amostragem contínua.

O entendimento da amostragem contínua é importante para a posterior compreensão do método *Skip-lot*, visto que, o raciocínio matemático que envolve os dois procedimentos é muito semelhante.

2.11.6 Método *Skip-lot*

Após haver um nível confiança aceitável na qualidade do produto fornecido, alguns lotes são inspecionados e outros não, segundo um plano de “*Skip*” pré-determinado. A teoria do *Skip-lot* é apresentada por Stephens (1995b). O *Skip-lot* também é descrito em Montgomery (2001), Feingbaum (1986) e Yoshinaga (1993).

Planos *Skip-lot* significam que somente uma fração dos lotes são submetidas a inspeção. Esta técnica de amostragem é uma forma de economizar custo em termos de tempo e esforço. Entretanto, esta técnica deve somente ser utilizada quando é evidenciada que a qualidade do fornecedor é muito boa.

Montgomery (2001 p.742) descreve um procedimento para a implementação do *Skip-lot* da seguinte maneira:

- a) é desenvolvido um plano de amostragem simples onde são especificados os riscos do produtor e do consumidor. O plano é denominado “plano de amostragem de referência”;
- b) inicia-se com uma inspeção normal de todos os lotes, utilizando um plano de referência;
- c) quando for alcançado um número pré-especificado, i , de lotes consecutivos aceitos, adota-se uma inspeção de apenas uma fração dos lotes. A seleção dos membros da fração é feita de forma aleatória;

d) quando um lote é rejeitado retorna-se para a inspeção normal.

Durante a implementação do modelo apresentado neste trabalho será analisado e selecionado dentre os métodos de inspeção apresentados, os mais adequados para cada uma das situações apresentadas.

2.12 Elementos dos Planos de Amostragem

A seguir são apresentados alguns conceitos fundamentais para o entendimento e utilização dos planos de amostragem. Embora estes conceitos possam ter uma série de aplicações, neste trabalho, mostra-se apenas a sua aplicação em planos de amostragem simples por atributos, primeiramente porque esta será uma das ferramentas utilizadas, durante a implementação do modelo, para a análise da avaliação da qualidade dos produtos fornecidos, além disso, o entendimento dos planos simples por atributos é a base para a compreensão de planos mais complexos e os termos utilizados para estes planos não divergem dos apresentados a seguir. .

2.12.1 Nível de Qualidade Aceitável (NQA) – *Acceptable Quality Level (AQL)*

Segundo Paranthaman (1990 p.221):

“o NQA é uma percentagem máxima de não conformidades (ou número de não conformidades em cada cem itens) que, para fins de aceitação por amostragem, possa ser considerada como satisfatória para a média do processo”.

Paranthaman (1990 p. 221-222) também adiciona algumas notas a sua definição:

a) quando um consumidor designa um valor específico de NQA, ele indica ao produtor que seu plano de amostragem (do consumidor) aceitará a grande maioria dos lotes que o produtor submeter, desde que, o nível médio de percentagem de não conformes do processo (ou número de não conformidades por cem itens)

destes lotes não seja maior que o valor designado para este mesmo NQA. Desta forma, o NQA é designado como percentagem de não conformidades (ou número de não conformidades por cem itens) que o consumidor indica que será aceito na maioria das vezes;

- b) os planos de amostragem das normas MIL STD 414, e MIL STD 405 e suas variações estão organizados por valores de NQA, dependendo do tamanho da amostra;
- c) o NQA por si só, não garante proteção de consumidores com relação a lotes individuais, mas relaciona-se mais diretamente com que se pode esperar de uma série de lotes;
- d) é necessário referir-se às curvas características de operação do plano para determinar que proteção os consumidores terão.

2.12.2 Curvas Características de Operação (CCO) – *OC-Curves*

Cada plano de aceitação por amostragem tem uma CCO associada, não importando que essa curva não seja plotada após terem sido calculados os seus valores e podendo existir planos de aceitação com CCOs coincidentes. A CCO é um meio para definir características reais. A CCO, fornece meios para se avaliar um plano de aceitação por amostragem. Ela apresenta condições dos materiais em recebimento e ilustra riscos inerentes a plano com amostragem em cada nível de qualidade de materiais recebidos.

Tecnicamente uma CCO mostra, para cada valor de não conforme possível, 'p', de um dado lote submetido a inspeção, a probabilidade 'Pa' de que tal lote seja aceito pelo plano de aceitação por amostragem que essa CCO representa. Gráfico para uma CCO traçada com a fração não conforme 'p' no eixo X e a probabilidade

de aceitação P_a no eixo Y.

Em uma condição ideal, equivalente a um lote inspecionado 100%, originaria uma CCO ideal, onde todos os lotes com o número de não conformidades abaixo do NQA seriam reprovados e todos os lotes com o número de não conformidades acima do NQA seriam rejeitados.

Paranthaman (1990) apresenta um CCO ideal, para o caso em que se deseja aceitar todos os lotes com 3% ou menos de não-conformes e rejeitar todos os lotes com um nível de qualidade indicando mais que 3% de não conformes, mostrado na figura 11.

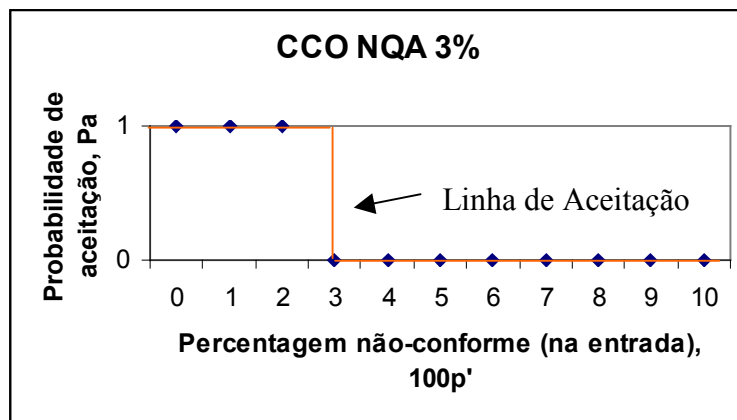


Figura 11 CCO para um Plano Ideal (PARANTHAMAN,1990).

No caso da CCO ideal da figura 11 (PARANTHAMAN,1990) concluiu as seguintes inferências:

- todos os lotes com menos de 3% de não conformidades têm probabilidade de aceitação igual a 1,0 (certeza);
- todos os lotes com mais de 3% de não conformidades tem probabilidade de aceitação zero.

No caso de uma CCO não ideal (ou seja, para um plano de amostragem cujo o número de amostras seja inferior a 100%, como realmente é), torna-se didático a apresentação de como a CCO é obtida, uma vez que temos um plano de amostra-

gem “(n,c)” onde “n” é tamanho da amostra e “c” é o número máximo de defeitos permitidos na amostra.

Neste desenvolvimento, considera-se que o tamanho do lote “N” é muito grande, quando comparado ao tamanho da amostra “n”, de tal modo que, quando a amostra é removida não ocorrem mudanças significativas no lote, não importando quantos defeitos tem a amostra. Então, a distribuição do número de defeitos, “d”, na amostra aleatória de “n” itens segue aproximadamente a distribuição binomial com os parâmetros “n” e “p”, onde “p” é a fração de defeitos no lote.

Portanto, a probabilidade de observar exatamente “d” defeitos é dada pela equação 2.15 da distribuição binomial.

$$P(d) = f(d) = \frac{n!}{d!(n-d)!} p^d (1-p)^{n-d} \quad (2.15)$$

A probabilidade de aceitação, ou seja, a de que o número de defeitos “d” seja menor ou igual ao número total de defeito permitido “c”, é demonstrada na equação 2.16.

$$P_a = P\{d \leq c\} = \sum_{d=0}^c \frac{n!}{d!(n-d)!} p^d (1-p)^{n-d} \quad (2.16)$$

Como exemplo, usando esta equação com n=52 e c=3 e p variando progressivamente de .01 até .11, variando de .01 em .01, encontra-se a curva da figura 12:

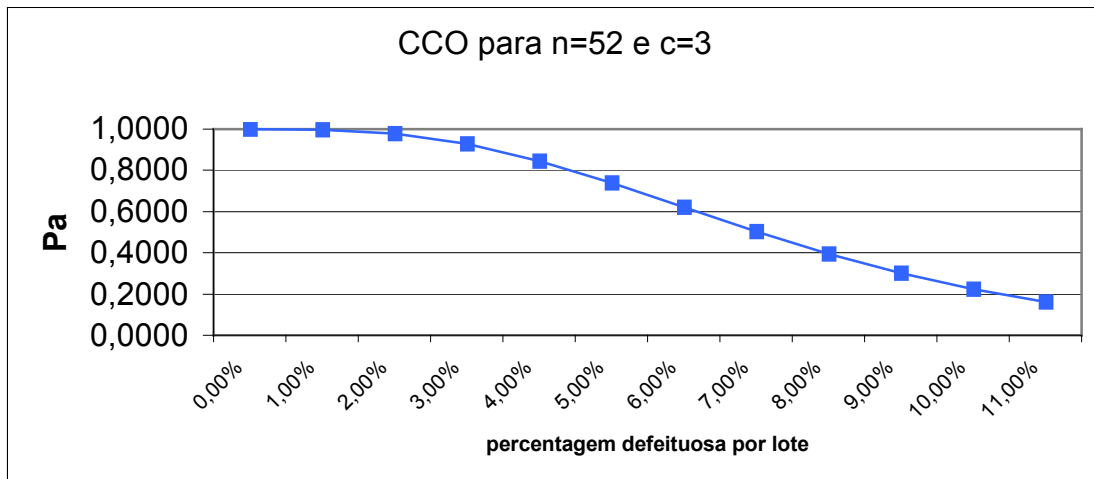


Figura 12 Curva Característica de Operação para n=52 e c=3.

A CCO para n=52 e c=3 da figura 12 foi feita utilizando-se as funções *DISTRBINOM()* e *SUM()* do Microsoft Excel ®. Além do NQA existem três parâmetros muito utilizados quando se trabalha com as CCOs:

- a) risco do produtor (α) ou erro tipo I (*type I error – Producer’s Risk*): é a probabilidade para um dado plano de amostragem (n,c), de rejeitar um lote que tem um nível de defeito igual ou inferior ao NQA. O produtor é penalizado quando isto ocorre, pois um lote com qualidade aceitável é rejeitado;
- b) risco do consumidor (β) ou erro tipo II (*type II error – Consumer’s Risk*): é a probabilidade para um dado plano de amostragem (n,c), de aceitar um lote com um nível de defeito maior ou igual a uma qualidade limite (QL). O consumidor é penalizado quando isto ocorre, pois um lote de qualidade inaceitável é aprovado;
- c) qualidade limite (QL) ou percentagem tolerada de não-conformes no lote (PTDL) – (*Lot Tolerance Percent Defective – LTPD*): é o nível de não conformidades considerada insatisfatório no lote e desta forma, deve ser rejeitado pelo plano.

A figura 13 apresenta os parâmetros a definição gráfica da CCO para os parâmetros NQA, QL, Risco ao Consumidor e Risco ao Produtor. É apresentado o nível

real de qualidade do lote no eixo horizontal e a percentagem média (ou teórica) de não conformidades no eixo vertical. Existem dois valores importantes a serem considerados no eixo horizontal, o NQA e o QL. NO eixo vertical existem também dois valores o “ α ” – risco do produtor e o “ β ” – risco do consumidor. O NQA se relaciona com o risco ao produto e o QL com o risco ao consumidor.

Assumindo como válida a distribuição binomial é possível calcular os riscos “ α ” e “ β ” (correspondentes respectivamente ao risco do produtor e ao risco do consumidor) baseados no NQA e QL desejáveis e vice versa, através do uso das equações 2.17 e 2.18. O NQA é representado como “ p_1 ” e o QL como “ p_2 ” nestas equações.

$$1 - \alpha = \sum \frac{n!}{d!(n-d)!} p_1^d (1 - p_1)^{n-d} \quad (2.17)$$

$$\beta = \sum \frac{n!}{d!(n-d)!} p_2^d (1 - p_2)^{n-d} \quad (2.18)$$

Estas duas equações são não lineares e sua solução direta não é simples. Há, entretanto técnicas iterativas que dão soluções numéricas aproximadas de forma que sua solução por meio de *softwares* de computador não causa muita dificuldade, vários destes métodos são explicados por Cláudio e Marins (1989 p. 122-190). Um detalhado uso destas equações é encontrado em Montgomery (2001 p.689 e 690)

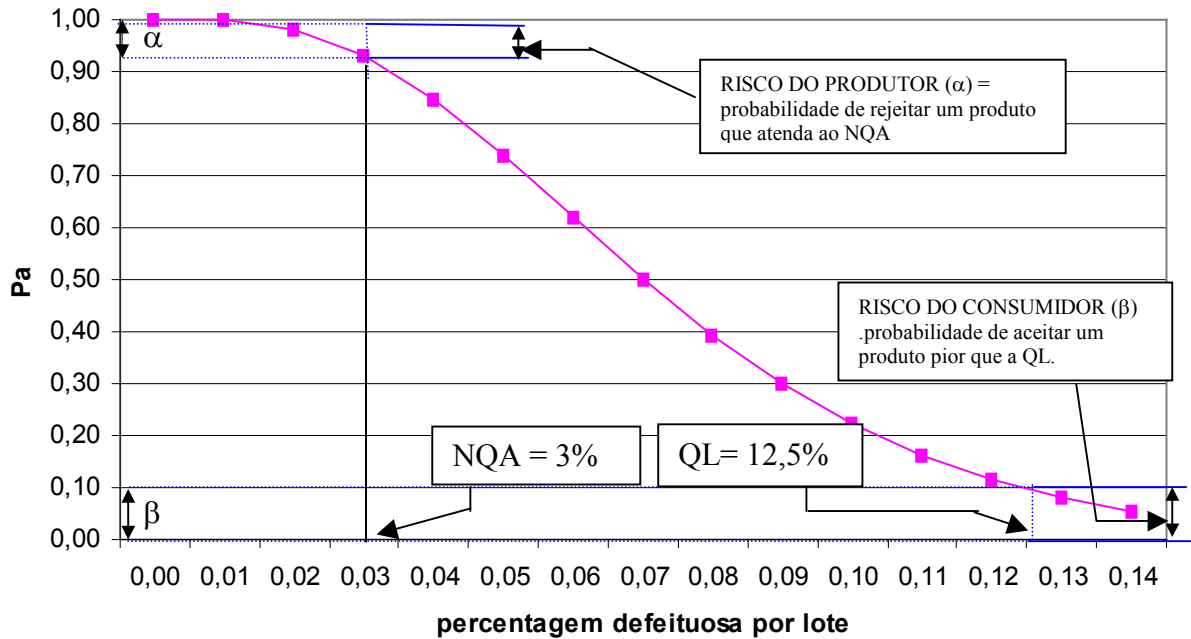


Figura 13 Parâmetros Utilizados quando se Trabalha com CCOs.

Segundo a norma ABNT/NBR 5425 (1985) uma das vantagens da inspeção por amostragem, para qual são usados planos matematicamente determinados, consiste na facilidade de serem determinados os riscos de decisão incorreta, através de padrões de riscos conhecidos, definidos pela CCO. Verifica-se que as probabilidades envolvidas na tomada de decisões incorretas, na aplicação de um determinado plano de amostragem, ficam completamente determinadas pela CCO deste mesmo plano. Através da CCO, é possível comparar a eficácia de 2 ou mais planos a serem utilizados em uma situação, ou construir tabelas de amostragem com riscos de decisão incorreta racionalmente calculados.

2.12.3 Qualidade Média Resultante (QMR) ou *Average Outgoing Quality (AOQ)*

É possível calcular a qualidade média resultante de todo um processo de inspeção por amostragem. O cálculo considera naturalmente em sua equação dois tipos de resultados:

- a) os de todos os lotes aceitos;
- b) e os de todos os lotes rejeitados, após estes terem sido inspecionados em 100% e todas as unidades não conformes substituídas por peças conformes.

A equação 2.19. demonstra o cálculo da QMR:

$$QMR = \left(1 - \frac{n}{N}\right) \cdot p \cdot Pa \quad (2.19)$$

onde:

N = tamanho do lote

n = tamanho da amostra

p = percentagem não conforme existente no lote

Pa = probabilidade de aceitação do lote (%)

2.12.4 Limite da Qualidade Média Resultante (LQMR) ou *Average Outgoing Quality Limit (AOQL)*

Conforme o apêndice da norma ABNT/NBR 5425 (1985), se os valores de QMR forem plotados para um dado plano, em função de percentagens de unidades não conformes (p) que os lotes amostrados podem conter (dentro dos limites coerentes do plano adotado), pode-se obter uma curva com o valor zero na origem quando “ p ” for igual a zero, passando por um valor máximo em algum ponto da curva e tendendo a zero novamente quando “ p ” for tão grande que, teoricamente, todos os lotes seriam rejeitados e controlados 100% e conseqüentemente, ficariam isentos de defeitos. O ponto máximo da curva corresponderia ao Limite da Qualidade Média Resultante (LQMR) o qual corresponderia ao valor máximo de QMR para um dado plano de amostragem.

Como exemplo, usando a equação 2.19 com $N= 10000$, $n=52$ e $c=3$ e p variando progressivamente de .01 até .11, variando de .01 em .01, encontra-se na curva da figura 14.

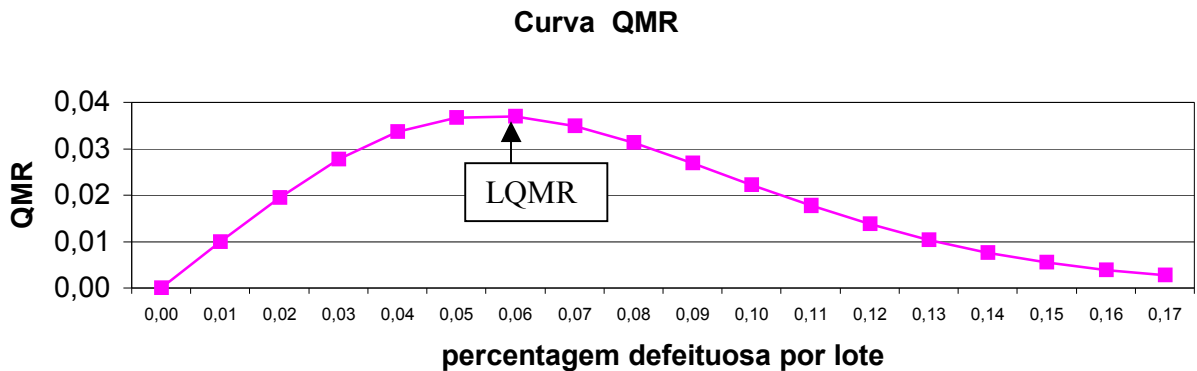


Figura 14 Exemplo de Curva QMR

Na Figura 14 é possível determinar um LQMR próximo a 4%, ou seja, este será o valor limite esperado de peças não conformes no total dos lotes aprovados neste processo de inspeção. A redução do valor de "c" acarreta uma diminuição do LQMR, conseqüentemente melhorando a qualidade dos lotes.

2.12.5 Curvas de Tamanho Médio de Amostras (TMA) – *Average Total Inspection (ATI)*

As curvas de tamanho médio de amostras são meios de demonstrar que se espera que possa ocorrer, sob vários planos de amostragem, para uma dada qualidade do produto. Em média, os planos de amostragem dupla e os planos de amostragem múltipla normalmente requerem menos inspeção que os planos de amostragem simples.

No caso do plano de amostragem simples, partindo do princípio que lotes rejeitados são reinspecionados 100%, a curva do tamanho médio das amostras pode ser plotada variando-se a probabilidade "Pa" na equação 2.18.

$$ATI = n + (1 - pa)(N - n) \quad (2.20)$$

2.12.6 Definição do Tamanho de Amostragem

Caso não se tenha uma noção de qual o tamanho da amostra para se começar uma amostragem, sugere-se a determinação do tamanho da amostra através do erro do intervalo de confiança conforme descrito em Stevenson (1981 p. 193-219) e Levine *et al* (2000 p.283-328).

O raciocínio utilizado para se determinar o tamanho de amostra "n" vem da equação do desvio padrão da distribuição amostral " $\sigma_{\bar{x}}$ ", a qual, quando a população é infinita ou de tamanho muito grande, apresenta-se conforme a equação 2.19.

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$$

onde:

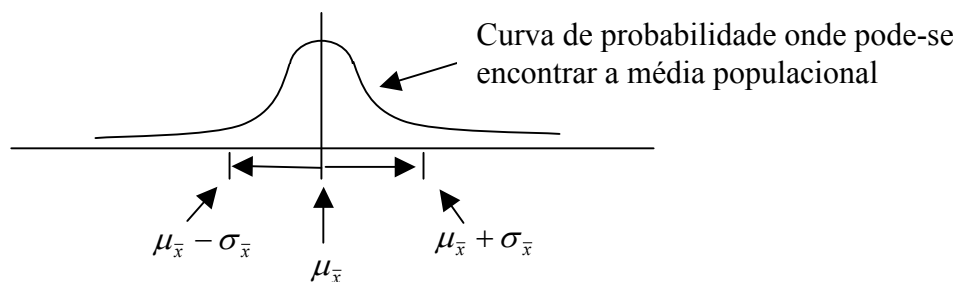
n = tamanho da amostra

(2.19)

σ_x = desvio padrão da população

$\sigma_{\bar{x}}$ = desvio padrão da distribuição amostral

O desvio padrão da distribuição amostral permite calcular o intervalo de confiança no qual é possível encontrar a média populacional (vide figura 15)



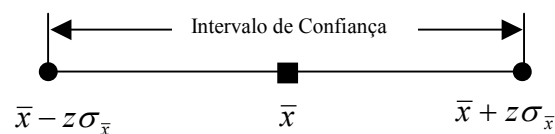
onde:

$\mu_{\bar{x}}$ = média da distribuição amostral

Figura 15 Curva de Probabilidade da Média Populacional em Relação à Média Amostral.

Tratando-se da média amostral, de acordo com Stevenson (1981,p.180), a média da distribuição amostral " $\mu_{\bar{x}}$ " é sempre igual a média populacional " μ_x ",.

Através do desvio padrão amostral " $\sigma_{\bar{x}}$ " é possível determinar quanto uma média amostral " \bar{x} " pode estar distante da distribuição amostral " $\mu_{\bar{x}}$ ", conforme indicado na figura 16.



onde:

z = número de desvios padrão contido entre a média da amostra e a média da população

ou
$$\left(z = \frac{\bar{x} - \mu_x}{\sigma_x} \right)$$

Figura 16 Intervalo de Confiança da Média Amostral.

Através destes conceitos pode-se calcular o erro de estimação o qual é a diferença entre a média amostral e a verdadeira média da população. O erro máximo provável é igual à metade da amplitude do intervalo. Substituindo o desvio padrão da amostra pelo equivalente $\frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$, tem-se o intervalo $\bar{x} \pm z \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$, onde $\left(z \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \right)$ corresponde ao erro de estimação do intervalo, originando a equação 2.22.

$$e = z \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$$

onde:

e = erro de estimação

(2.22)

Isolando-se "n" pode-se chegar ao tamanho de amostra para uma população de número indeterminado de unidades conforme apresentado na equação 2.21.

$$n = \left(z \frac{\sigma_x}{e} \right)^2$$

onde :

n = tamanho da amostra

(2.23)

z = quantidade de desvios padrão entre a população e a amostra

σ_x = desvio padrão da população

e = erro de estimação

O erro de estimação máximo provável é igual à metade da amplitude do intervalo.

No caso de uma população finita, uma estimação mais adequada pode ser conseguida utilizando-se o *fator de correção finita*, ou, *multiplicador de população finita* conforme apresentado em Stevenson (1981 p.189) na equação 2.24.

$$\sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$$

onde :

(2.24)

N = tamanho da população

n = tamanho da amostra

Neste caso, o desvio padrão das médias amostrais apresenta-se conforme a equação 2.25 e o erro é apresentado na equação 2.26.

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \quad (2.25)$$

$$e = z \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \quad (2.24)$$

Modificando-se a equação 2.26 de modo a isolar o termo "n" é possível obter o tamanho de amostra para uma população finita para desvio padrão da população conhecido (equação 2.27).

$$n = \frac{z^2 \sigma_x^2 N}{z^2 \sigma_x^2 + e^2 (N - 1)} \quad (2.27)$$

No caso de desvios padrões desconhecidos é possível também estimar-se o tamanho da amostra substituindo-se o desvio padrão da população " σ_x " pelo desvio padrão da amostra " s_x ", e "z" por "t" da distribuição "t" e cujo valor varia em função do tamanho da amostra e do intervalo de confiança escolhido.

O valor de " s_x " é apresentado na equação 2.28.

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (2.28)$$

Portanto, para o desvio padrão da população desconhecido tem-se a equação 2.29 para populações infinitas ou bastante grandes. Para populações finitas ou pequena a equação 2.30.

$$n = \left(t \frac{s_x}{e} \right)^2 \quad (2.29)$$

$$n = \frac{t^2 s_x^2 N}{t^2 s_x^2 + e^2 (N - 1)} \quad (2.30)$$

Também é possível determinar o tamanho da amostra para um determinada proporção de defeitos p onde $p = x/n$, x = número de itens não conformes na amostra e n = tamanho da amostra, sendo o raciocínio para a dedução da equação semelhante as deduções anteriormente mostradas. A única equação adicional é a do cálculo do desvio padrão da distribuição amostral o qual é apresentado na equação 2.31 e o erro pela equação 2.32.

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (2.31)$$

$$e = z \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (2.32)$$

A determinação do tamanho da amostra para uma população indeterminada é portanto apresentada na equação 2.33.

$$n = z^2 \left[\frac{p(1-p)}{e^2} \right] \quad (2.33)$$

Quando não se sabe a proporção do defeito adota-se $p=0,50$ (ou seja, o intervalo mais amplo possível).

No caso de populações finitas a equação é modificada para acrescentando-se o fator de correção finita (equação 2.34) à equação do desvio padrão e isolando-se a variável "n" na equação do erro modificada com o fator de correção:

$$n = \frac{N \cdot z \cdot p(1-p)}{(N-1)e^2 + z^2(p)(1-p)} \quad (2.34)$$

Além dos métodos baseados no intervalo estatístico de confiança, existem algumas regras, como comentado no item 2.11 utilizadas para escolha do tamanho da amostra. Estas regras levam em conta o custo da inspeção em relação ao custo da má-qualidade provocada pela não-inspeção. A regra mais simples é de Joyce Orsini a qual consiste em uma alternativa simples à inspeção 100%, a qual leva em conta o custo da inspeção em relação ao custo do retrabalho da peça não-conforme aprovada.

A Regra de Joyce-Orsini (ORSINI 1982 *apud* DEMING, 1994, p.298) segue a seguinte lógica:

- a) para $k_2 \geq 1000k_1$: inspecionar 100% os lotes recebidos;
- b) para $1000k_1 > k_2 \geq 10k_1$: testar uma amostra de $n = 200$: aceitar o restante se não encontrar defeitos na amostra. Testar o restante se encontrar um item defeituoso

na amostra;

c) para $k_2 < 10k_1$: nenhuma inspeção.

Outra regra bastante simples é o plano seqüencial de Ascombe (1961 *apud* DEMING, 1994) no qual descreve um método de amostragem seqüencial, onde a primeira amostra terá tamanho conforme a equação 2.35.

$$n = 0,375 \sqrt{N \left(\frac{k_2}{k_1} \right)} \quad (2.35)$$

Caso sejam encontradas peças defeituosas no lote são feitas amostras subseqüentes de tamanho $n = k_2/k_1$. Continua-se amostrando "até que o número de defeitos seja um menos o número de amostras inspecionadas, ou até que todo o lote tenha sido inspecionado" (ASCOMBE, 1961 *apud* DEMING, 1994, p.299).

Estes métodos podem auxiliar a elaboração de planos da qualidade, no sentido de fornecer um parâmetro inicial de amostragem para inspeções da qualidade na fábrica.

2.13 A Necessidade de Quantificar o Nível de Qualidade do Fornecedor – (Índice de Qualidade do fornecedor – IQF)

Visando obter um número que pudesse quantificar o nível de qualidade de um fornecedor inúmeras empresas começaram a adotar Indicadores de Desempenho ou Índices de Qualidade do Fornecedor – IQF. A utilização desses indicadores de modo geral nos processos das organizações se popularizou através do *Balanced Scorecard* de Kaplan e Norton (1992, 1993, 1997) e é discutida nos trabalhos de Ñauri (1998) e Marccelli (2000).

Indicadores de Desempenho específicos para avaliar fornecedores são encontrados em Yoshinaga (1993), com a denominação de Nota da Qualidade (NQ), utilizando a avaliação do histórico de recebimento dos fornecedores. A preocupação

de Yoshinaga (1993) no indicador é avaliar apenas a qualidade dos produtos recebidos. Mello *et al* (2002, p. 123-126) sugere indicadores comumente utilizados por empresas visando atender satisfatoriamente os requisitos da ISO 9001. Kaibara (1998) descreve os Índice Mensal de Qualidade do Produto (IMQP) e Índice Anual da Qualidade do Produto (IAQP) e o Índice de Avaliação do Sistema do Fornecedor, Índice de Auditoria (IA), utilizado na Empresa Brasileira de Compressores (EMBRA-CO), apresentando um indicador para a avaliação do sistema da qualidade do fornecedor. Villarinho (1999) e Hudler (2002) baseados nos conceitos de Meyer(1994) apresentam uma abordagem mais ampla deste índice com, além dos aspectos quantitativos, a inserção de aspectos subjetivos referentes a preços, serviços e pontualidade, bem como, a inserção de índices relativos aos aspectos estratégicos da empresa como: dimensões, localização, políticas, distribuição, certificados de qualidade, tecnologias, processo de controle da produção, retrabalhos, custo de processo, garantias e posição em relação à concorrência.

Meyer (2001) defende que, somente os indicadores tradicionais quantitativos, não são suficientes para o monitoramento da melhoria da organização, além disso, alerta para que o número de indicadores de desempenho não seja excessivo, pois neste caso o custo de monitoramento e controle torna-se contraproducente.

Segundo Hudler (2002):

"A correta escolha dos indicadores de desempenho, produz resultados melhores para o desempenho no relacionamento com os fornecedores e conseqüente melhoria na qualidade global".

Um índice, ou vários, que permitam avaliar o estágio de desenvolvimento dos fornecedores é fundamental para a metodologia de racionalização das técnicas de avaliação dos fornecedores que será apresentada no capítulo 4, pois permite a comparação do atual nível de qualidade dos fornecedores, segundo padrões estabelecidos pela organização compradora, com metas e necessidades por ela estabele-

cidas.

2.14 Planos 5W1H, 5W2H e 3W

No desenvolvimento de ações para a melhoria dos processos é importante a elaboração de planos 5W1H (CAMPOS, 1996, p.54). Adicionalmente Arioli (1998) apresenta o 5W2H, neste caso, além de todos os elementos do 5W1H, é colocado um sexto: *How Much* – Quanto irá custar? Quais os recursos necessários.

Foi observado, durante a execução deste trabalho, o uso de tabelas 3W. Estas continham a descrição do que seria feito (*What*), quando seria feito (*When*) e quem faria (*Who*), mostrando-se uma versão simplificada da lógica 5W1H.

A utilização de planos de ações utilizando a descrição detalhada proposta no 5W1H e suas variações é utilizada no decorrer desta dissertação.

2.15 Necessidade da Racionalização das Técnicas

Em seu trabalho Harrington (1997) cita que:

“Há uma série de maneiras para avaliar e monitorar os fornecedores. A escolha do método é determinada pelo nível de garantia da qualidade que a organização quer e pela importância do produto. Quanto maior a garantia, mais elevado o custo e o tempo exigidos para atingir o nível de garantia.”

Portanto, embora existam inúmeras ferramentas deve-se escolher quais são as mais corretas para cada fornecedor e quaisquer evoluções, ou retrocessos, no caminho da garantia da qualidade passam a exigir diferentes ferramentas de avaliação para manutenção da eficácia do sistema de gerenciamento da qualidade dos suprimentos. Dentro da lógica da melhoria contínua não existe definição para o estágio final de garantia da qualidade do fornecedor, a tendência é que as exigências sejam cada vez maiores, porém, deve-se sempre ter a visão de quais são os próximos passos a percorrer.

Surge então, a necessidade de um método dinâmico para estas avaliações, o

qual considere os fornecedores, individualmente, conforme seu estágio de desenvolvimento em termos de garantia da qualidade.

Neste trabalho procurar-se-á compensar o aumento de recursos humanos e de matérias utilizados na avaliação de um item muito crítico com a redução destes recursos na avaliação de um item pouco crítico. Esta compensação não pode comprometer a qualidade do produto final, de forma a minimizar os custos de avaliação da qualidade tanto de produto, como de sistema.

2.16 Considerações

A compreensão do significado do termo qualidade e de suas dimensões, da Administração da Qualidade Total e dos fundamentos teóricos necessários para o entendimento dos processos de melhoria contínua relacionados à avaliação da Qualidade de Fornecedores, do modo como foi tratado neste capítulo, são fundamentais para a realização do modelo que será proposto neste trabalho.

Neste capítulo apresentou-se uma visão geral sobre as mais conhecidas técnicas de avaliação de fornecedores, enfatizando principalmente as técnicas de inspeção amostral. O conhecimento destas técnicas permite o estabelecimento posterior de parâmetros e condições para uso racional destas técnicas em função de cada situação.

Outro tópico abordado, a trilogia de Juran, permitiu a compreensão das diferenças entre a seleção e avaliação de fornecedores de novos produtos e itens (relacionada com a inovação do portfólio de fornecedores), com as de avaliação de fornecedores já existentes (relacionada a melhoria contínua do atual quadro de fornecedores). Compreender esta diferença é importante para se estabelecer uma interface entre estes dois procedimentos conforme proposto em um dos objetivos específicos.

cos deste trabalho.

O modelo de Harrington, para o gerenciamento total da melhoria contínua, e a Lógica de Pareto são ferramentas que também contribuem para outro objetivo específico: o estabelecimento de critérios para avaliação contínua de fornecedores e itens já existentes. Assim como os métodos de desenvolvimento de produto contribuem para o estabelecimento dos critérios de seleção e avaliação de novos fornecedores.

Durante a pesquisa bibliográfica, não foi encontrado, no material pesquisado, nenhum trabalho específico sobre um modelo de desenvolvimento e melhoria contínua das técnicas de avaliação dos fornecedores que siga a abordagem neste apresentada. Existem, no entanto, conforme visto ao longo deste capítulo, modelos que podem ser customizados para este fim.

Encontraram-se *softwares* para o controle de indicadores de desempenho e controle de avaliações de recebimento e processo, inclusive com a adoção da ferramenta *Skip-lot*. Não foi encontrado, porém, nenhum *software* comercial que indicasse, uma eventual decisão de substituição de uma ferramenta de inspeção utilizada, com base no comportamento ou tendência apresentada em sucessivos fornecimentos, visando a racionalização dos custos de inspeção.

No próximo capítulo, apresentar-se-á o modelo para desenvolvimento e melhoria das técnicas de avaliação de fornecedores utilizando-se dos modelos e ferramentas discutidos neste. Nos capítulos posteriores demonstrar-se-á que, de um modo geral, a utilização racional das técnicas de avaliação da qualidade de fornecedores pode aumentar a qualidade do produto sem comprometer seus custos.

3 MODELO PROPOSTO

Neste capítulo apresenta-se um modelo para a inovação e a melhoria contínua no processo de avaliação de fornecedores, cumprindo-se o objetivo geral, apresentado no primeiro capítulo. Pretende-se assim, mostrar uma forma estruturada de avaliar fornecedores e seus fornecimentos visando utilizar as técnicas mais apropriadas a cada situação e tendo um ciclo de melhoria contínua como base.

O modelo se divide em um processo voltado para Inovação (desenvolvimento de novos produtos) e outro voltado para melhoria contínua dos processos já existentes (gerenciamento da rotina do dia-a-dia).

3.1 Apresentação do Modelo

Durante a revisão bibliográfica verificaram-se alguns trabalhos sobre avaliação de fornecedores: Yoshinaga (1993), Kaibara (1998), Villarinho (1999) e Hudler (2002). O Foco destes trabalhos era a avaliação do fornecedor baseada em indicadores de desempenho.

No presente trabalho parte-se do princípio que a organização já possui um sistema de avaliação, através de indicadores de desempenho, bem estruturado e que esta é uma das ferramentas fundamentais para a melhoria contínua da utilização racional de técnicas de avaliação de fornecedores.

A contribuição deste trabalho, porém, reside em não apresentar apenas um método de avaliação de fornecedores, mas sim uma metodologia de análise crítica destas técnicas, como estão sendo utilizadas no momento, se estão sendo eficazes e como podem ser melhoradas. Além disso este modelo preocupa-se pela forma como um novo fornecedor, ou um novo item, entra neste sistema de avaliação contínua.

Procurou-se adaptar o modelo da melhoria contínua de processos de Harrington (1997) à sistemática de melhoria contínua do processo de avaliação de fornecedores já existentes. Quanto ao processo de desenvolvimento de novos produtos, este se baseou principalmente no *PMBOK Guide* (2000), de forma a planejar e garantir a qualidade desde o início do projeto. Um fluxo simplificado do modelo é apresentado na figura 17.

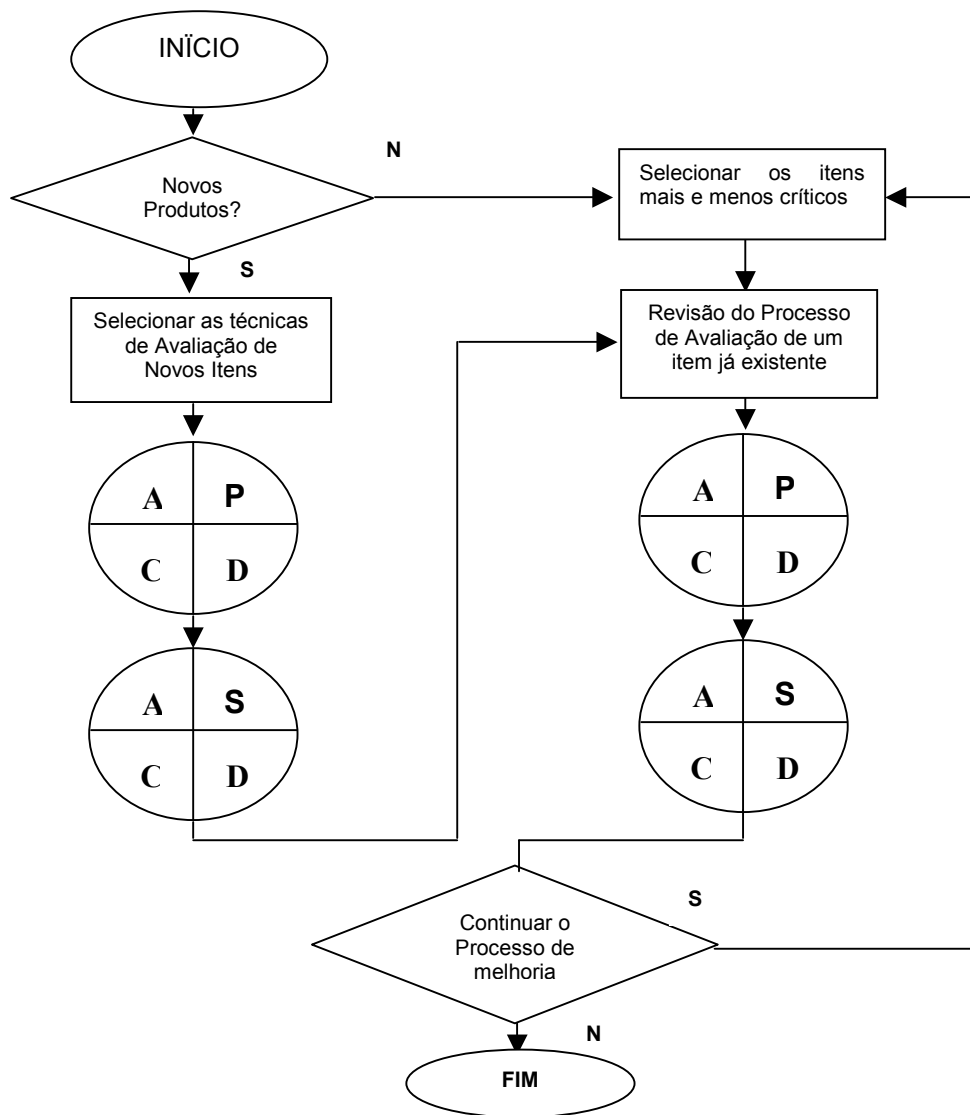


Figura 17 Fluxo sobre as divisões do modelo e suas aplicações.

Os círculos PDCA e SDCA desta figura referem-se as etapas de planejamento, implantação, avaliação de implantação e padronização das técnicas

(PDCA – *Plan, do, check, action*), ou seja, o Gerenciamento para Melhorar (Werkema, 1995, p.30-37) e análise crítica periódica do cumprimento do padrão (SDCA – *Standardization, do, check, action*), ou seja, o Gerenciamento para Manter (Werkema, 1995, p.24-30). Este fluxo contempla tanto a manutenção da qualidade (através do ciclo SDCA), como a melhoria contínua e a inovação, abrangendo os três processos de gerenciamento do sistema expostos na "Trilogia de Juran" e já comentados no capítulo anterior.

3.2 Escopo do Modelo

Este modelo é destinado a organizações compradoras do setor Metal-Mecânico que já possuem uma sistemática de avaliação de fornecedores, dentro dos conceitos das normas da série ISO 9000, com ferramentas padronizadas para poucas situações pré-estabelecidas, e desejam um sistema de avaliação mais dinâmico.

Embora não estudado durante trabalho, a aplicação do modelo em outros setores industriais que não o setor metal-mecânico, pode ser aplicável, principalmente setores com processos de avaliação de fornecedores similares como o elétrico, eletrônico, entre outros.

O modelo visa, de um lado, aumentar o controle dos produtos fornecidos por organizações com deficiências em seus processos e/ou sistemas, ou até com falta de comprometimento para com a organização compradora, e por outro lado, amenizar, quando possível, este controle nas organizações que possuem processos e sistemas confiáveis, as quais são realmente comprometidas com as necessidades e requisitos de seus clientes.

Espera-se com a adoção deste modelo uma série de benefícios para organização compradora entre eles:

- a) reduzir os custos com inspeções de recebimento;
- b) aumentar os controles preventivos;
- c) diminuir os custos da não-qualidade em clientes finais;
- d) reduzir controles redundantes;
- e) eliminar controles estatisticamente ineficazes;
- f) melhorar os controles no processo do fornecedor;
- g) diminuir o refugo e o retrabalho;
- h) diminuir paradas de linha.

3.3 Requisitos Necessários para a Adoção do Modelo.

Um dos fatores importantes para o sucesso de qualquer novo método em uma organização é que ele esteja alinhado com a política e os objetivos desta. Conseqüentemente é fundamental o comprometimento da alta administração através do fornecimento dos recursos necessários para a realização da implementação. Dentro dos recursos necessários para este modelo é fundamental capital humano com conhecimento técnico (*know-how*) em métodos estatísticos avançados para melhoria da qualidade, conhecimento nos processos de fabricação a serem utilizados na produção e dos materiais e itens a serem avaliados.

É necessário também que a organização já possua um método de seleção e avaliação da qualidade de seus fornecedores, tanto com objetivo no sistema, como nos característicos da qualidade do produto (alguns métodos que auxiliam nesta avaliação são apresentados no capítulo 2, item 2.9 deste trabalho). Além disso, é necessário que a empresa tenha um procedimento documentado onde defina regras

básicas para o sistema de seleção e avaliação.

O procedimento da organização compradora para a avaliação do sistema do fornecedor deve especificar, quando e com que frequência este deve ser avaliado ou não. As regras devem contemplar os tópicos referentes a:

- a) o fornecedor ter ou não ter um sistema certificado por um Organismo Certificado Credenciado. exemplo: “Os fornecedores com sistema certificado ISO 9001 não necessitam ser auditados , reservando-se a organização compradora o direito de auditar tópicos específicos do sistema da qualidade do fornecedor, caso julgue apropriado . Fornecedoros que não possuem certificado ISO 9000 devem ser auditados periodicamente”;
- b) a distância entre o fornecedor e a organização. Exemplo: “Fornecedores fora do território nacional, que não possuam sistema certificado por uma OCC poderão responder a um questionário de auto-avaliação”;
- c) as exceções do sistema referentes a monopólios. É quando a empresa tem fornecedores em regime de monopólio ou oligopólio, que impeça a desqualificação do fornecedor. A empresa voltada para qualidade do cliente assume os custos de avaliação dos produtos, inerentes as incertezas de sistema provocadas pela não submissão dos requisitos por parte do fornecedor;
- d) as exceções devido a estratégias da empresa. Igualmente ao caso de monopólios a empresa assume os custos de avaliação do produto dos fornecedores estratégicos que não obedecem aos requisitos de controle exigidos pelo sistema da qualidade da organização compradora, mas que, por questões contratuais, sociais, ou políticas, não podem ser desqualificados;
- e) as divisões por classes ou notas, podendo-se adotar o modelo de Merli (1998), ou o modelo de passos de Ishikawa (1993), conforme apresentado no capítulo 2,

item 2.13, deste trabalho. Outras formas de classificação de fornecedores podem ser sistematizadas para facilitar a compreensão do nível de desenvolvimento do fornecedor.

Entende-se por procedimento documentado neste trabalho não apenas normas descritivas, mas também *softwares* computacionais nos quais estas condições possam ser parametrizadas.

Além de um procedimento para avaliação do sistema é necessário um outro que estabeleça regras para avaliação do produto/processo do fornecedor. As regras devem contemplar como cada lote recebido ou como cada grupo de produtos são avaliados dentro da organização.

Para facilitar a escolha de técnicas de avaliação do produto e ou processo, é conveniente dividir os produtos em famílias segundo a criticidade de seus característicos, a tecnologia empregada ou outros fatores estratégicos.

São necessários, portanto, sistemas de avaliação que quantifiquem o nível de qualidade dos produtos recebidos e do sistema do fornecedor, além de regras para avaliação de fornecedores.

3.4 Divisões das Técnicas de Avaliação de Fornecedores e Itens Fornecidos

Para um melhor entendimento da aplicabilidade de cada uma das técnicas de avaliação, tendo todas limitações quanto sua aplicação indiscriminada, classificou-se as técnicas da seguinte maneira:

a) quanto o objeto avaliado:

- avaliação de sistema: Quando o objeto avaliado é organização fornecedora, seu sistema de gestão, seu nível de comprometimento para com a organização compradora, estabilidade do ponto de vista financeiro,

organizacional e dos processos;

- avaliação dos característicos do produto: Quando o objeto analisado é um conjunto de característicos do produto, ou, conforme Vieira (1999, p.XIV) “características que indicam se o produto é adequado para o uso”;

b) quanto ao objetivo das técnicas, podem ser de:

- contenção: Visa impedir a passagem de produto não conforme ou as negociações com uma organização não-qualificada. No caso da avaliação de produto este objetivo refere-se a forma mais primitiva de controle da qualidade, a contenção apenas segrega o produto não conforme já produzido, sendo considerada uma avaliação “pós –morte”;
- controle: Serve para controlar ou manter o produto/sistema dentro das especificações. Este objetivo é benéfico, pois permite identificar a tendência do processo/sistema e agir a tempo de impedir a fabricação de produtos não conformes;
- monitoramento: Permite comprovar a conformidade do que foi planejado com o que é realizado com o objetivo de identificar a eficácia do sistema/processo;
- correção, melhoria e prevenção: Visa avaliar para obter dados para correção e melhoria do sistema, produto e/ou processo ou a prevenção de uma não conformidade no sistema ou nos característicos do produto avaliado;

c) quanto ao conhecimento histórico sobre o item avaliado:

- em desenvolvimento: sistemas, processos e produtos sem conhecimento histórico;
- já existente: sistemas, processos e produtos que a organização já tenha conhecimento histórico;

d) quanto ao local de aplicação da técnica em relação a linha de produção:

- *in-line*. é realizada na linha de produção durante o processo produtivo pelo pessoal diretamente envolvido no processo;
- *off-line*. é realizada por áreas de suporte dentro da empresa no fluxo de produção do produto, processo ou sistema;
- *on-line com o cliente*. é realizada através da avaliação de dados do mercado consumidor;
- *on-line com o fornecedor*. ocorre nas instalações do fornecedor com a possibilidade da análise de dados e resultados dentro da organização compradora.

3.5 Diretrizes para Escolha de Técnicas

Com o intuito de nortear a utilização das técnicas, os subitens a seguir descrevem algumas regras a serem seguidas na escolha de técnicas, e no processo de revisão destas, com o objetivo de melhorar a qualidade dos fornecimentos e fornecedores.

3.5.1 Quanto aos Seus Objetivos

Prioriza-se na organização compradora e nos fornecedores técnicas de correção, melhoria e prevenção (conforme definido no item 3.5.b. deste capítulo).

Em contraponto, procura-se a minimização das técnicas de contenção, visto que estas técnicas estão relacionadas mais a um custo de correção, não agregando valor aos produtos e serviços. Medidas de contenção só devem ser utilizadas quando o produto não atende à qualidade especificada e não existe tecnologia para outras técnicas de avaliação no momento.

A utilização de técnicas de controle no fornecedor, e de monitoramento na

organização compradora, são fundamentais para obter-se dados históricos sobre o comportamento dos produtos fornecidos e verificar se os requisitos planejados estão sendo cumpridos.

3.5.2 Quanto ao local de aplicação da técnica em relação a linha de produção

Nas técnicas de avaliação da qualidade *off-line* baseadas nas instalações da organização compradora segue-se o processo de evolução apresentado na figura 18.

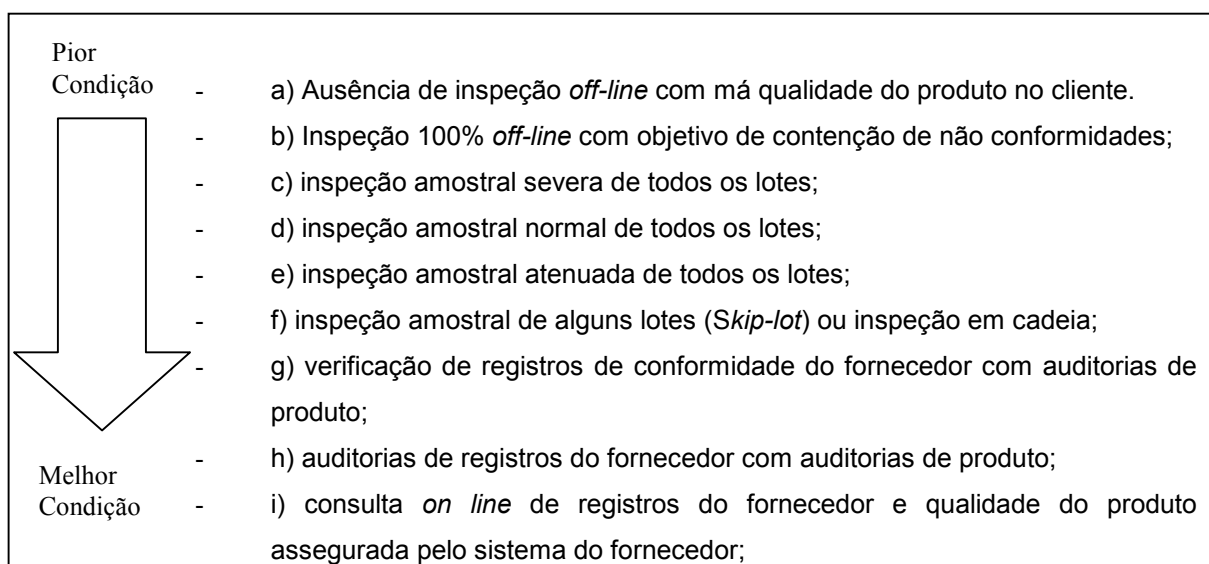


Figura 18 Caminho de Evolução das Técnicas de Avaliação Off-line do Material Fornecido.

Técnicas *off-line* também são utilizadas permanentemente para controle do refugo e retrabalho dos componentes fornecidos e para o monitoramento da evolução ou manutenção do sistema da qualidade dos fornecedores.

O processo de evolução apresentado na figura 19 apresenta a diretriz de como as técnicas de inspeção *in-line* baseadas nas instalações da organização necessitam evoluir para a melhoria da qualidade.

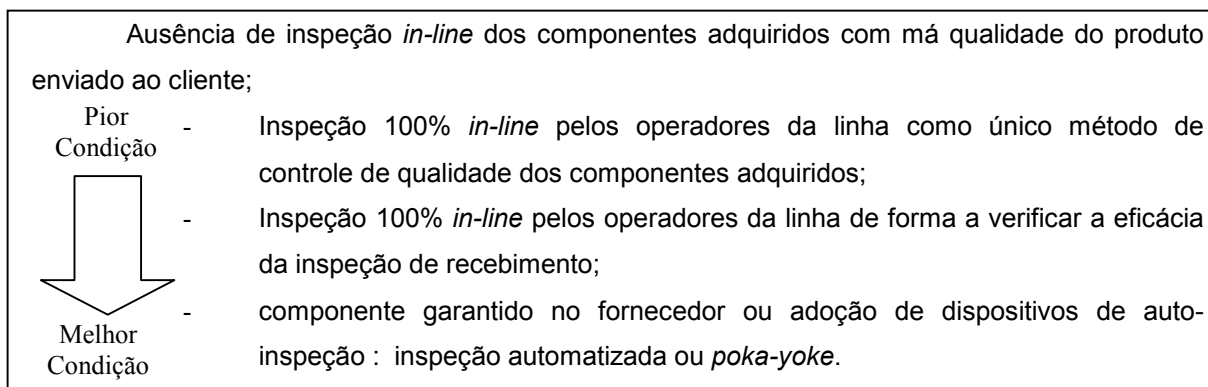


Figura 19 Caminho de Evolução das Técnicas de Avaliação *In-Line* do Material Fornecido.

No caso da avaliação da qualidade *on-line* do fornecedor, procura-se que este desenvolva um sistema da qualidade capaz de fornecer registros de conformidade rastreáveis aos produtos por ele fornecidos. Os métodos de medição dos característicos da qualidade do produto devem ter seus padrões conferidos com padrões rastreáveis da organização compradora ou de entidades credenciadas.

Técnicas de avaliação da qualidade *on-line* com o cliente facilitam ,primeiramente, a resposta de defeitos oriundos de campo e, em segundo lugar, a pronta execução de ações corretivas no fornecedor do componente de forma a impedir reincidências de problemas nos clientes da organização compradora. Para isso, caso seja aplicável, é fundamental a adoção da teleinformática no gerenciamento das informações oriundas dos Serviços de Atendimento ao Cliente (SAC) e Assistências Técnicas.

3.5.3 Quanto ao conhecimento histórico sobre o item avaliado

A escolha de técnicas de avaliação para novos produtos está ligada a gestão da inovação, enquanto a revisão de técnicas a serem utilizadas em materiais já existentes está ligada a melhoria contínua da rotina.

A proposta de implementação para melhoria em materiais já existentes de

avaliação de produtos/sistemas foi baseada no modelo de Harrington (1997) formado por “Times de Melhoria do Processo (*Process Improvement team –PIT*)” o qual é dividido em 5 Fases:

- Fase I – Organizando-se para Melhoria
- Fase II – Entendendo o processo
- Fase III – Direcionando Corretamente o Fluxo do Processo
- Fase IV – Implementação, Medições e Controles
- Fase V- Melhoria Contínua

No caso de novos materiais o método utilizado se baseou nas diretrizes do *PMBOK Guide* (2000).

Devido à diferença entre a aplicação do modelo para itens já existentes e itens novos, os itens 3.8. e 3.9 deste capítulo, descrevem as etapas do modelo para cada caso respectivamente.

3.6 Criando um Ambiente Propício para o Modelo

A primeira fase no modelo de Harrington (1997 p.340) consiste principalmente na sensibilização da alta gerência na metodologia de modificação do processo e na seleção dos processos de avaliação críticos.

Também é fundamental a definição, pela alta-administração, de um responsável para coordenar a melhoria dos processos de avaliação dos fornecedores, com a responsabilidade de melhorar o desempenho total do sistema, independente do processo incluir várias áreas e atividades executadas. Ele é o responsável por criar e coordenar a equipe de melhoria, organizar times, fixar fronteiras, estabelecer os objetivos e desenvolver e implementar um plano de melhorias organizacionais referentes a fornecedores.

A alta gerência deve compreender os motivos da racionalização das técnicas

de avaliação de fornecedores, os recursos que serão gastos e os benefícios que serão obtidos. Estes valores são fixados através de metas e objetivos definidos entre a alta administração e a coordenação da equipe de melhoria das técnicas de avaliação de fornecedores. A sensibilização pode ser demonstrada através da apresentação de casos, utilizados como protótipos experimentais, para evidenciar os possíveis ganhos da adoção destas técnicas.

É recomendável também um seminário para os fornecedores com o propósito de explicar a estes, os objetivos da qualidade da organização compradora, as técnicas que serão utilizadas e as responsabilidades dos fornecedores no processo. Neste seminário também se apresenta quem é o responsável pelo monitoramento de cada fornecedor. O estágio atual genérico do sistema dos fornecedores é apresentado de modo estatístico estratificado incluindo:

- a) quantos fornecedores de materiais utilizados diretamente no produto e processo produtivo a organização possui;
- b) quantos possuem as certificações de sistema requeridas pela organização compradora;
- c) como estão distribuídos os fornecedores com relação ao atendimento aos sistemas da qualidade exigidos pela organização compradora.

Estes dados devem ser colocados de forma quantitativa sem apresentar exemplos com nomes de fornecedores.

Outra tarefa importante é o estabelecimento de metas aos fornecedores, a divulgação da política e da visão da empresa com relação aos seus fornecedores.

Se, por questões logísticas ou econômicas, a realização de um seminário é inviável, outros métodos permitem a comunicação dos objetivos da qualidade da organização compradora, entre eles, a mala-direta, via internet, informativos

periódicos informando os dados de performance de cada fornecedor e as políticas organizacionais genéricas.

Com o propósito de incentivar os fornecedores a adoção de uma premiação ou certificado de mérito para os fornecedores que atingirem os objetivos da qualidade e alcançarem o nível de fornecedor preferencial gera um ambiente de motivação e competitividade entre os fornecedores. É fundamental identificar os critérios para ser considerado um fornecedor preferencial, neste trabalho sugere-se o critério, apresentado em Harrington (1997, p322), e apresentado a seguir:

“O comitê dos clientes – fornecedores da American Society identificou oito critérios mínimos para o credenciamento. São eles:

- a) Nenhuma rejeição relacionada com produtos ao longo de um período de tempo, usualmente 12 meses.
- b) Nenhuma rejeição relacionada com outras atividades durante um período de tempo.
- c) Nenhum incidente negativo relacionado com a produção durante certo período de tempo, geralmente 6 meses.
- d) Aprovação bem-sucedida de uma avaliação do sistema da qualidade na fabricação (ISO 9000).
- e) Um acordo sobre a especificação.
- f) Sistema de processamento e qualidade documentado.
- g) Capacidade de fornecer cópias no tempo oportuno dos certificados de análises, inspeção e resultados de testes;
- h) Correlação e validação dos resultados do laboratório a fim de que o cliente possa usar os resultados do fornecedor como usaria em sua própria aprovação maciça de fornecedores.”

O Planejamento das melhorias nos sistemas de avaliação leva em consideração dois tipos de avaliação quanto ao objeto de análise:

- a) sistema da qualidade do fornecedor: Consiste em avaliar qual é o estágio de desenvolvimento do sistema de gestão do fornecedor, os padrões, os procedimentos, o planejamento de recursos, a eficiência financeira, a qualificação dos recursos humanos, o comprometimento da alta gerência, as medições realizadas e gerenciamento de ações corretivas. Inclui também avaliar corretamente a capacidade de atender a um pedido no prazo, qualidade, quantidade e preço pré-determinados e de fazer emendas ao contrato de

fornecimento quando necessário, solicitando desvios e informando potenciais atrasos. Estes dados são obtidos principalmente de auditorias no fornecedor;

- b) avaliação de característicos de produtos e características dos fornecimentos: Consiste em avaliar a qualidade dos produtos recebidos, bem como o cumprimento das condições acordadas.

Tanto no caso da avaliação de sistema como dos característicos da qualidade, deve ser avaliada a eficiência do fornecedor em planejar e implementar solicitações de melhorias e ações corretivas para resolver eventuais não conformidades que ocorram em seu produto, processo ou sistema.

Cada uma destas formas de avaliação é analisada separadamente, porém as informações de cada uma das análises individuais são integradas de forma a se conseguir uma análise holística do fornecimento. Dois exemplos são demonstrados a seguir:

- a) Fornecedor possui um sistema da qualidade certificado porém o índice de entrega está muito abaixo da média dos outros fornecedores, ou seja, a avaliação da característica de fornecimento "prazo" indica que existem falhas no sistema de planejamento da produção do fornecedor. Neste caso, a avaliação da característica indica a necessidade de melhoria no sistema, podendo ser necessária uma auditoria no fornecedor com o objetivo de evidenciar onde se encontra a falha de planejamento e auxiliar no encaminhamento de ações corretivas.
- b) Ao contrário do exemplo anterior, através de uma auditoria a um fornecedor, pode-se constatar que o sistema dele não garante a qualidade do produto e que técnicas de contenção, incluindo inspeção 100% deve ser utilizada na inspeção dos lotes.

Portanto, embora existam dois tipos de avaliação o fornecedor não é avaliado individualmente, mas sim, através do conjunto de resultados obtidos.

3.6.1 O Sistema de Medição de IQF

Antes do início do processo de racionalização das técnicas de avaliação é necessária a existência de um sistema de avaliação de fornecedores baseado em indicadores de desempenho. A forma de medição denominada "IQF – Índice de Qualidade do Fornecedor" adotada, baseou-se no sistema adotado na organização estudada durante a aplicação do modelo. O método baseava-se no monitoramento dos seguintes índices :

- a) qualidade: Este índice constitui na relação lotes aprovados (ou partes aprovadas de lotes) por lotes fornecidos. Caso um lote seja aprovado condicionalmente recebe demérito de 50%. Se um lote tiver uma parcela de suas peças devolvidas, apenas a quantidade de peças aprovadas entra no numerador.

$$Qualidade = \frac{\sum_{x=1}^n (\text{lote_recebido}(x) * (1 - \text{percentual_de_demérito}(x)))}{\sum_{x=1}^n \text{lote_recebido}(x)} \quad (3.1)$$

onde : n = número total de lotes recebidos no período.

- b) entrega: É o índice que controla a confiabilidade de entrega dentro do prazo programado. O fornecedor que entrega com atraso, é demeritado neste quesito;
- c) quantidade: É o índice que controla se a quantidade entregue confere com o pedido. Se os desvios na quantidade entregue diferem da variação percentual máxima aceita, o fornecedor é demeritado.
- d) preço: Controla se o preço do lote entregue está de acordo com o preço combinado no momento do pedido. Caso o fornecedor modifique o preço do lote a ser entregue em relação ao pedido ele é demeritado.

As equações para o cálculo do demérito nos casos de entrega, quantidade e preço, são semelhantes às equações utilizadas para qualidade. A somatória do produto de cada lote pela parcela de deméritos respectiva é dividida pela somatória de lotes. O método de cálculo do IQF não sofreu alterações significativas durante o processo de racionalização das técnicas de avaliação de fornecedores.

Além disso adotou-se um Índice de Sistema (IS) para verificar o grau de atendimento do fornecedor aos requisitos da norma ISO 9001:2000, onde a nota 100% significava um fornecedor certificado.

3.7 Fases para Avaliação de Fornecedores e Produtos já Existentes na Organização Compradora.

Convencionou-se dividir o modelo de melhoria continua das técnicas de avaliação de fornecedores e produtos, em fases, e dentro destas fases subdivisões em etapas, baseadas no modelo de Harrington (1997).

Embora o excessivo número de etapas possa dar a idéia que a adoção do modelo para a melhoria contínua é longa e complexa, isso não é verdade. A complexidade na utilização do modelo depende do tipo processo de fornecimento a ser estudado e das técnicas de avaliação utilizadas. Em processos simples algumas etapas do processo podem ser suprimidas ou podem demorar apenas poucos minutos para serem realizadas. Em processos muito complexos, porém, pode-se necessitar de simulações e análises detalhadas, bem como haver a necessidade de liberação de recursos por parte da alta direção da organização e do prazo de fornecimento destes recursos, podendo o ciclo de melhoria das técnicas de avaliação durar meses.

De qualquer forma a divisão do modelo em fases e etapas serve como um bom *check-list* para que nenhuma atividade seja esquecida durante a execução do

modelo.

O Quadro 1 apresenta um resumo das fases e etapas do método. As quais são descritas sucintamente ao longo dos subitens a seguir.

Fase	Nome da Fase	etapa	Nome da etapa
I	Organizando-se para Melhoria	1	Definir Processos Críticos
		2	Selecionar Responsáveis pelo Processo
		3	Definir as Fronteiras Preliminares
		4	Formar e Treinar Equipes de Melhoria
		5	Enquadrar o Processo
		6	Estabelecer Medições
		7	Desenvolver Plano de Mudança
II	Entender o Processo	1	Fazer Fluxograma do Processo
		2	Preparar modelos de simulação
		3	Analisar as Etapas do Processo
		4	Realizar Análises de Custos e Ciclo
		5	Implementar Reparos Rápidos
		6	Alinhar o processo e os Procedimentos
III	Direcionar o Fluxo do Processo	1	Escolher opções de direcionamento
		Opção1	Redesenhar o Processo
		Opção2	Inovar o Processo: -Analisar -Simplificar/Unificar -Automatizar -Reestruturar a Organização -Simular
		Opção3	<i>Benchmark</i> do processo
		2.	Analisar a Melhoria, custo e risco
3.	Selecionar o Processo Preferido		
4.	Plano Preliminar de implantação		
IV	Implementação, Medições e Controles	1	Finalizar Plano
		2	Implementar um novo processo
		3	Medir o Processo
		4	Sistematizar Feedback
		5	Custo da má qualidade
V	Melhoria Contínua		Voltar a Fase I

Quadro 1 Fases e etapas do método de melhoria contínua das técnicas de avaliação de fornecedores e itens já existentes, adaptado do Modelo de Harrington (1997)

3.7.1 FASE I – Organizando-se para Melhoria

Sensibilizada a alta administração e os fornecedores, o responsável pela coordenação do processo de melhoria, parte para as melhorias das técnicas de avaliação. É necessário entender que cada item, dependendo de suas peculiaridades, merece ser avaliado através de um processo diferente, seguindo um determinado fluxo específico, onde, durante este fluxo, também são adotadas ferramentas específicas de avaliação. Portanto, organizações que compram vários

materiais, adquiridos de vários fornecedores, chegam a possuir centenas de características do produto a serem diferentemente avaliados. Torna-se necessário então definir quais são os processos e características que devem ser priorizados durante a implementação deste modelo.

Esta fase é dividida em 7 atividades as quais são explicadas para o conceito de racionalização das técnicas de avaliação nos itens a seguir:

3.7.1.1 Atividade 1 – Definindo os Processos Críticos

Antes de definir quais eram os processos críticos define-se quais são os principais processos existentes na organização e no fornecedor relacionados com o fornecimento de materiais seguindo a lógica da abordagem de processos apresentada no item 2.5 do capítulo 2. Na estratificação dos processos poderia ser adotadas duas abordagens :

- a) baseada nos processos de fabricação dos fornecedores. o objeto de estudo é o fornecedor e como podemos aprimorar as técnicas de avaliação de forma a garantir a qualidade no cliente final. O processo é desenhado tendo como entrada as informações e itens do fornecedor e as saídas pelas conseqüências das entradas ao processo fabril e ao cliente;
- b) baseada no conjunto de atividades dos colaboradores responsáveis pela avaliação como sendo um processo. Estuda-se as atividades efetuadas pelos colaboradores envolvidos no processo de avaliação de forma ganhar eficiência e eficácia nas rotinas de avaliação. As entradas são formadas pelos planos de controle estabelecidos pelos colaboradores e as saídas pela eficiência e eficácia proporcionada por estes planos.

No caso desta abordagem do processo baseada em atividades dos

colaboradores responsáveis pela avaliação os critérios para a definição dos processos críticos geralmente são baseados em critérios subjetivos, ou em processos os quais não estão atendendo corretamente a demanda ou tem apresentado gastos demasiados com avaliação sem demonstrar melhoria na eficácia.

No caso da abordagem baseada nos processos de fabricação dos fornecedores a definição dos processos de avaliação críticos é objetiva e é feita através dos indicadores de desempenho do fornecedor, como Índice da Qualidade do Sistema (IS) e do Índice de Qualidade do Produto do Fornecedor (IQF). Várias organizações possuem equações para a obtenção destes índices conforme citado no item 2.12 do Capítulo 2.

Através da elaboração de Gráficos de Pareto, tendo como dado estes índices, é possível escolher os processos de avaliação críticos para a organização.

Faz-se esta priorização através dos seguintes parâmetros:

- a) produtos e fornecedores cujos característicos apresentam maior risco para o consumidor;
- b) produtos com maior índice de refugo/retrabalho ou reclamações, tanto no recebimento, como linha de montagem e clientes da organização compradora;
- c) produtos que apresentam maior valor de faturamento/custo na curva ABC dos fornecimentos;
- d) produtos que apresentam maior risco de indisponibilidade em caso de problemas conforme a curva XYZ;
- e) produtos de organizações fornecedoras que possuem sistemas da qualidade mais deficientes;
- f) alterações nos Produtos/Processos/ Sistema de Gestão. Materiais que já

possuem um rotina definida de avaliação, mas que sofreram mudança nas suas características, processos de fabricação e sistemas de gestão.

Torna-se possível, de posse destas informações, alocar os característicos dos produtos, processos e sistemas fornecidos, mais e menos críticos, dentro dos 8 passos de Ishikawa (1993) apresentados na figura 4 (pág.23).

A estratificação dos fornecedores dentro dos estágios de desenvolvimento da qualidade nas relações fornecedor /comprador, serve para nortear e priorizar a seleção das técnicas de avaliação. Os fornecedores cuja qualidade é garantida pela inspeção 100% na linha de produção da organização compradora têm prioridade na alteração das técnicas de avaliação, com o objetivo de aumentar o controle por parte do fornecedor. Em contrapartida, eliminam-se ou amenizam-se as técnicas de avaliação na organização compradora, de produtos que possuem sua qualidade assegurada pelo processo do fornecedor.

A coordenação da melhoria é preferencialmente executada pelo responsável pelas operações de garantia da qualidade da organização compradora e envolve pessoas das áreas de Engenharia de Produto/Processo/Qualidade, Logística, Compras bem como outras áreas de apoio que a empresa julgar adequada.

Pelo fato dos recursos gastos nas técnicas de avaliação dos processos serem limitados, seleciona-se nos Gráficos de Pareto, os itens críticos para serem mais bem controlados, e os itens menos críticos para terem seus processos de avaliação repensados, examinando a possibilidade de suas técnicas de avaliação, bem como recursos utilizados para tal serem reduzidos. Assim o aumento de controle utilizado nos itens mais críticos é compensado pela redução de controle dos itens menos críticos, minimizando, se possível, a necessidade de aumento de mão de obra. A figura 20 apresenta a regra para racionalização das técnicas de avaliação de

fornecedores.

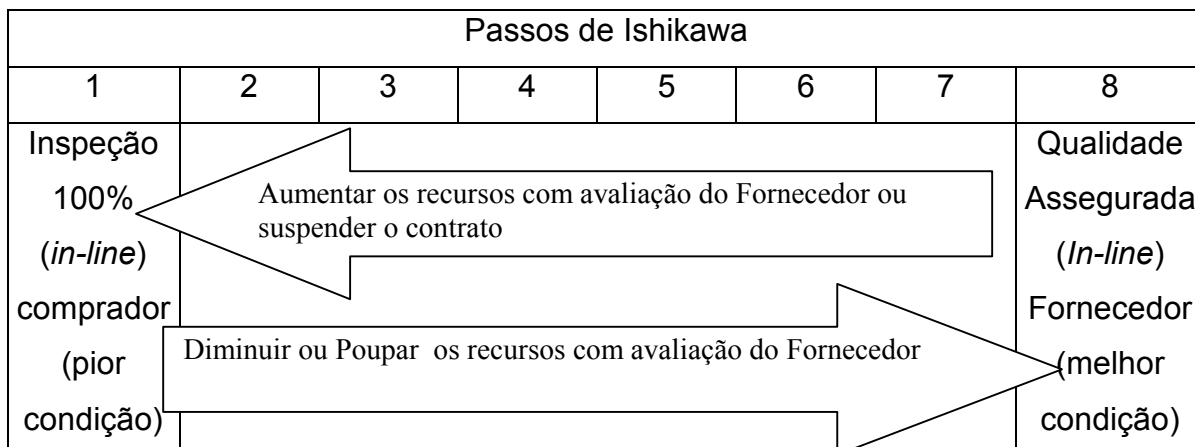


Figura 20 Regra para Racionalização das técnicas de avaliação de fornecedores.

3.7.1.2 Atividade 2 – Selecionando os Responsáveis pelo Processo.

O coordenador da melhoria nas técnicas de avaliação designa responsáveis para cada processo selecionado. Segundo Harrington (1997 p.341) :

“O responsável deve ser alguém cujo salário e cujo crescimento futuro será baseado na eficiência do processo total. (...) Essa atribuição adicional aumentará a carga do responsável pelo processo durante um período (...) mas, a longo prazo reduzirá enormemente sua carga de trabalho total, porque o próprio processo ficará mais eficaz, eficiente e adaptável”.

O responsável deve ser treinado nas técnicas de equipes de melhorias de processo e conhecer claramente as ferramentas de avaliação utilizadas ou possíveis de utilizar na organização, possuir conhecimento nos processos industriais tratados e em estatística para qualidade, ou ter elementos em sua equipe com este conhecimento.

3.7.1.3 Atividade 3 – Definindo as Fronteiras Preliminares

O responsável pelo processo define onde o processo de avaliação de cada produto selecionado como crítico inicia e onde termina. No caso das técnicas de avaliação dos fornecedores, os limites do processo se estendem desde os fornecedores do fornecedor até o levantamento de dados provenientes do cliente

final. Harrington (1997 p. 341) escreve que:

“É importante que o responsável do processo o defina de maneira bastante ampla para resolver problemas conhecidos ao mesmo tempo tendo cuidado de não o deixar tão grande ao ponto de ele se tornar pouco manejável. (...) É desejável tornar o processo tão grande quanto possível, a fim de que as oportunidades de melhoria sejam grandes, sem que esta complexidade deixe a equipe desordenada ou difícil de gerenciar. “

O envolvimento, ou não, do fornecedor, dentro das fronteiras preliminares de estudo, é o ponto mais crítico a ser decidido nesta fase. A sua inserção depende do grau de evolução de seu sistema de gestão, seu *Know-how* quanto a técnicas e avaliação do produto e capacidade de implementar melhorias e ações corretivas em suas instalações.

3.7.1.4 Atividade 4 – Formando e Treinando Equipes de Melhoria do Processo.

Com base nas fronteiras preliminares do processo de avaliação, o responsável pelo processo verifica quais setores estão envolvidos no processo e o nível de envolvimento. Caso o envolvimento for alto, o responsável pelo respectivo setor designa um representante para servir a Equipe de Melhoria. Em casos de forte parceria entre o fornecedor e a organização compradora, pode-se admitir a participação do fornecedor na equipe de melhoria.

Treinam-se todos os participantes da equipe em conceitos e ferramentas básicos da equipe de melhoria à medida que os trabalhos forem acontecendo. Segundo Harrington (1997 p. 342) todos os participantes da equipe devem ser treinados em pelo menos 10 ferramentas fundamentais, as quais são oferecidas na medida e na hora que sejam apropriadas. Sendo elas:

- a) apresentação dos conceitos de melhoria dos processos;
- b) elaboração de fluxogramas;

- c) técnicas de entrevista/avaliação;
- d) métodos de medição da melhoria do processo;
- e) métodos de eliminação das atividades que não agregam valor;
- f) eliminação de burocracia desnecessária;
- g) técnicas de simplificação do processo;
- h) análise e métodos de linguagem simples;
- i) custos ABC (Análise do custo e do tempo do ciclo);
- j) método seqüencial de detalhamento das etapas do processo (no caso do método deste trabalho é necessário o treinamento das técnicas de avaliação de fornecedores citadas no Capítulo 2, item 13).

3.7.1.5 Atividade 5 - Enquadramento do Processo

Esta etapa consiste em reunir dados e informações sobre o processo na metodologia elaborada pela equipe de melhoria do processo. Dentro desta etapa tornam-se fundamentais as seguintes tarefas:

- a) reavaliar quais são os característicos importantes do processo, produto e sistema;
- b) verificar quais e como estes característicos são atualmente medidos;
- c) obter informações sobre o produto, especificações, desenhos, planos de controle, bem como registros de verificações e inspeções;
- d) históricos de ocorrências e não conformidades;
- e) registros de FMEA/FTA já realizados;
- f) índices de refugo e retrabalho (custos da má-qualidade).

De posse destas informações definem-se as fronteiras, superior (definir em que lugar os dados entram no processo) e inferior (definir os dados e ações que

saem do processo e por onde saem).

Durante esta atividade confirma-se com clareza em que passo da figura 2.5 (pág.24) está cada característico do produto fornecido.

Caso não exista um estudo de análise de falhas, como as baseadas nas ferramenta FMEA/FTA para o produto, é aconselhável inicia-lo nesta fase.

3.7.1.6 Atividade 6 – Estabelecendo Medições

Determina-se neste ponto o que será mensurado no processo em estudo e como está mensuração será realizada. Estas medições são de eficácia, eficiência e adaptabilidade. As medições não se restringem apenas às exigências do cliente interno da empresa, mas sim, as metas da organização e a satisfação do cliente final. São estudados:

- a) o registro do tempo gasto na execução das ferramentas de avaliação;
- b) o custo das técnicas de avaliação;
- c) a eficácia e a eficiência das técnicas na detecção e na contenção dos problemas, comparando-se os resultados das técnicas de avaliação utilizadas em diferentes momentos do processo.

Um exemplo de medição a ser feita é a análise de registros de inspeções e verificações feitos *off-line* em relação ao refugo/retrabalho encontrado na linha de montagem ou no cliente final.

3.7.1.7 Atividade 7 – Desenvolvendo Planos de Gestão do Projeto e da Mudança

A Equipe de melhoria do processo define nesta atividade:

- a) a missão da equipe;
- b) a lista das medições a serem executadas e metas de melhoria fundamentais;

- c) programação para se executar análise;
- d) um plano de gestão de mudança para preparar os interessados no processo para o novo processo;
- e) recursos exigidos para concluir todas as fases.

Os objetivo fundamental do plano é a redução do tempo e dos recursos exigidos no processo de avaliação dos fornecedores, tornar a implementação da mudança eficaz e sensibilizar os envolvidos para a mudança, reduzindo as resistências que os indivíduos que convivem e vivem no processo terão com a mudança.

Ao final da FASE I a equipe de melhoria do processo tem um plano de gestão do processo de mudança. Pode-se colocá-lo em forma de uma ata de reunião, não necessitando a utilização de linguagem muito complexa ou detalhes demasiados em sua redação, sendo aconselhável que os documentos utilizados para a elaboração do plano sejam anexados aos documentos e se utilize na descrição das atividades o método 5W1H apresentado no Capítulo 2.

3.7.2 FASE II – Entendendo o Processo

O propósito desta fase é o detalhamento do processo e de suas matrizes (custo, tempo do ciclo, tempo de avaliação do característico, taxa de erros etc.) o fluxograma e simulações do processo são utilizados:

3.7.2.1 Atividade 1 – Fluxograma do Processo

Para a melhoria da utilização das ferramentas de avaliação de fornecedores recomenda-se a execução de um fluxograma do processo de produção dentro das fronteiras estabelecidas na FASE I.

Evidencia-se no fluxo quais características do produto são avaliados e em que etapa do processo.

Após a conclusão do fluxograma analisa-se:

- a) o tempo de processamento de cada etapa de avaliação;
- b) tempo de ciclo;
- c) custo por atividade;
- d) percentagem de itens que passam por esta atividade.

3.7.2.2 Atividade 2 – Preparando o Modelo de Simulação

Nesta etapa se utilizam *softwares* de simulação de processo para verificar o seu funcionamento.

Em casos onde é utilizada a inspeção amostral, também é recomendável utilizar análises para verificar a eficácia do método atualmente utilizado em relação a inspeção 100%, a outros planos de amostragem ou a não inspeção. É necessário determinar as percentagens de peças não conformes encontradas nos suprimentos, a distribuição estatística dos lotes analisados, e a expressão destes valores, em função da média e dos respectivos desvios padrões dos característicos, quando apropriado. Existem métodos que avaliam a eficácia dos métodos de inspeção adotados em relação ao benefício-custo do produto :

- a) Função Perda de Taguchi (1997 p. 28-34) para a justificação, ou não, da inspeção 100%.;
- b) Plano para Custo Médio Total Mínimo, dos testes, dos materiais recebidos e dos produtos finais Deming (1994 p. 292-335).

A adoção de um determinado plano de controle, formado por um conjunto de técnicas de avaliação, resulta na necessidade de modificação dos estoques internos

da fábrica, revisões em produtos que trabalham próximos a lógica *Just-in-Time* (JIT) (OHNO,1997,p.26), criação de pulmões/*buffers*, dependendo dos métodos de planejamento utilizados

Nota: *Just-in-Time* (JIT) é uma técnica de planejamento da produção em que, as partes corretas à montagem alcançam a linha no momento em que são necessárias e somente na quantidade necessária, não havendo necessidade de estoques. Pulmões ou *Buffers* são depósitos intermediários de produtos que tem objetivo suprir a linha em caso de oscilações no fornecimento.

Os métodos JIT trabalham dentro de princípios que só um produto com qualidade assegurada possui. Para o funcionamento do JIT utiliza-se uma série de outras ferramentas como a Manutenção Preventiva Total (TPM), Kanban, Poke-yoke, etc. todas descritas por Ohno (1997). A presença de técnicas de avaliação amostral dentro deste sistema com o propósito de verificar a conformidade ou não do produto torna-se, portanto contraproducente, pois a rejeição de um lote descontrola o autoplanejamento do sistema.

Dentro da lógica da teoria das restrições (*TOC - Theory of Constraints*) proposta por Goldratt (1990) aplicada ao plano de gerenciamento da produção, tem-se métodos de avaliação dos característicos dos produtos constituindo gargalos no sistema, por isso, nas simulações devem ser observados, os impactos de rejeições aleatórias de lotes de produtos devido a problemas de qualidade.

Com o planejamento via MRP(Manufacturing Resource Planning) (TUBINO, 2000, p.129) adapta-se melhor a fornecimentos mais irregulares de qualidade do produto, resultando porém em aumentos de estoque e conseqüentemente em diminuição do capital de giro da organização, mesmo assim, rejeições inesperadas podem também prejudicar o fluxo produtivo, dependendo do tamanho dos estoques.

Devido à influência das técnicas de avaliação do produto no processo, para os métodos de planejamento e controle da produção, é aconselhável a simulação do processo como um todo, com o impacto dos métodos de avaliação dentro deste contexto. Conclui-se que em determinados casos o sistema de planejamento não está adequado ao sistema de avaliação adotado, ou vice versa.

3.7.2.3 Atividade 3 – Analisando as Etapas do Processo

Nesta etapa a equipe é dividida em grupos de no máximo 3 membros que observam pessoalmente cada seqüência da atividade do processo e entrevistam os colaboradores que executam cada atividade.

Além disso, uma maneira importante de observar as operações é o monitoramento a distância do processo. O grupo analisa as etapas citadas com as de fato executadas, para constatar o que foi dito com o que é de fato feito, ou se existem falhas no sistema.

As informações que podem ser coletadas são:

- a) problemas enfrentados pelos operadores/inspetores;
- b) procedimento operacional;
- c) tempo de ciclo;
- d) custos.

A utilização de técnicas de análise de experimentos, análises da capacidade do processo, estudos de R&R - Repetibilidade e Reprodutibilidade (WERKEMA, 1996b) podem ser utilizadas neste fase com o propósito de verificar a eficácia e eficiência do sistema.

3.7.2.4 Atividade 4 – Realizando a análise do custo e tempo do ciclo do processo.

Torna-se importante certificar-se da credibilidade das informações recolhidas

sem incorrer em erros ou conflitos de informações e havendo, durante esta etapa, vácuos nos dados, tempos estes devem ser corrigidos e verificadas a validade dos resultados antes de se partir para próxima fase.

Durante esta etapa são analisadas a credibilidade e a validade dos dados e informações coletadas. Análises da Incerteza dos Sistemas de Medição -MSI (Werkema, 1996b) devem ser efetuadas e validadas. Vazios provenientes da atividade 3 desta fase são preenchidos.

3.7.2.5 Atividade 5 - Implementando Reparos Rápidos.

Durante a análise do fluxo do processo para a racionalização das técnicas de avaliação do produto, muitas oportunidades de melhoria são encontradas, tanto nas técnicas de avaliação do produto, como no próprio processo produtivo em si. Realizam-se, caso haja, as melhorias que possam ser feitas imediatamente com pouco ou nenhum custo. Harrington (1997 p.345) diz como regra empírica que “a mudança que tenha em três meses uma economia de três vezes o custo da implementação, deve ser implementada nesse momento”. É nessa etapa que tarefas obtusas (não conformes, redundantes ou desnecessárias) são retiradas do processo, melhorias em aspectos ergonômicos e recursos de baixo custo são providenciados.

3.7.2.6 Atividade 6 – Alinhando o Processo e os Procedimentos

Caso existam procedimentos que não estejam sendo realizados conforme a documentação ou caso algum procedimento tenha sido alterado pela atividade anterior, os documentos (procedimentos documentados) alteram-se para refletir o método atual. Porém, treinam-se os funcionários caso não estiverem seguindo

corretamente um procedimento documentado.

3.7.3 FASE III – Direcionando o Fluxo do Processo

Esta é a fase mais crítica e mais importante do processo de melhoria, pois é nela que é decidido como será alterado o processo e quanto esta alteração custará para organização. As opções para o direcionamento do processo são apresentadas a seguir:

3.7.3.1 Atividade 1 – Escolha das Opções de Direcionamento

Segundo Harrington 1997 p.345 existem, basicamente, 3 caminhos a serem tomados no novo direcionamento do fluxo de um processo. São elas:

- a) redesenho do processo (Melhoria focalizada – Melhoria Contínua);
- b) Novo desenho do processo (Reprojeto do sistema),e ;
- c) *Benchmarking*

No caso de melhorias nas técnicas de avaliação de um produto já existente a equipe de melhoria de melhoria do processo revê as metas de melhoria e o status que seus integrantes estabeleceram durante a FASE I. Baseados nesta revisão escolhe-se uma, duas ou todas as opções de direcionamento de fluxo para estudo do processo:

3.7.3.1.1 OPÇÃO 1 – REDESENHO DO PROCESSO (MELHORIA FOCALIZADA)

Esta abordagem visa a remoção de eventuais desperdícios e falhas existentes no processo atual de avaliação do produto fornecido e do sistema do fornecedor e é muito similar a lógica do *Kaizen*. Analisa-se e simplifica-se o fluxograma do processo buscando o máximo de eficiência (simplicidade no processo) e eficácia (atingimento dos resultados esperados), tanto em uso dos

recursos como na garantia da qualidade do produto. Procura-se então a aplicação da tecnologia da informação e da automação com o propósito de tornar os processos de avaliação ainda melhores.

Segundo Harrington (1997 p.347) divide esta atividade em 11 tarefas para melhorar corretamente o fluxo do processo:

- a) eliminação da burocracia;
- b) avaliação do valor agregado;
- c) eliminação de tarefa redundantes;
- d) simplificação;
- e) redução do tempo (do ciclo);
- f) verificação de erros;
- g) atualização do processo;
- h) simplificação da linguagem;
- i) padronização;
- j) parceria com o fornecedor;
- k) aplicação de novas tecnologias.

No redesenho do processo o objetivo da equipe de melhoria é, tendo identificado o passo que se encontra um determinado característico no fluxo do processo, dentro da figura 4 (pág.23), as técnicas mais adequadas para sua avaliação. Caso este característico esteja com seu processo de fabricação fora de controle (Estado de Caos), a utilização de delineamento de experimentos para o entendimento das variáveis mais significativas e correção do problema é fortemente recomendável, quando sua aplicação for adequada. Também é comum durante esta fase visualizar-se a necessidade de modificação das tolerâncias de projeto.

É recomendável quando uma atividade for escolhida para ser removida ou

mudada, que se atualize o modelo de simulação (caso exista) para determinar o impacto sobre o processo atual. Caso não esteja disponível um modelo de simulação a alteração deve ser analisada criticamente de forma a garantir a melhoria do processo.

3.7.3.1.2 OPÇÃO 2 – INOVAÇÃO DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO

Nesta etapa ignora-se totalmente as técnicas utilizadas no processo atual partindo-se para o desenvolvimento de técnicas que utilizam novas tecnologias para a melhoria do processo. Apenas procuram-se quais são os característicos importantes do produto e quais são seus índices da má qualidade. A utilização do FMEA do produto ou do processo, ou de quaisquer outras ferramentas preventivas é recomendado. A aplicação de ferramentas preventivas na simulação de falhas, efeitos e causas de não-conformidades nos característicos importantes resultam em um plano de prevenção. Com base neste plano selecionam-se as técnicas de avaliação.

São priorizadas técnicas para garantia da qualidade no fornecedor, rápida verificação de recebimento baseadas em certificados ou identificações visuais, técnicas de inspeção 100% baseadas em mecanização, automação, informatização e nos métodos *Poke-Yoke/Baka-Yoke* do Sistema Toyota de Produção conforme Shingo (1996, p. 55-58, p. 152-153) e Ohno (1997, p. 130).

As especificações de projeto e tolerâncias podem ser modificadas e redefinidas, recomenda-se a utilização do método de Taguchi (1997) para Tolerâncias de Projeto e Fixação de Tolerâncias.

Em processos nos quais encontra-se excessiva variabilidade em relação as especificações pré-determinadas, a utilização de técnicas de Delineamento de

Experimentos (DOE – *Design of Experiments*) é fortemente recomendável, como ferramenta analítica, antes da definição de técnicas de avaliação contínuas.

Não é recomendável a utilização de inspeção por amostragem, visto que, é impossível assegurar através da inspeção por amostragem um índice de defeitos tendendo a zero.

A inovação é geralmente mais dispendiosa e arriscada do que no redesenho do processo, porém pode possibilitar maiores ganhos com qualidade e agilidade no processo de avaliação.

A abordagem deste processo consiste de 5 tarefas :

- a) tarefa 1: Análise do Quadro Geral. A única restrição é que estas inovações precisam estar alinhadas com a missão e as estratégias corporativas, inclui-se principalmente a Política da Qualidade da empresa. Esta primeira tarefa então consiste na equipe de desenvolvimento do novo produto entender a direção que a empresa está seguindo. A equipe deve entender se o processo, como está sendo analisado, suportará as futuras necessidades da organização e quais métodos proporcionariam maior vantagem competitiva. Após compreender as diretrizes da organização e então elaborar a visão e o objetivo da equipe, reúnem-se todas as pressuposições e as restrições referentes ao processo e questionam-se até os aspectos óbvios. Nesta análise excluí-se as tecnologias que poderiam limitar o processo. Os testes iniciais de verificação e validação de protótipos e lotes pilotos, as informações sobre o sistema e o processo do fornecedor são importantíssimas para coleta de dados e revisão dos planos de prevenção;
- b) tarefa 2: Teoria da Unidade. Assim que for concluída a visão da equipe, defina o que deve ser feito dentro do processo, do fornecimento à organização até sua

entrega ao cliente. Minimiza-se a intervenção humana no processo e adiciona-se o menor número de atividades e recursos, porém, aqueles necessários para a garantia da qualidade do produto são mantidos. Através dos dados dos planos de prevenção, selecionam-se as técnicas de avaliação com objetivos de prevenção, contenção, monitoramento, e/ou desenvolvimento do produto. Estuda-se a viabilidade econômica (benefício x custo) das técnicas de inspeção (caso sejam recomendadas), visando entender se é necessária, ou não, inspeção e de que tipo. Cálculos para determinação de planos de amostragem são feitos nesta atividade.

- c) tarefa 3: Automação, Mecanização e Informatização. Verificam-se como as atividades podem ser melhoradas através da tecnologia para realizar as tarefas a um custo e a um tempo do ciclo mínimo e ao mesmo tempo proporcionar resultados livres de erros. Objetiva-se eliminar ao máximo a intervenção humana. E reduzir drasticamente os tempos de realização das tarefas. Através da tecnologia à inspeção 100%, em caso de inspeção não destrutiva, é economicamente viável e com o mínimo de intervenção humana.
- d) tarefa 4: Reestruturação organizacional. Com base nos estudos realizados na etapa anterior reprojeta-se a estrutura organizacional das áreas envolvidas, justificativas para cada atividade sem pessoas envolvidas e redefinição das autoridades e responsabilidades de setores e pessoas envolvidos.
- e) tarefa 5: Simulação do Processo. Verificam-se os objetivos apresentados estão de acordo com a visão estabelecida na tarefa 1. Caso sejam cumpridos, um modelo de simulação é preparado e um cronograma para implementação de atividades. Este cronograma deve estar sistematicamente ligado aos da cadeia de suprimentos, caso existam.

3.7.3.1.3 OPÇÃO 3 - BENCHMARKING DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DO FORNECEDOR PARA NOVOS PRODUTOS

Esta atividade consiste em utilizar processos já existentes e validados dentro da mesma indústria ou os melhores processos semelhantes disponíveis mundialmente e adota-los no processo de avaliação do processo a ser melhorado. Outras definições conceituais sobre o processo de *benchmarking* são descritas em Boxwell, Jr (1996).

No caso da alteração de um processo de avaliação de item fornecido deve-se primeiramente fazer um estudo de *benchmarking* interno, isto é, na própria organização, principalmente pela facilidade em se obterem dados detalhados e boa cooperação. Dentro das informações a serem pesquisadas as mais relevantes referem-se aos dados históricos de produtos semelhantes já fornecidos à organização compradora, incluindo: registros de ocorrências (relatórios de não conformidades), Planos de Prevenção de Produtos Anteriores, registros de Inspeção, etc. Esta atividade caso não seja suficiente é seguida de um *benchmarking* externo. Informações referentes a como o controle de qualidade do produto fornecido é avaliado em outras organizações é bastante útil.

A utilização de planos de amostragem e sua redefinição podem ser adotadas nesta etapa.

3.7.3.2 Atividade 2 - Análise da melhoria , Custo e Risco

Nesta fase analisa-se entre as três atividades (melhoria, inovação e *benchmarking*) qual a que possui maior nível de eficácia, eficiência e adaptabilidade e melhor relação benefício x custo x risco.

3.7.3.3 Atividade 3 - Seleção do processo preferido

A equipe de melhoria das técnicas de avaliação apresenta ao time de gerenciamento de Melhoria (EIT - *Executive Improvement Team*) a análise das alternativas estudadas e recomendações quanto a melhor alternativa, como esta deve ser implementada e quais recursos serão necessários e quem participará da equipe de implementação. A decisão pelo melhor processo depende da relação importância x disponibilidade apresentada na Matriz de Kraljic, a organização pode utilizar uma estratégia específica para cada item ou fornecedor dependendo do posicionamento de seu posicionamento na matriz.

3.7.3.4 Atividade 4 - Plano Preliminar de Implantação

A equipe prepara um plano preliminar de implantação incluindo experiências e operações piloto para verificar as estimativas de desempenho que serão feitas na Fase IV. Através de operações-piloto nesta fase verifica-se a eficácia das técnicas as quais serão definitivamente implantadas na fase subsequente.

3.7.4 FASE IV - Implementação, Medições e Controles

Esta fase consiste na instalação do processo adotado e de métodos de medição e controle dos processos, sendo composta de cinco atividades enumeradas a seguir:

3.7.4.1 Atividade 1- Plano de Implementação Finalizado

Esta atividade consiste na preparação do plano de implementação detalhado. Harrington (1997) sugere que o plano seja dividido em :

- a) mudanças a curto prazo (feitas em até 30 dias);
- b) mudanças de médio prazo (feitas em até 90 dias);
- c) mudanças de longo prazo (exigem mais de 90 dias);

O plano de implementação deve seguir os passos do ciclo PDCA. O Plano de implementação constitui a etapa “P” (Planejamento). O plano pode ser elaborado na forma de uma planilha 5W2H explicando como serão as atividades 2 (Implantação), 3 (medições) e 4 (feedback), as quais correspondem respectivamente as etapas “D” (Fazer), “C” (Checar) e “A” (Agir Corretivamente). A atividade 5 (custos da má qualidade) também pertence a fase “A” do ciclo e está relacionada ao controle do processo pós sua padronização iniciando um ciclo SDCA.

3.7.4.2 Atividade 2 - Implementação do Novo Processo

Nesta atividade inicia-se a coordenação das mudanças por parte da equipe de melhoria, sendo que outras pessoas podem ser adicionadas a equipe, com o propósito de auxiliarem nas mudanças.

Nesta atividade ocorre a implementação do processo pela equipe de melhoria, a qual mantêm um estreito controle das atividades para se certificar que a mudança foi implementada totalmente. Pode haver necessidade de implementação de testes e protótipos para provar e testar conceitos. Fazem-se treinamentos com os envolvidos nos controles e documentam-se os procedimentos atualizados, padrões validados e controlados. Caso exista um modelo de simulação do processo, este é revisado.

3.7.4.3 Atividade 3 – Medições do Processo

Algumas maneiras para medir o processo de avaliação de fornecedores são:

- a) a auditoria do processo/sistema de avaliação;
- b) os índices de retrabalho/refugo em relação as metas estabelecidas (custo da má-qualidade);
- c) as reclamações internas e externas;
- d) as automedições e/ou medições automáticas de tempo e recursos gastos com as técnicas de avaliação.

3.7.4.4 Atividade 4 – Sistemas de Feedback

Além de medir, é importante que estas medições sejam transformadas em um relatório de exceções de fácil entendimento. Planejam-se então ações corretivas referentes aos desvios. Apresenta-se à alta administração e a todos os envolvidos no processo como foram as melhorias, o que de fato melhorou e quais outras melhorias foram identificadas.

3.7.4.5 Atividade 5 - Custo da Má Qualidade

A partir do momento que a melhoria foi implementada, a avaliação dos custos da não qualidade (refugos/retrabalho) realiza-se continuamente. Procura-se que os gastos com o monitoramento da má-qualidade sejam proporcionais à quantidade de refugo, portanto processos com excelente qualidade possuem um baixo custo de monitoramento de sua má-qualidade. Técnicas de CEP são estudadas para o controle na linha.

3.7.5 FASE V – Melhoria Contínua

Periodicamente revisam-se os índices da qualidade e, de novo, a atividade FASE I inicia-se novamente procurando os processos mais críticos. Recomenda-se

que esta revisão seja feita através de reuniões mensais sobre a qualidade de fornecedores, precedidas de uma análise crítica através de gráficos de Pareto, onde são apresentados os melhores e os piores fornecedores da organização. Recomenda-se que a organização e a apresentação das informações seja feita pela pessoa responsável pela gestão da qualidade de fornecedores na organização e que todas as áreas envolvidas no processo de aquisição possam opinar nas reuniões sobre qualidade de fornecedores.

3.7.6 Fluxograma para Melhoria das Técnicas de Avaliação em Itens/Fornecedores já Existentes

A figura 21 apresenta em forma de fluxograma o processo de melhoria das técnicas de avaliação em itens e fornecedores já existentes. Este fluxograma foi desenvolvido de forma a inserir as fases do processo de melhoria dos fornecedores dentro da lógica do ciclo PDCA. O Planejamento ocorre fortemente nas três primeiras etapas, a implementação e o controle na quarta etapa, a ação ocorre através da análise crítica na quarta etapa, a quinta etapa representa a ação de melhoria caso desvios sejam encontrados no padrão. Excetuando-se a etapa preliminar "Organizando-se para Melhoria", as etapas subsequentes formam um ciclo de melhoria contínua. Também são colocados em negrito e colorido no fluxo as palavras : Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar, etapas da método DMAIC (*Six Sigma*), de forma a familiarizar o fluxo aos usuário desta ferramenta.

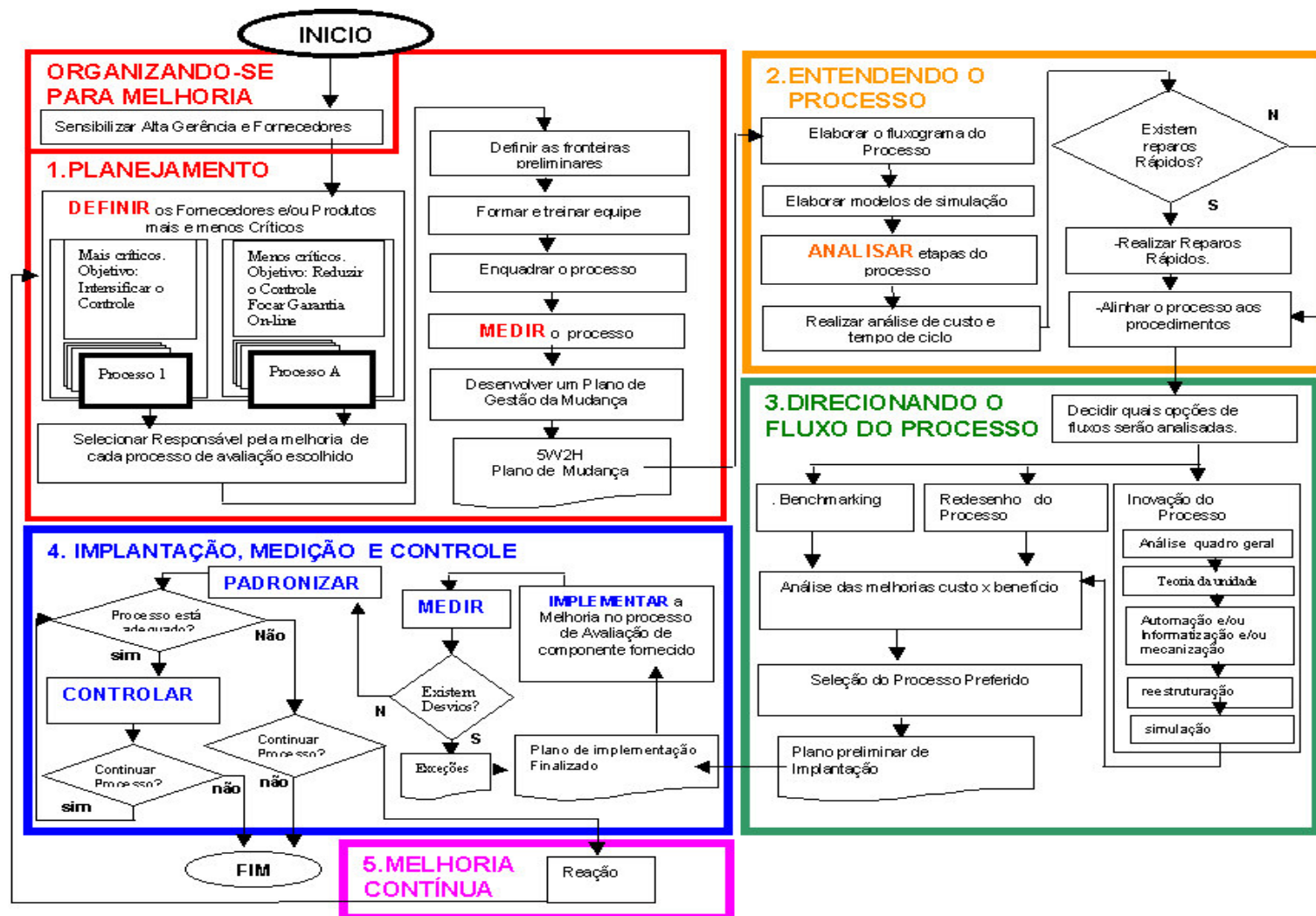


Figura 21 Fluxo para Melhoria das Técnicas de Avaliação em Itens Já Existentes.

3.8 Utilização do Modelo para Definição de Técnicas Avaliação para Novos Materiais.

Esta utilização do modelo aplica-se aos seguintes casos:

- a) desenvolvimentos de novos projetos: Novos materiais (matérias-primas, insumos, componentes) que não possuem uma rotina definida de avaliação de seus característicos por parte da organização compradora e estão sendo desenvolvidos para um novo produto ou processo desta organização. Com base em requisitos pré-definidos pelos responsáveis do projeto, a pessoa responsável pelo processo de compras adquire o novo material das seguintes formas:
 - Novo Fornecedor;
 - Fornecedor já desenvolvido para outros produtos;
 - Fornecedor inativo , ou seja, aquele que já forneceu para a organização compradora, porém não fornece nenhum item atualmente.
- b) desenvolvimentos de novos fornecedores: Materiais que já possuem uma rotina definida de avaliação de seus característicos por parte da organização compradora, mas que sofreram ou sofrerão mudança de fornecedor por parte desta organização, devido a fatores estratégicos.

Em todos estes casos é considerado que o material a ser fornecido, em virtude das mudanças, é um “novo material”, devendo passar por um processo de desenvolvimento. A diferença principal entre o desenvolvimento de novos projetos e o desenvolvimento de um novo fornecedor (ou alteração de fornecedor) em produtos já existentes é que, enquanto no primeiro costuma-se trabalhar com o desenvolvimento de vários fornecedores simultaneamente e estando associado ao cronograma e fases do projeto, no segundo o desenvolvimento é geralmente individual, seguindo o seu próprio cronograma independente.

3.8.1 Modelo de Desenvolvimento das Técnicas de Avaliação de Fornecedores durante a Realização de Novos Projetos

Ao contrário do modelo desenvolvido para produtos já existentes, o qual é baseado na melhoria contínua de um processo, no caso do desenvolvimento de novos projetos, a definição de quais técnicas de avaliação de fornecedores aplicam-se a um novo produto, tem com principal elemento a inovação e não a melhoria. Por isso o modelo aplicado à melhoria de processos já existentes não é aplicável integralmente a um novo produto.

Outro fator que diferencia a aplicação deste modelo é que o processo de desenvolvimento das técnicas de avaliação funciona intrinsecamente ligado ao processo de desenvolvimento de novos produtos. Portanto, os dois processos possuem interfaces durante o transcorrer do projeto e por isso necessitam trabalhar dentro das mesmas diretrizes. Conseqüentemente, no início da implantação do modelo para o desenvolvimento das técnicas de avaliação em novos projetos, convém antes verificar se o processo de desenvolvimento de novos produtos possui afinidade com o modelo proposto. Caso não haja afinidade entre o modelo de desenvolvimento e o modelo de técnicas de avaliação adequam-se os processos de forma a conseguir uma interface transparente entre os dois. Para isso é fundamental a adoção de um diagnóstico do sistema de gerenciamento de novos projetos da organização antes da realização do modelo e execução de adequações no sistema antes da implementação do modelo.

Tal diferença em relação ao modelo para fornecedores já existentes faz que a aplicação do modelo para novos produtos seja mais limitada que o anterior, sendo que as fases e etapas variam com mais freqüência, de organização para

organização, pela sua forma de conduzir novos projetos.

O modelo apresentado neste trabalho foi proposto para a organização estudada em questão, sendo que sua aplicação em outras organizações dependerá do diagnóstico feito sobre seus sistemas de gerenciamento de projetos de novos produtos e das possibilidades de inserir alterações nestes sistemas.

No caso deste estudo a sistemática de desenvolvimento de novos produtos baseou-se nas diretrizes do *PMBOK Guide* (2000).

É importante neste processo a classificação do material segundo padrões adotados nos procedimentos internos de avaliação do sistema, produto e processo na organização, pois estes procedimentos servem para a seleção das técnicas de avaliação do fornecedor e de seu serviço. Estes procedimentos internos funcionam em conjunto com ferramentas para o desenvolvimento de produto.

É prudente que a seleção ou, quando aplicável, o desenvolvimento dos fornecedores seja planejado o quanto antes, dentro das etapas do projeto e seguindo os procedimentos documentados, caso existam, da organização compradora.

Neste modelo durante as fases iniciais de concepção do projeto preocupa-se com a definição de estratégias de fornecimento, ou seja, questionar-se a existência de fornecedores qualificados para estes fornecimentos e, caso não existam desenvolvem-se. À medida que as fases avançam durante o desenvolvimento do projeto, as decisões, concernentes às técnicas de avaliação de fornecedores, tornam-se mais táticas, com a adoção de planos de controle e outras técnicas de avaliação sistemática de fornecedores. A variação entre o nível estratégico e tático varia conforme o grau de complexidade do projeto. Projetos inovadores, muito diferentes dos projetos já realizados certamente possuem mais decisões

estratégicas do que projetos que não passam de variações de projetos já existentes.

Para elaboração do modelo inicialmente comparou-se a similaridade entre alguns modelos existentes para o desenvolvimento de produto. O quadro 2 apresenta uma comparação entre os diferentes modelos de desenvolvimento de produto.

PMBOK 2000 (1)	JURAN/GRYNA(2)	BAXTER (3)	QFD (4)	DMAIC (5)	Embraco (6) Certificação de Fornecedores
Concepção	Conceito /Viabilidade	Oportunidade do Negócio	Identificar Necessidades	<i>Define</i> (definir entradas/conceito)	Protótipo
		Especificações do projeto	Estabelecer o conceito		
Planejamento	Projeto Detalhado	Projeto Conceitual	Projetar o produto e o processo	<i>Inovate</i> (projeto conceitual)	
Execução e Controle	Protótipo	Projeto de Configuração	Estabelecer os produtos proposta	<i>Measure e Improve</i>	
	Demonstração pré-produção	Projeto detalhado	Fabricar e testar o lote piloto		Teste
	Produção em larga escala	Projeto de fabricação	Verificar a satisfação do cliente		Produção
	Alterações no Projeto		Estabelecer o projeto final/ refletir sobre o desenvolvimento		Homologação
Fechamento	Uso do Cliente			<i>Control</i>	

Nota 1: Na tabela o modelo Embraco refere-se as etapas de certificação de fornecedores tratada no trabalho de Kaibara (1998), a qual, apresenta neste estudo de caso, uma forma de correlacionar as fases do projeto com etapas de certificação de fornecedores adotada pela organização por ela estudada. Na denominação das etapas propostas por esta mesma autora é importante salientar que os nomes de fases , Protótipo e teste, não significam que só nestas fases é que são realizados os Protótipos e Testes respectivamente, mas sim, em virtude da construção de protótipos e a realização de testes ser uma característica marcante nestas fases.

Nota 2 : referências: (1) *PMBOK Guide* (2000), (2) Juran e Gryna (1988), (3) Baxter (1998), (4) Akao (1990), (5) Moura (2002a) e (2002b), (6) Kaibara (1998)

Quadro 2 Comparação entre os Métodos de Desenvolvimento de Produtos.

A figura 22 apresenta a variação da complexidade do projeto em função do domínio da tecnologia por parte da organização e das alterações em relação a projetos já existentes.

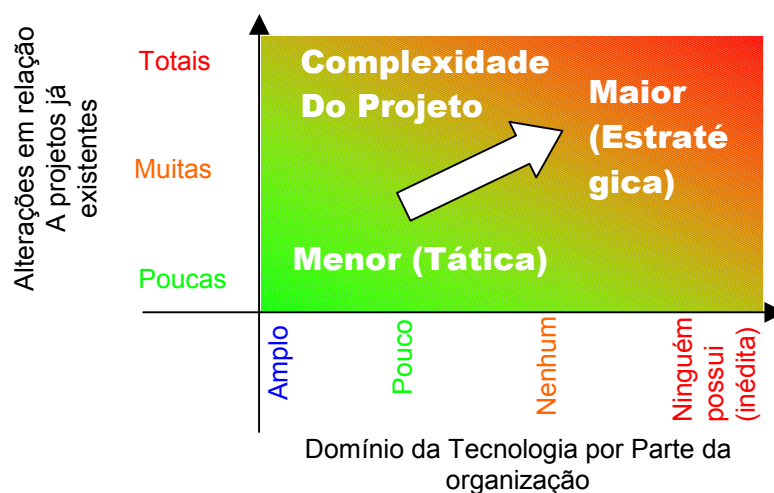


Figura 22 Variação da Complexidade do Projeto em Relação ao Domínio da Tecnologia Empregada e Diferença dos Projetos Já Executados.

O grau de maior complexidade em um projeto é considerado quando ele se caracteriza por uma inovação total, a qual ninguém possui tecnologia desenvolvida para sua realização e, portanto o projeto não se baseia em nenhum conceito já existente. O grau de menor complexidade em contrapartida é representado por um projeto o qual é apenas uma variante de um já existente e toda a tecnologia necessária está amplamente difundida na organização responsável pelo projeto. Todas as nuances possíveis, entre a maior e a menor complexidades, representam o universo de possibilidades existentes nos diversos tipos de projetos.

Cada projeto, em virtude de sua complexidade, possui um determinado nível de atividades pelo qual passa. Projetos simples não necessariamente necessitam passar pela mesma seqüência de um projeto complexo.

No caso da organização estudada entende-se que um projeto complexo de um novo produto é aquele no qual conceitos devem ser desenvolvidos, testados e verificados por meios de pesquisas, cálculos e protótipos. Após esta etapa devem ser projetados, executados e testados dispositivos e ferramentas, bem como os sistemas de apoio necessários nas linhas de montagem.

Desenvolvem-se outros projetos de modo muito similar aos já existentes, ou aproveitando ferramentas, dispositivos ou a própria linha de montagem de produtos já existentes. Nestes casos algumas atividades do processo podem ser suprimidas.

Ligando-se as quatro etapas do modelo descrito por Kaibara (1998) para o desenvolvimento de fornecedores, conforme mostrado na pág 40, ao processo de desenvolvimento de produto, descreve-se o impacto de cada das etapas no projeto da seguinte maneira:

- a) protótipo: É quando são elaborados os cálculos de engenharia, modelos matemáticos, os conceitos de design do produto, a análise de riscos e o desenvolvimento de protótipos. São definidas estratégias de preço e mercado. Esta etapa é obrigatória no desenvolvimento de todo novo produto;
- b) testes: São testadas as ferramentas e dispositivos, e peças de *try-out* (amostras) fabricadas, refinados os custos do produto em função do resultado obtido por estas ferramentas e dispositivos. Caso exista a necessidade de desenvolvimento de ferramentais e/ou dispositivos de produção complexos ou de lenta fabricação, obrigatoriamente passa-se por esta etapa para verificação e validação destes dispositivos e das peças fornecidas;
- c) lote piloto: Nesta etapa ocorre a preparação e testes na linha de montagem para a manufatura do produto. Ocorrem treinamentos específicos de operadores e testes finais no produto e processo. O que se planejou de alterações ergonômicas ou estruturais na linha, ou desenvolvimento de equipamentos de medição e controle é validado durante esta etapa;
- d) produção normal: Ocorre a verificação do produto e processo na finalização do projeto, são feitas melhorias e correções com base na opinião de clientes e participantes do projeto.

Em paralelo com estas etapas o responsável pelo projeto elabora um plano ou cronograma do projeto, definindo o número de fases (ou ciclos de planejamento, execução e controle) conforme apresentado pelo *PMBOK Guide* (2000). A complexidade deste planejamento será proporcional a complexidade do projeto, bem como a necessidade do número de fases.

O número de ciclos de planejamento, execução e controle de cada projeto variará de acordo com sua complexidade, independentemente do número de etapas que o projeto admite. Pode acontecer que duas ou mais etapas sejam tratadas em um mesmo ciclo.

A existência de vários ciclos de planejamento, execução e controle está de acordo com Vargas (2002) apresentado na página 36, capítulo 2, da fundamentação teórica deste trabalho.

Existe uma série de combinações possíveis entre as fases de planejamento determinadas pelo responsável do projeto em relação às etapas de Kaibara (1998).

Na figura 23 apresenta-se um fluxograma de desenvolvimento de produto mesclando os ciclos de desenvolvimento do *PMBOK Guide* (2000), baseados no planejamento, execução e controle, com as quatro fases do desenvolvimento do projeto do modelo descrito por Kaibara (1998).

Neste caso representa-se um projeto completo com as quatro etapas definidas em Kaibara (1998) e com quatro fases (ou ciclos de planejamento, execução e controle) para cada uma destas etapas.

Pode-se verificar a semelhança do fluxograma da figura 23 com sucessivos ciclos PDCA.

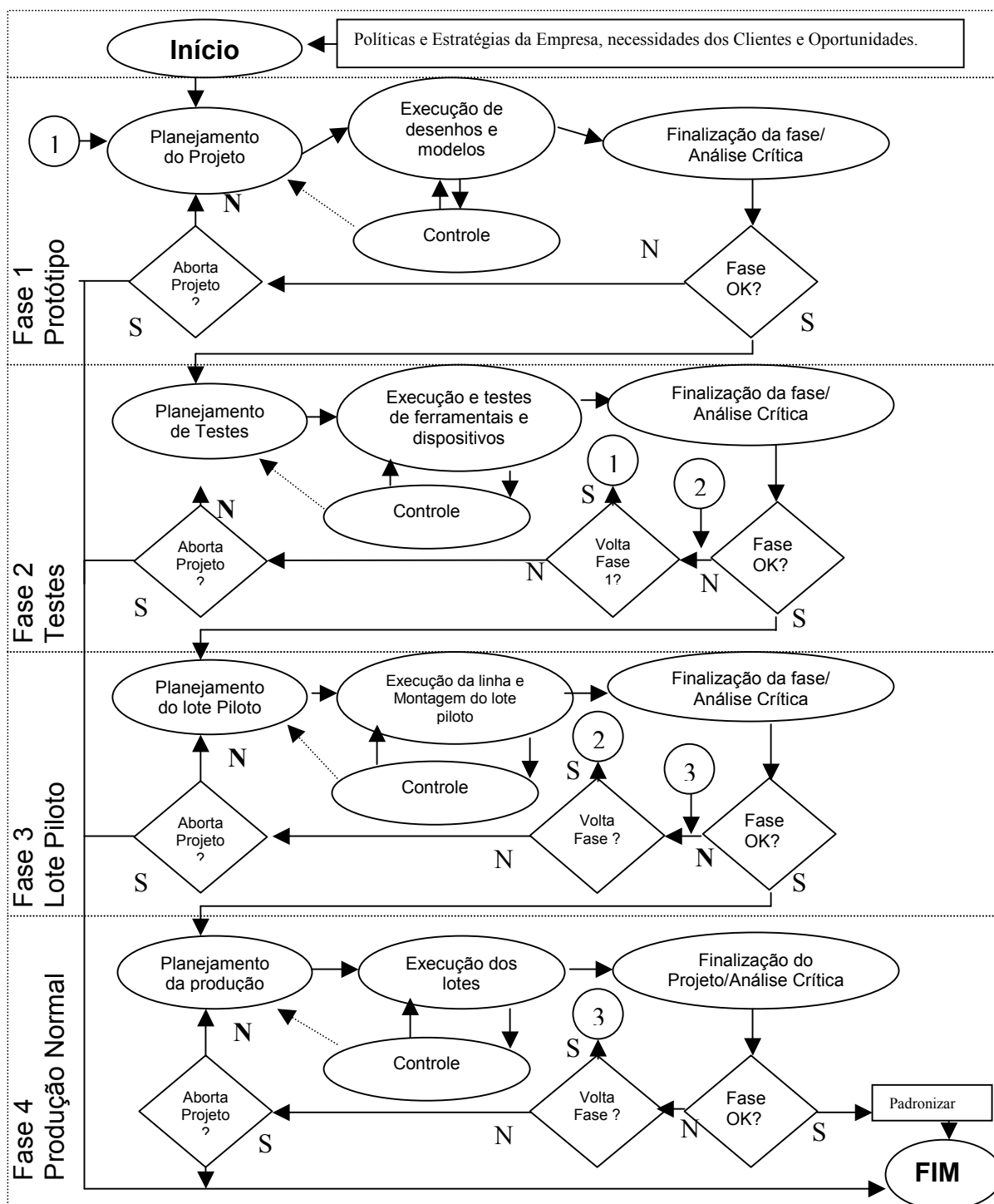


Figura 23 Fluxograma para Projeto Inédito com 4 Ciclos de Planejamento, Execução e Controle.

O Quadro 3 apresenta um modelo de auxílio à decisão para seleção das etapas do modelo de Kaibara (1998). Apresentam-se aquelas obrigatórias devido à complexidade do projeto em relação a projetos já existentes na organização estudada neste trabalho.

Comple- xidade Fases	Projeto Simples	Novo Projeto baseado em Anteriores (não inédito)			Projeto Inédito
		Necessária Alterações em...		Necessário Projeto de...	
		Ergonomia, Estrutura e Controles de linha de montagem	Ferramentas e dispositivos	Ferramentas, Dispositivos, ou Linha de montagem	
Protótipo	Obrigatória	Obrigatória	Obrigatória	Obrigatória	Obrigatória
Testes	Não	Opcional	Sim	Obrigatória	Obrigatória
Lote Piloto	Opcional	Sim	Opcional	Obrigatória	Obrigatória
Produção	Obrigatória	Obrigatória	Obrigatória	Obrigatória	Obrigatória

Quadro 3 Obrigatoriedade de Fases de Projeto em Virtude da Complexidade, Baseado em Kaibara (1998).

A figura 24 apresenta uma visão de como aquele fluxo poderia ter sua visualização esquemática mais simplificada, dentro da lógica de como funcionam os vários pequenos ciclos PDCA para desenvolvimento de produtos, independente da complexidade do projeto.

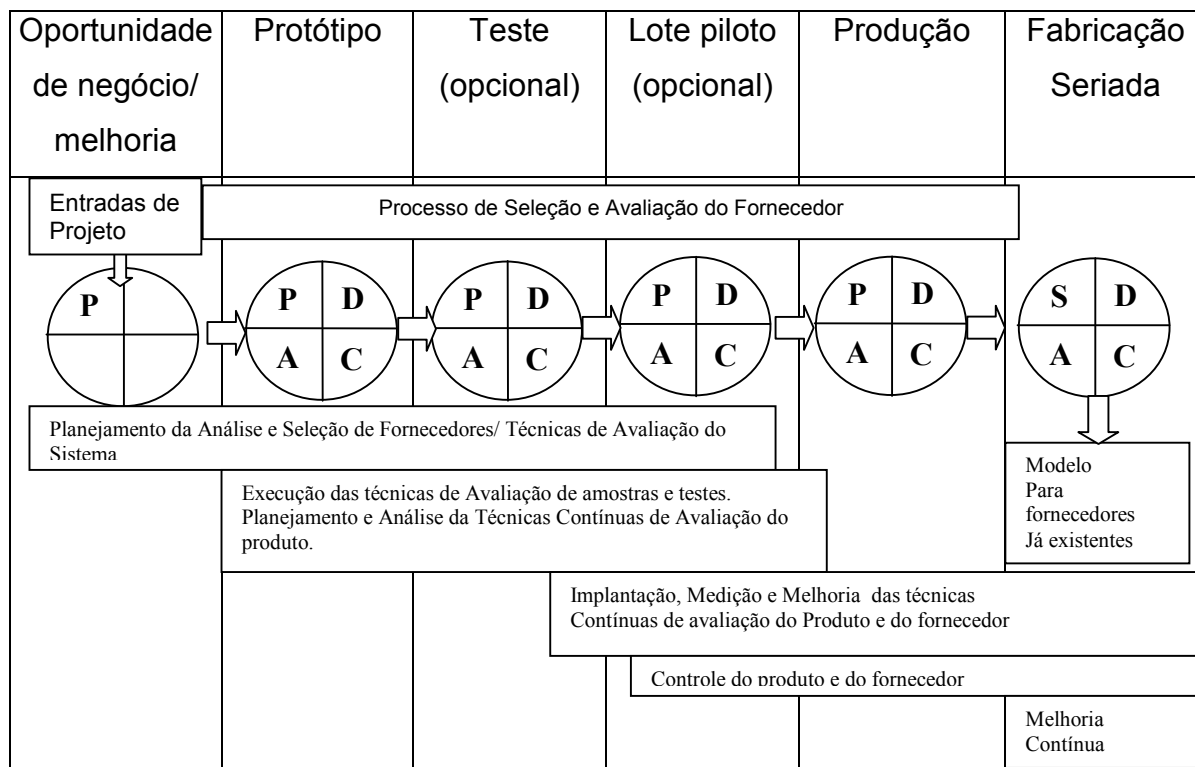


Figura 24 Exemplo do Ciclo PDCA no Desenvolvimento das Técnicas de Avaliação de Produtos Já Existentes.

O modelo apresentado na figura 24 apresenta o ciclo de desenvolvimento de produto, mostrando as fases de desenvolvimento das técnicas de avaliação de fornecedores em paralelo e tendo seu final, servindo de entrada para o modelo de racionalização de técnicas de avaliação para fornecedores já existentes.

Portanto, no modelo proposto para facilitar a organização do projeto convencionou-se dois conceitos:

- fases do projeto: é o número de fases dependendo da complexidade do projeto, que o projetista estabelece no planejamento inicial de forma a inserir pontos de análise crítica ao longo do andamento do projeto e desenvolvimento.
- etapas do projeto: São o conjunto de processos ou atividades, classificados como obrigatórios ou opcionais pela organização em função da complexidade do projeto.

Um projeto simples poderá ter apenas uma fase contemplando algumas ou todas as etapas em que um projeto completo é subdividido. Já um projeto complexo poderá possuir várias fases, cada uma para execução de uma etapa específica do projeto.

3.8.1.1 Fases da Racionalização durante o Desenvolvimento de Novos Produtos

Assim como no processo de melhoria para processos já existentes faz-se inicialmente o treinamento e a sensibilização do pessoal envolvido. Neste caso, porém, estes trabalhos são feitos com a equipe de projeto de produto e visam principalmente explicar quais são as técnicas utilizadas na organização para avaliação de fornecedores e característica principais de cada técnica. Define-se e discute-se a escolha de técnicas de avaliação de novos produtos com, pelo menos, o pessoal de produtos, qualidade e compras, e os pontos de definição das técnicas devem ser inseridos ou revisados nos procedimentos de desenvolvimento de produtos.

No caso de novos projetos de produtos existem técnicas de avaliação de fornecedores que serão utilizadas somente durante etapas de desenvolvimento do produto e técnicas que serão utilizadas para a avaliação contínua do produto em produção seriada. O processo de desenvolvimento destes dois tipos de avaliação não ocorre na mesma fase em virtude da própria natureza de cada uma das avaliações. Dentre os processos de avaliação utilizados no desenvolvimento pode-se destacar principalmente:

- a) processo de aprovação de amostras;
- b) processo de aprovação de lote piloto;
- c) delineamento e análise de experimentos;

- d) análises de modos de falhas e análises de riscos, incluindo FMEA, FMECA e FTA.

Já na avaliação durante o processo de produção seriada as ferramentas de inspeção e verificação periódica e monitoramento do processo merecem destaque.

O processo de racionalização dos métodos de avaliação de fornecedores durante o desenvolvimento de novos produtos, assim como o processo para produtos já existentes também divide-se em fases, as quais são subdivididas em etapas. Através desta separação tentou-se tornar os dois modelos estruturados de forma similar.

Nos parágrafos a seguir apresentam-se as fases e suas etapas no modelo para novos produtos.

3.8.1.1.1 FASE I – Planejamento

É nesta fase que ocorre a definição de estratégias referentes a fornecedores durante o início do projeto. Planeja-se a seleção e análise de fornecedores, baseando-se nas políticas e objetivos da organização e na missão do projeto. O processo de planejamento da Análise e Seleção de fornecedores para um novo produto corre paralelamente ao macroprocesso de projeto do produto:

- a) ETAPA 1 – DEFINIÇÃO DE RESPONSABILIDADES. Embora no caso de produtos já existentes a revisão das técnicas de avaliação seja do responsável pela garantia da qualidade de fornecedores, no desenvolvimento das técnicas de avaliação de um novo produto escolhe-se estas técnicas em conjunto com várias áreas, onde o líder da equipe seja preferencialmente o responsável pelo projeto do produto e o pessoal da qualidade esteja apenas como facilitador do projeto;
- b) ETAPA 2 – PLANEJAMENTO DA LISTA DE COMPONENTES. Durante o

planejamento inicial do produto, após a identificação de oportunidades de negócio, inicia-se o planejamento da qualidade do produto. Nesta fase elaborase um esboço preliminar de quais componentes, matérias-primas e insumos serão adquiridos de terceiros. Através deste esboço são verificados se existem fornecedores qualificados para estes fornecimentos fazendo parte do atual grupo de fornecedores da empresa ou se existe a necessidade de prospecção e desenvolvimento de fornecedores. Torna-se necessário definir quais são:

- os novos componentes que serão adquiridos e a necessidade de estratégias de desenvolvimento;
- os fornecedores potenciais destes componentes, caso não existam, estratégias de prospecção de novos fornecedores;
- a situação do sistema da qualidade destes fornecedores e a necessidade de visitas e auditorias;
- a situação de histórico de fornecimento destes fornecedores caso haja;

c) ETAPA 3 – ANÁLISE E SELEÇÃO PRELIMINAR DOS FORNECEDORES.

Havendo necessidade de prospecção de fornecedores, os responsáveis pela área de compras buscam identificá-los para atender as necessidades do projeto. Ao encontrarem-os inicia-se a participação da qualidade na avaliação do fornecedor, utilizando basicamente técnicas de avaliação de sistemas, entre elas:

- envio de questionários de auto-avaliação;
- auditorias de sistema e processo;
- solicitação de certificados de terceira parte;

Através da análise estratégica preliminar os responsáveis por compras, qualidade de fornecedores e engenharias (produto e processos) avaliam quais

fornecedores já estão qualificados a fornecer os itens e quais necessitam ser desenvolvidos. O processo de desenvolvimento e qualificação deve ser planejado pelos responsáveis por qualidade de fornecedores de forma que esteja alinhado ao planejamento do projeto;

- d) ETAPA 4 – DEFINIÇÃO DAS FRONTEIRAS PRELIMINARES. Após definidos quais são os potenciais fornecedores, definem-se as fronteiras preliminares de cada um deles, baseadas nas políticas da empresa e nas características dos fornecedores. Muitas vezes a definição de quais fornecedores são necessários depende das saídas do projeto conceitual, portanto, as respostas destas definições dependerão do término desta fase do projeto. Em projetos mais simples, constituídos de produtos formados por pequenas variações de um projeto já existente, estas definições acontecem praticamente em paralelo com a oportunidade de negócio. Torna-se importante entender o momento certo para a definição de fornecedores de componentes, visto que um início prematuro, pode gerar gastos desnecessários com avaliações e, caso sejam feitas tardiamente, podem gerar atrasos ou erros no processo de seleção de fornecedores. Por isso o planejamento da qualidade inicia durante a etapa de início do projeto e acompanha-o durante toda a execução.
- e) ETAPA 5 – PROCESSO DE APROVAÇÃO DE AMOSTRAS. Além do planejamento da qualidade baseado no sistema é necessária a utilização do planejamento da qualidade baseado no produto. Num projeto complexo, terminando-se a fase de início do projeto e começando-se a fase de protótipo já se tem idéia dos componentes os quais devem ser utilizados e amostras são solicitadas a partir do projeto preliminar. Nesta fase convém adotar o processo de aprovação de amostras e a partir da análise da amostra e dos requisitos do

projeto definir:

- quais são os característicos importantes do processo;
- como estes característicos podem ser avaliados;

Em projetos mais simples, o planejamento da qualidade do produto surge durante a fase de início do projeto. Nos projetos mais complexos a subdivisão em fases é necessária, do ponto de vista de avaliação do fornecedor, pois só após testes de ferramentais e dispositivos se tem a real idéia da variabilidade de alguns característicos do processo, e pode-se decidir então se eles devem, ou não, ser controlados;

- f) ETAPA 6 – PLANO DE AVALIAÇÃO. É importante que ao final do planejamento seja elaborado um plano de avaliação e testes dos componentes, bem como avaliações específicas no processo do fornecedor, caso necessário. A complexidade do plano variará conforme a complexidade do projeto. Em projetos simples este plano estará bem próximo do plano de controle padronizado do processo de avaliação contínua do produto em produção seriada. Já nos projetos complexos este plano constituirá dos métodos de avaliação que serão utilizados para avaliar os fornecedores e os produtos durante as análises de protótipos, amostras, lotes pilotos fornecidos. Neste caso o plano também poderá incluir o delineamento de experimentos que se realizarão nas amostras e lotes pilotos com o objetivo de fixar tolerâncias e estabelecer parâmetros para uma futura produção seriada.

3.8.1.1.2 FASE II – Análise

Nesta fase ocorre a execução das técnicas de avaliação da amostras e testes e o planejamento e análise das técnicas que serão continuamente utilizadas na

avaliação dos lotes de produção seriada:

- a) ETAPA 1 – EXECUÇÃO DE TESTES E ANÁLISES EM PROTÓTIPOS. A complexidade desta etapa é diretamente proporcional à complexidade do projeto. Em projetos muito simples, os quais não possuem alterações significativas em relação a projetos já existentes, poucos testes são realizados nesta etapa. Quando a variação é apenas estética o teste constitui-se em submeter o produto a aprovação do cliente solicitante do projeto. Num projeto complexo, na fase de protótipo inicia-se o detalhamento do projeto, a definição de *design*, a execução de cálculos e os testes em protótipos. Durante a realização destes testes deve-se relatar os defeitos, não conformidades, sugestões de melhoria e ações necessárias para o aperfeiçoamento do projeto. Este registro pode ser realizado em relatórios de acompanhamento de protótipos, observações em solicitações de testes ou outros documentos criados para este fim;
- b) ETAPA 2 – ANÁLISE DOS MODOS DE FALHA E DOS RISCOS DO PROJETO. Através do aprendizado obtido no estudo dos modelos desenvolvidos nesta fase é possível a análise de riscos e modos de falha do produto, dentre estas iniciam-se:
- a elaboração de FMEA/FTA/FMECA do produto/processo;
 - outras ferramentas de análise de riscos;
 - análise de ocorrências durante a elaboração e testes dos modelos/protótipos;
 - análise do processo de aprovação de amostras;
 - análise dos testes com ferramentais e dispositivos;
 - delineamento e análise de experimentos (de forma a testar as influências das variações de processo no desempenho do produto).

Outra análise que pode ser feita em projetos que utilizam componentes já existentes é a de históricos de ocorrências e Não conformidades de produtos semelhantes e Índices de refugo e retrabalho (custos da má-qualidade) do fornecedor;

- c) ETAPA 3 – ENQUADRAMENTO DO PROCESSO. Uma das atividades realizadas neste processo é o enquadramento do processo. Esta etapa consiste em reunir dados e informações sobre o novo produto, seu processo de fabricação no fornecedor e fluxo dentro da empresa. Em muitas organizações o enquadramento do processo é facilitado pela documentação oriunda de processos de aprovação de amostras. No caso de fornecedores da indústria automobilística, a utilização do PAPP (Processo de Aprovação de primeiras peças) facilita o enquadramento do processo, pois fornece fluxograma do processo produtivo do fornecedor, FMEA do produto, relatório de análise do sistema de medição (repetibilidade e reprodutibilidade) e estudos da capacidade do processo, além de dados dimensionais e não dimensionais sobre o estado das amostras. Tais informações quando criadas e processadas de forma correta podem auxiliar muito na escolha das técnicas de avaliação a serem utilizadas nas instalações da organização compradora. De posse destas informações define-se a fronteira superior (definir em que lugar os dados entram no processo) e inferior (definir os dados e ações que saem do processo e por onde saem) para cada novo produto;
- d) ETAPA 4 – ANÁLISE DAS OPÇÕES DE AVALIAÇÃO. São analisados dois processos de avaliação do fornecedor, um baseado na adoção de técnicas inovadoras, outro, baseado em *benchmarking*. Num mesmo projeto determinados fornecedores e característicos de materiais utilizam técnicas

inovadoras enquanto outros se baseiam em técnicas já existentes, e em alguns estuda-se as duas possibilidades, optando-se após o estudo pela melhor opção.

São ferramentas importantes nesta etapa :

- análise dos modos de falha do produto e processo;
- estudos da capacidade do processo do fornecedor;
- ensaios acelerados e outros testes de confiabilidade;
- estudos da função perda aplicada à inspeção (TAGUCHI,1997 p.28-34);
- estudos baseados no plano para custo mínimo de Deming (1994 p.292-335);
- estudos da influência entre os processos de inspeção no planejamento da produção e na necessidade de estoques de segurança e pulmões para a eventualidade de ocorrerem rejeições no produto.

As técnicas adotadas para o processo de avaliação de um determinado característico ou fornecedor em um novo projeto podem ser:

- Inovação do Processo de Avaliação do Fornecedor para Novos Produtos:
Consiste em ignorar as técnicas de avaliação e estrutura organizacional atualmente utilizados, tirando proveito das últimas inovações tecnológicas (mecanização, automação, estatística e informática) disponíveis e procurar melhorá-las. Parte-se do princípio que, já que se está desenvolvendo um novo projeto, é o momento de repensar o processo de avaliação do produto fornecido. Esta atividade proporciona grandes melhorias porém, requer custo e tempo mais elevado em relação à apenas uma repetição de um processo de avaliação já utilizado para outros produtos. Nesta abordagem imagina-se o processo tão próximo do ideal quanto possível podendo incluir até uma reestruturação organizacional. Por se tratar de uma mudança radical é recomendável que seja implantada de forma contínua e sem interrupções. O

desenvolvimento do novo processo é composto de 5 tarefas, exatamente como na inovação para avaliação de produtos já existentes. Convém no processo de inovação não adotar técnicas de inspeção amostral, mas sim técnicas de garantia da qualidade através de controles automáticos ou *Poke_Yoke*;

- *Benchmarking* do Processo de Avaliação do Fornecedor para Novos Produtos: Esta atividade consiste em utilizar processos já existentes e validados dentro da mesma indústria ou os melhores processos semelhantes disponíveis mundialmente e adota-los no processo de avaliação do novo produto. Também convém analisar, no caso da decisão por inspeções por amostragem, quais os planos de amostragem que serão utilizados para cada item, neste caso a quantidade de amostras e estimativas de erros oriundos destas escolhas, conforme visto no capítulo 2. As técnicas de *benchmarking* são debatidas em Boxwell (1996);
- e) ETAPA 5 – ANÁLISE DE BENEFÍCIO X CUSTO X RISCO, SELEÇÃO DO PROCESSO E PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO DOS CONTROLES. Quando se faz o estudo das duas possibilidades para um determinado item ou fornecedor deve-se posteriormente analisar entre as duas atividades (inovação e *benchmarking*) qual a que possui maior nível de eficácia, eficiência e adaptabilidade e melhor relação benefício x custo x risco. A equipe de desenvolvimento das técnicas de avaliação apresenta à coordenação do projeto do novo produto a análise das alternativas estudadas e recomendações quanto a melhor alternativa, como esta deve ser implementada e quais recursos serão necessários e quem participará da equipe de implementação. É fortemente indicado que participem da equipe da implementação inclusive representantes

do fornecedor do produto, como forma de sensibilizar este para a importância do produto fornecido.

A partir disso, elabora-se o plano de controle preliminar do produto. A organização também define, com base no procedimento de avaliação de fornecedores, um “Plano da Qualidade”, ou seja, um planejamento de quais técnicas de avaliação de produto, processo ou sistema, serão utilizados para um determinado desenvolvimento específico.

Desenvolve-se e controla-se um fluxograma identificando quais técnicas são adotadas internamente pela organização compradora, de forma a possibilitar revisões e atualizações a cada etapa do processo de desenvolvimento do produto. Descrições de atividades podem ser documentadas utilizando o método 5W1H apresentado em Campos (1992 p.54).

Uma vez definido o fluxo do processo utiliza-se uma simulação para detalhar o processo de avaliação do fornecedor e suas matrizes (custo, tempo do ciclo, tempo de avaliação do característico, taxa de erros etc.), o fluxograma e simulações do processo que serão utilizados.

É recomendável que antes da análise crítica do projeto, próxima a esta fase, seja feita uma auditoria de forma a verificar se todos os pontos planejados foram executados, se foi esquecida alguma etapa e se a documentação resultante das análises, constituindo as saídas de projeto, foi feita corretamente e são rastreáveis. É recomendável que o pessoal da área de qualidade realize esta auditoria e que durante esta análise os tópicos referentes às avaliações da garantia da qualidade dos fornecedores envolvidos seja avaliada.

3.8.1.1.3 FASE III – Implementação, medição e melhorias

Esta fase consiste na implementação de sucessivos ciclos PDCA, nas etapas onde já existe o recebimento de lotes em condições similares às de produção seriada. Corresponde principalmente à participação do processo de garantia da qualidade e controle da qualidade do fornecedor no desenvolvimento do projeto.

A equipe de melhoria prepara o plano de controle detalhado e coordena a execução do plano, alinhado ao cronograma de execução do projeto de engenharia. Treinamentos de envolvidos nos controles devem ser feitos e os procedimentos atualizados devem ser documentados, padrões validados e controlados.

Muitas oportunidades de melhoria que não haviam sido planejadas surgem durante a implementação do plano, tanto nas técnicas de avaliação do produto, como no próprio processo produtivo em si. Removem-se as tarefas obtusas e realizam-se as alterações necessárias nas especificações de processo ou nos planos da qualidade.

Dentro do processo de controle da qualidade dos fornecedores destacam-se:

- a) técnicas de avaliação do produto no recebimento (verificação de documentos, inspeção amostral ou 100%, auditoria do produto fornecido através de *Skip-lot*, inspeções e verificações na instalação do fornecedor);
- b) técnicas de avaliação do produto em linha (*in line*) (dispositivos de avaliação e teste 100%, procedimentos de testes e *poka –yoke*);

Estas etapas começam a ser realizadas durante a execução do lote piloto.

Além disso, aceita-se garantias de "qualidade assegurada" por parte do fornecedor, através de certificações de produto ou da apresentação de provas objetivas de garantia da qualidade nas instalações do fornecedor.

3.8.1.1.4 FASE IV – Controle

Executa-se o controle da qualidade durante todas as fases do projeto. As verificações, inspeções e análises de amostras iniciais são os primeiros controles realizados, e servem de base para elaboração da primeira versão do plano de controle do produto adquirido. Inspeções e verificações nas instalações do subcontrado também fazem parte do controle de qualidade. É a partir da fase de lote piloto, porém que se intensifica o controle de qualidade do fornecedor. Tanto no recebimento, quando aplicável, a partir dos planos de controle de recebimento, como na fábrica através das verificações. Pode-se recorrer a técnicas de CEP e *Poke-yoke*.

Os resultados do controle da qualidade, incluindo custos da qualidade, são controlados pelo processo de garantia da qualidade no qual verificam-se os resultados obtidos, se estes estão conformes com as metas estabelecidas e, caso não estejam, define-se planos de ação para alcance e melhoria das metas.

Convém que ao final do projeto seja feita uma auditoria de forma a comprovar a conformidade do projeto com o planejado, e caso haja desvios, controle-os, descrevendo-o na documentação necessária às saídas de projeto.

3.8.1.1.5 FASE V – Melhoria Contínua

Periodicamente revisam-se os índices da qualidade e acompanham-os pelo modelo utilizado para processos de avaliação já existentes, evitando-se que no decorrer do tempo, devido a mudanças nos processos ou nos métodos do fornecedor, o sistema de avaliação torne-se subdimensionado (devendo ser incrementado) ou superdimensionado (necessitando ser reduzido).

3.8.1.2 Desenvolvimento de Novos Fornecedores / Alteração de Fornecedores em Produtos Já Existentes

No caso de desenvolvimento de novos fornecedores (ou alteração de fornecedores) em produtos já existentes, necessita-se de um cronograma independente para este desenvolvimento (já que não existe neste caso um projeto de um novo produto).

Uma outra diferença entre o novo projeto e a alteração de fornecedor é que o responsável pela mudança não é o gerente do projeto, mas sim alguém ligado ao gerenciamento de compras / logística ou ligado a garantia da qualidade de fornecedores.

3.8.1.3 Fluxograma para o Desenvolvimento de Novos Produtos ou Fornecedores e Alteração dos Já Existentes

A figura 25 apresenta o Fluxograma para Racionalização das Técnicas de Avaliação de Fornecedores durante o Desenvolvimento de Novos Produtos. O Desenvolvimento de Novos Fornecedores e Alteração de Fornecedores em Produtos já existentes é seguido igualmente como no caso anterior.

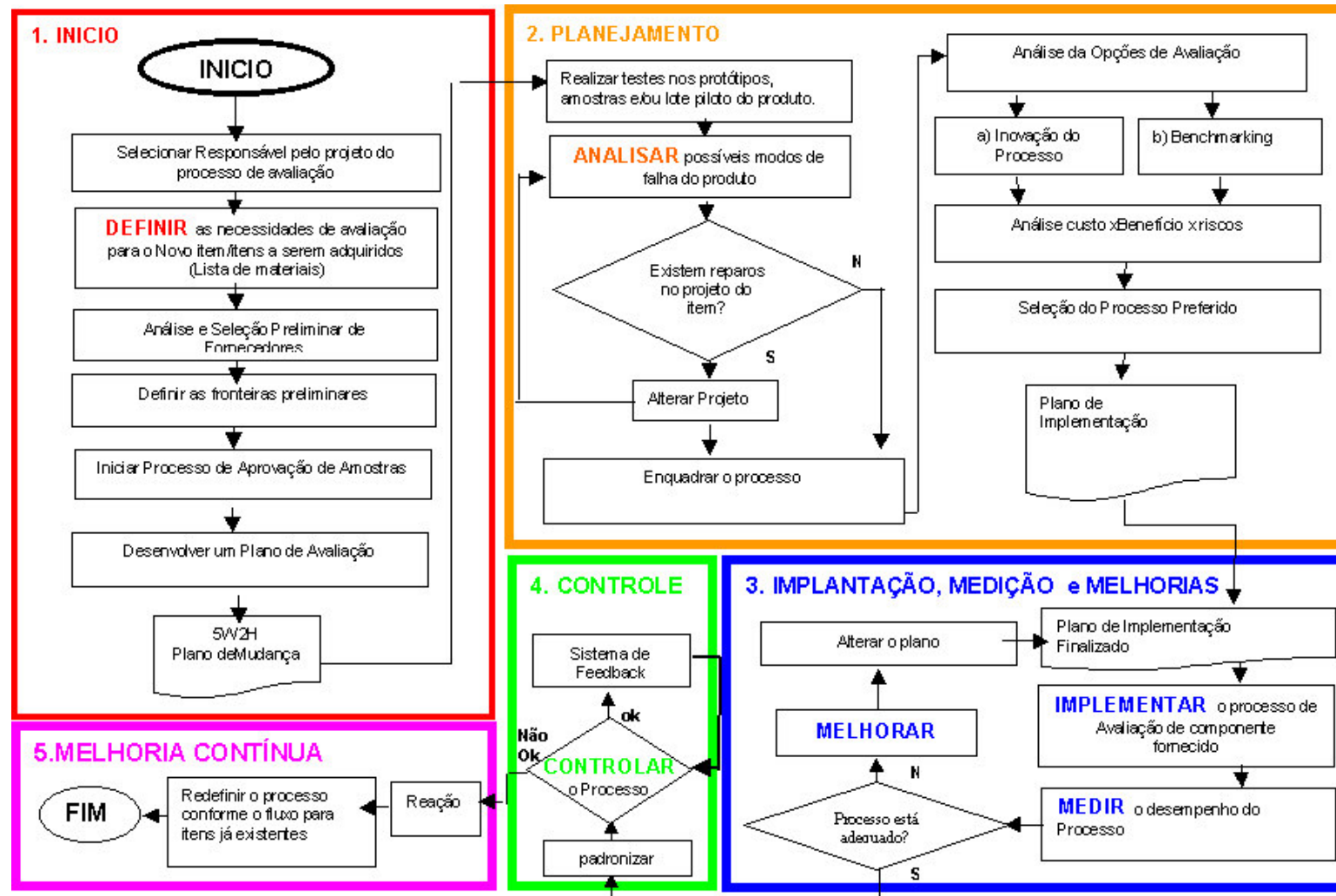


Figura 25 Fluxo de Elaboração de Técnicas de Avaliação para Novos Itens

3.9 Considerações

Apresentou-se neste capítulo o modelo para racionalização das técnicas de avaliação de fornecedores o qual é dividido em duas partes. Uma delas é voltada à melhoria em processos já existentes e o outro é aplicado durante o desenvolvimento de novos produtos ou novos fornecedores. É importante salientar que ao final do modelo utilizado na avaliação do novo produto fornecido, este se torna integrado ao processo de melhoria contínua passando a ser considerado e avaliado, a partir daí, como produto já existente.

Ao contrário de abordar individualmente o desenvolvimento de fornecedores durante um novo projeto, a avaliação de fornecedores através de indicadores de desempenho ou a melhor técnica de avaliação do produto, com este modelo permite-se iniciar o desenvolvimento das técnicas de avaliação de fornecedores desde o projeto, utilizando posteriormente indicadores de desempenho dos fornecedores para a melhoria contínua do sistema e das ferramentas de avaliação dos componentes e fornecedores, permitindo a consequente utilização racional dos recursos aplicados a avaliação do fornecedor. É importante destacar que durante os estudos realizados nesta dissertação, não se encontrou um trabalho que tratá-se com esta abordagem integrada o problema da avaliação de fornecedores.

No próximo capítulo apresentar-se-ão casos práticos da implementação deste modelo, onde se procurou utilizar várias ferramentas de avaliação de fornecedores de maneira a melhorar a eficiência do sistema de avaliação, reduzindo os custos, sem comprometer a qualidade do produto para o cliente final.

4 APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

Este capítulo apresenta a implementação do modelo, objeto de estudo deste trabalho, primeiramente apresenta-se a organização na qual os estudos foram desenvolvidos, como são seus fornecedores e clientes, e resumidamente como funciona seu processo fabril.

Posteriormente é descrito como foram o planejamento e a estruturação inicial para implementação do modelo, seguido de comentários e observações sobre o processo de implementação para fornecedores já existentes.

4.1 Caracterização da Organização Utilizada para Implementação do Modelo e Objeto do Estudo

Neste item do trabalho apresenta-se a organização na qual foram desenvolvidos os estudos para implementação do modelo demonstrado nos capítulos anteriores, a empresa Schulz S.A., bem como a relação dela com seus fornecedores, e as consequências da adoção de algumas ferramentas de avaliação de fornecedores de forma a minimizar o custos do controle de qualidade, sem comprometer a qualidade desejada pelos seus cliente.

4.1.1 A Empresa

Fundada em 1963, a Schulz SA é uma empresa do setor Metal-Mecânico, líder Latino-Americana na fabricação de compressores de ar. Localizada dentro de um parque fabril, ocupando uma área de 319 mil m², onde 49 mil m² são de área construída, atualmente divide-se em duas unidades de negócios ou divisões, sendo elas:

a) Divisão Automotiva: Com mais de 1000 funcionários e composta de duas fábri-

cas uma fundição e uma usinagem. Tem como foco principal o fornecimento de peças fundidas e usinadas para a indústria automotiva pesada (caminhões), sendo fornecedor mundial de marcas como Volvo, Scania e Mercedes entre outras. As plantas são certificadas na norma QS 9000/ISO 9000. Esta unidade de negócio também é fornecedora de algumas peças fundidas para a divisão compressores, em especial itens em ferro nodular.

b) Divisão Compressores: Com cerca de 250 funcionários esta fábrica conta com certificação do sistema de qualidade pela norma ISO 9001 e conta com certificações do produto em algumas linhas, incluindo certificação ASME (*American Society of Mechanical Engineers*) para a fabricação de vasos de pressão e UL (*Underwriters Laboratories -USA*) para compressores. Esta fábrica serviu de base para os experimentos de implementação do modelo. Dentre seus produtos figuram:

- compressores a diafragma movidos por motores com potência inferior a 1 HP atendendo o mercado *Hobby*;
- compressores alternativos a pistão para os mercados semi-profissional, de profissionais liberais, industrial e médico-odontológica;
- compressores rotativos a parafuso com motores de 5 a 250 HP;
- linha de ferramentas composta de tornos(morsas) e furadeiras de bancada;
- Vasos de Pressão (Reservatórios de ar e Separadores de condensado).

4.1.2 Os Fornecedores

A fábrica de compressores da organização estudada possui um número médio mensal de fornecedores efetivos próximo a 100. Sendo estas organizações produtoras ou transformadoras de uma ampla gama de matérias-primas e produtos.

Fazem parte dos itens negociados: chapas de aço, motores elétricos, tintas, ferro fundido e alumínio, materiais plásticos, borrachas, insumos de soldagem, componentes eletro-eletrônicos, transdutores de pressão e temperatura, peças usinadas, conformadas ou estampadas, embalagens, adesivos, além de outros itens manufaturados e serviços.

Ao todo são fornecidos mais de 5.000 tipos de itens. A ampla variedade de itens, o número de fornecedores e a diferença entre as características da qualidade de cada um exige o desenvolvimento de vários critérios específicos de avaliação. As generalizações podem constituir tanto falha na avaliação da qualidade do produto, como constituir em gastos excessivos por parte do avaliador, pois cada componente exerce um impacto peculiar na avaliação da qualidade do produto.

Variações na infra-estrutura e cultura de cada fornecedor também são amplas, visto que existem desde grandes corporações nacionais e estrangeiras até micro-empresas regionais de pequeno porte fornecendo para organização compradora apresentada neste estudo.

É devido a quantidade de itens e as variações nos fornecedores que se justifica, e torna-se oportuno, o modelo proposto para a melhoria da qualidade da organização estudada.

4.1.3 Os Clientes

Outro fator que implica no método de avaliação é o tipo de cliente e/ou consumidor do produto. A ampla variedade de clientes é formada principalmente pelos seguintes segmentos:

- a) Por grandes e médias indústrias onde a disponibilidade de vazão de ar comprimido constante e a confiabilidade do compressor são fundamentais como requisito de qualidade;
- b) Profissionais da área médica odontológica onde a limpeza e salubridade do produto são necessárias inclusive por requisitos regulamentares;
- c) Consumidores domésticos que utilizam produtos da linha Hobby onde preço e funcionalidade são indispensáveis;
- d) Profissionais liberais em pequenas oficinas e borracharias;
- e) Empresas automobilísticas e fabricantes de máquinas agrícolas, para utilização nos sistemas pneumáticos dos veículos, onde a organização fornecedora é caracterizada com OEM (*Original Equipment Manufacturer*);
- f) Grupos internacionais que comercializam os compressores utilizando o sistema de *outsourcing*. (Produto é produzido com a marca, os regulamentos, padrões e requisitos especificados pela organização compradora).

4.1.4. O Produto

Como visto no item 4.1.1 a fábrica de compressores produz vários produtos, desde compressores a diafragma de uso doméstico até compressores rotativos industriais de grande porte. Além disso, são manufaturados tornos de bancada e furadeiras. O produto principal da fábrica estudada, porém, é o compressor de ar a pistão. O grupo compressor de ar é formado por cinco sistemas básicos:

- a) bloco compressor: é onde efetivamente ocorre a compressão do ar aspirado do ambiente;
- b) motor: é o equipamento que gera o movimento mecânico que permite a compressão;

- c) reservatório: é onde o ar comprimido é armazenado após a compressão;
- d) comando: é o conjunto formado por pressostato, válvula de segurança, manômetro e registro de saída de ar;
- e) transmissão: é o conjunto responsável pela transferência do movimento do motor para o bloco compressor, no caso do compressor a pistão é formado por correia, polia e volante.

A figura 26 apresenta uma imagem de um compressor alternativo a pistão, salientando a localização dos cinco sistemas que formam seu conjunto. A compreensão da estrutura do compressor facilitará a compreensão do leitor nos termos técnicos específicos do produto.

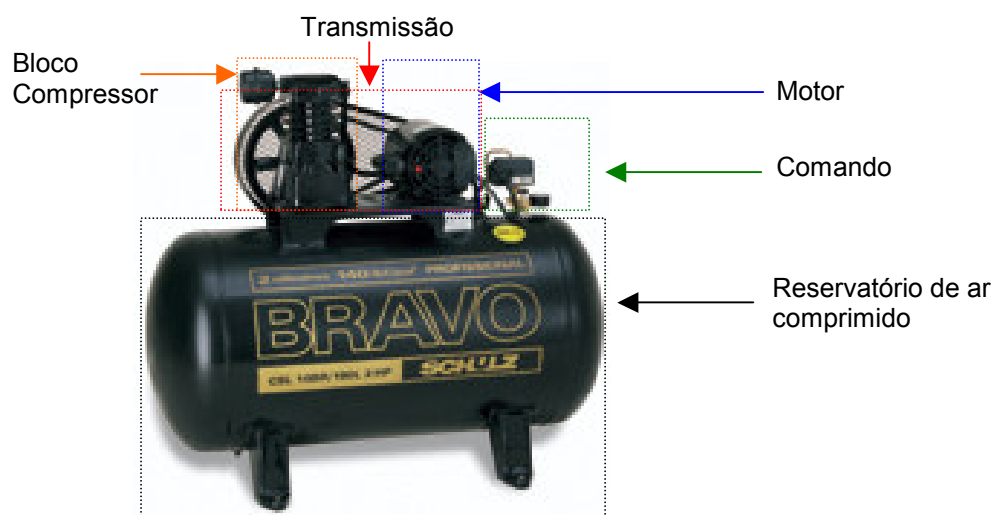


Figura 26 Compressor Alternativo a Pistão. Fonte: Schulz S.A.

4.1.5 O Processo

O processo de fabricação do grupo compressor pode então ser apresentado conforme a figura 27

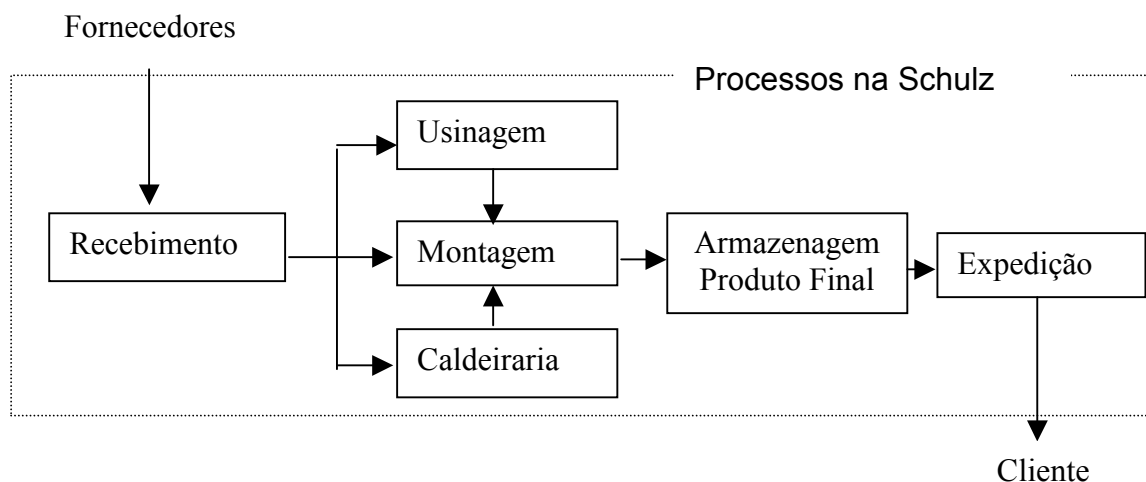


Figura 27 Fluxo Simplificado do Processo de Fabricação do Grupo Compressor.

A Schulz possui basicamente alguns grandes processos dentro da Fábrica de Compressores, sendo que os principais são:

- a) caldeiraria: estabelecido no setor denominado Fábrica de Reservatórios, composto por etapas de corte de chapas, conformação, calandragem e soldagem de chapas / componentes e realização de testes hidrostáticos em vasos de pressão. O processo de soldagem é considerado especial, pois os métodos de controle da qualidade que garantem o produto são realizados pela pré-qualificação de matérias-primas, insumos, equipamentos e mão-de-obra, sendo que a inspeção pós-processo é em grande parte das vezes inviável ou impraticável;
- b) usinagem: existe um setor responsável pela usinagem de peças fundidas e posterior fornecimento para as áreas de montagem da empresa;
- c) montagem: Existem vários setores de montagem dentro da empresa, divididos em Montagem de Blocos Compressores, Montagem de Compressores alternativos, Montagem de Compressores Rotativos, Mini-fábricas de montagem de compressores a diafragma, tornos de bancada e furadeiras de bancada.

Quanto às entradas e saídas de cada processo esta é apresentada na tabela

2. O entendimento dos processos que compõem o objeto de estudo deste trabalho é

fundamental para a compreensão do leitor no concernente a como foram divididos os processos e técnicas de avaliação.

Tabela 2 – Entradas e Saídas dos Processos Principais na Schulz

Processo	Entrada	Saída
Usinagem	fundidos	Usinados diversos
Calderaria	<ul style="list-style-type: none"> - Chapas de aço; - Insumos (gás, fluxo, arame de solda); - Luvas e conexões - Conformados (tubos e chapas) 	Reservatórios
Montagem	Componentes diversos <ul style="list-style-type: none"> - usinados - reservatórios; - motores; - componentes; - adesivos; - embalagens; 	Compressor

4.1.6 O Sistema de Qualidade de Fornecedores

A Schulz tem a parceria com seus fornecedores como um compromisso estabelecido dentro da Política da Qualidade, criada conforme os requisitos das normas da Série ISO 9000, sendo que seus colaboradores são treinados e incentivados a evoluir neste sentido quanto a suas relações com os fornecedores da organização.

No processo para desenvolvimento e avaliação de fornecedores da Schulz participam vários departamentos que trabalham cooperativamente de forma a possibilitar o cumprimento da política de parceria com os fornecedores, envolvendo principalmente as áreas de Engenharia de Produto, Compras, Engenharia de Processos, Sistema e Controle de Qualidade, Planejamento e Controle da produção.

Não existe um programa de qualidade de fornecedores formalmente instituído, existe, porém um detalhado sistema de qualidade de fornecedores que estabelece metas periodicamente, avalia estas metas e coordena ações para o cumprimento

das ações interdepartamentais necessárias para o cumprimento das políticas.

4.2 Condições para Implementação do Modelo

O cenário descrito anteriormente objetivou demonstrar a situação organizacional do local escolhido para experimentação do modelo proposto ao longo do Capítulo 3. Através de um breve resumo do quadro organizacional, procurou-se melhorar a percepção sobre os produtos, clientes, fornecedores e sistema da empresa concernentes ao Sistema de Qualidade dos Fornecedores.

A partir deste item serão expostos os métodos e experimentos realizados ou já existentes na empresa, visando atender o modelo para racionalização das técnicas de avaliação dos fornecedores seguindo os tópicos dos fluxogramas apresentados no capítulo 3 deste trabalho.

4.2.1 Condições Iniciais da Implementação

A implementação do modelo iniciou-se no segundo semestre de 2001, quando na época, a planta escolhida para objeto de estudo, já possuía a certificação de sistema da qualidade na norma ISO 9001, versão 1994, o que conseqüentemente a obrigava a possuir um sistema de seleção e avaliação de fornecedores conforme descrito no item 4.6. da respectiva norma.

A política da organização estudada, estabelecida pela alta gerência da empresa, fazia referência a busca da parceria com seus fornecedores, além disso também faz parte a melhoria contínua, pré-dispondo a organização a aceitar práticas de seleção e avaliação de fornecedores que conduzam à adoção de ferramentas que visem melhorar e tornar mais claras e justas a avaliação e seleção de fornecedores.

Até o primeiro semestre de 2002 as operações referentes à avaliação e sele-

ção de fornecedores nos requisitos de qualidade do produto era composta de três técnicos responsáveis pela inspeção de recebimento do produto e, separadamente, havia mais um técnico, designado pelo setor responsável pelo gerenciamento corporativo do sistema de gestão ISO 9001 e implementação do sistema de gestão ambiental (ISO 14001), para realização de auditorias do sistema de qualidade nos fornecedores. A coordenação das auditorias em fornecedores era independente da coordenação das inspeções de recebimento. Além disso, o controle dos custos da não qualidade de fornecedores era executado por outro técnico alocado no setor responsável pela qualidade interna da fábrica (Figura 28).

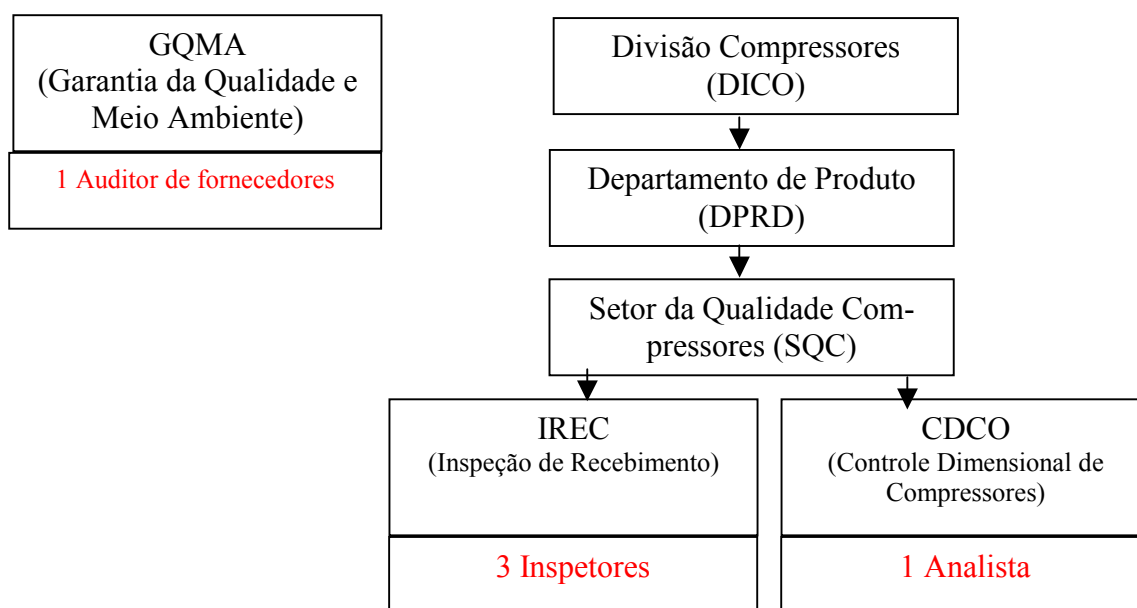


Figura 28 Parte do Organograma do Controle de Qualidade de Fornecedores, no Início da Implementação do modelo.

Dentro dos métodos para análise de fornecedores a organização possuía um programa para análise de desempenho dos fornecedores integrado ao sistema corporativo da empresa o qual possuía código fonte aberto ao pessoal de informática da própria organização o que possibilitava a inserção de melhorias contínuas em si próprio.

Quanto à padronização a empresa possuía procedimentos, dentro dos padrões do sistema da qualidade descrevendo as condições para avaliação dos fornecedores, execução de inspeções, avaliação dos custos da não qualidade, e demais tópicos inerentes ao processo de gestão da qualidade de fornecedores.

A Schulz possui em seus procedimentos, e no próprio sistema de gestão, a capacidade de selecionar quais itens adquiridos deveriam obrigatoriamente passar por uma verificação/inspeção técnica de recebimento. Os itens que não passam por esta verificação são denominados itens "fora de CQ (Controle de Qualidade)" e os que passam "Em CQ (Controle de Qualidade)".

O procedimento da organização compradora para avaliação do sistema do fornecedor especificava todas as condições de quando, como, quem e com que frequência devem ser avaliados ou não, conforme diretrizes apresentadas no item 3.5 do capítulo 3.

4.2.2 Organizando-se para Melhoria

Na Schulz S.A., a sensibilização da alta gerência avalizada pela política da qualidade da empresa, também foi expressa através dos seguintes tópicos:

- a) participação de Índices da Qualidade de Fornecedores (IQF) nos objetivos da qualidade, estipulados e acompanhados pela alta gerência tanto por determinação da norma ISO 9001, como pelo planejamento estratégico da empresa;
- b) designação de um engenheiro responsável pela área de qualidade de fornecedores;
- c) convocação de toda a média gerência ligada a produção a participar de reuniões mensais sobre a qualidade dos fornecedores;
- d) planejamento de investimentos ligados à área de qualidade de fornecedores,

alinhado ao orçamento organizacional.

No início dos trabalhos, visando a implantação da racionalização das técnicas de avaliação de fornecedores na Schulz, foi feito um diagnóstico observando algumas práticas que necessitavam de alterações para sua adequação à metodologia pretendida, sendo elas narradas nos itens abaixo:

- a) haviam muitos itens "em CQ" e a quantidade chegava a dificultar a cuidadosa inspeção do item de forma a não comprometer sua qualidade;
- b) muitas características da qualidade em inspeção tinham histórico de sucessivos recebimentos sem rejeição e continuavam sem alterações nos parâmetros de inspeção;
- c) muitas destas características não constituíam Característicos da Qualidade, ou seja, não tinham importância relevante comprovada como elemento de satisfação pelo produto para o cliente interno e externo;
- d) todos os planos de amostragem eram baseados na NBR 5426, nível de inspeção I, normal, NQA 2,5;
- e) os inspetores não sabiam utilizar a norma NBR 5426;
- f) característicos que apresentavam problemas em linha não estavam sendo verificados nos recebimento;
- g) os estoques contemplavam um amplo *lead-time* (tempo necessário para fabricação) para inspeção em virtude da morosidade deste processo;
- h) não haviam uma interface entre os resultados das auditorias de sistema, as identificações de não conformidades em linha e campo, os custos da não qualidade e os resultados das verificações de produtos.

Conseqüentemente foram necessárias algumas ações com o objetivo de adequar estes procedimentos, conforme mostrado abaixo:

- a) suprimiu-se a inspeção ou verificação de itens que possuíssem longo histórico de lotes fornecidos sem quaisquer rejeições, que não possuíssem nenhum requisito legal ou estatutário que obrigasse sua inspeção e que eventuais defeitos que ora pudessem ser encontrados no recebimento fossem possíveis de serem detectados na produção. Também foi suprimida a inspeção ou verificação de características da qualidade cuja sua detecção era difícil por inspeção amostral, porém possível por inspeção 100% na linha de montagem, seja através de dispositivos *poke-yoke*, seja através das próprias etapas do processo;
- b) itens e/ou característicos que não possuíam histórico suficientemente grande para decisão de alteração dos planos de inspeção e nem embasamento técnico para tal, apesar de não possuírem nenhum requisito regulamentar que obrigasse sua inspeção, foram colocados no sistema de comutação, inclusive com a possibilidade futura da adoção de inspeção *skip-lot*, caso a quantidade de inspeções bem sucedidas assim permitisse.
- c) revisaram-se os Planos de Amostragem e inseriram-se diferentes tipos de níveis de inspeção para cada tipo de produto;
- d) treinaram-se os técnicos da qualidade nos Planos de Amostragem;
- e) refinou-se o processo de detecção de ocorrências na linha para verificação da necessidade de inspeção como medida de contenção dos produtos já no recebimento, ou de ações na organização fornecedora;
- f) os próprios técnicos responsáveis pelas verificações de recebimento do produto, também se tornaram responsáveis pelo tratamento das não conformidades em linha, custos da não qualidade relativas ao fornecedor e da participação nas auditorias e visitas nas instalações das organizações fornecedoras.

A revisão dos planos de amostragem possibilitou a redução de cerca de 800

itens em CQ para 300 itens representando uma redução aproximada de mais de 60% nos itens inspecionados no recebimento. A retirada destes itens não gerou perda substancial da qualidade percebida pela fábrica e nem aumento de rejeições ou reclamações em linha e campo. Portanto, a manutenção dos níveis de qualidade apesar da substancial redução de itens inspecionados se deveu principalmente ao fato das inspeções e verificações terem sido focados nos itens críticos.

Foi planejado um sistema de premiações de fornecedores. Sendo utilizados os requisitos estabelecidos nos comitê dos clientes e fornecedores da *American Society of Quality* (Capítulo 2 - pág.77).

4.3 Observações sobre a Execução das Fases do Modelo para Fornecedores e Itens já Existentes.

Neste item são apresentadas de modo genérico as ações utilizadas para a implementação da racionalização das técnicas de avaliação de fornecedores e produtos fornecidos já existentes. Mostra-se como foram organizadas e distribuídas as ações e técnicas para os processos críticos de avaliação de fornecedores no primeiro ciclo do modelo de racionalização.

4.3.1 FASE I – Organizando-se para Melhoria

4.3.1.1 Reuniões de IQF

Uma medida tomada para organizar o processo de melhoria contínua no sistema de avaliação de fornecedores foi o estabelecimento de reuniões mensais interdepartamentais para tratar da qualidade de fornecedores a partir do ano de 2002. Estas reuniões contam com participantes de todas áreas de empresa relacionadas com o gerenciamento de suprimentos com fornecedores, gerência de manufatura,

gerência de produtos e engenharia de custos.

Os participantes da reunião recebem antecipadamente, via e-mail, uma planilha interativa em Excel[®] / Visual Basic[®], desenvolvida na própria organização a qual é atualizada mensalmente com os dados de IQF dos fornecedores (exportado do banco de dados utilizado pelo sistema informatizado de gestão da organização). Esta planilha contém informações sobre a performance de cada fornecedor quanto a qualidade, preço, entrega e quantidade, gráficos de Pareto destacando os fornecedores mais críticos de cada uma destas categorias e gráficos com a performance dos últimos meses indicando a tendência das médias dos índices em cada categoria ao longo destes meses. As áreas participantes da reunião analisam previamente os dados, sendo que em algumas situações, os setores chegam a fazer reuniões preliminares com objetivo de implementar ações e planos para alcançar as metas impostas pela alta direção monitoradas pelos indicadores do IQF.

Nas reuniões de IQF são debatidos os principais problemas relacionados com fornecedores, necessidades de mudanças nos métodos de avaliação e resultados de auditorias e visitas. O objetivo da reunião é abordar os aspectos macroscópicos (gestão) dos problemas de suprimentos, não se importando com o detalhamento dos métodos de avaliação do ponto de vista operacional. São verificadas as eventuais pendências de reuniões anteriores e alterações de diretrizes, planejamentos e métodos de avaliação.

É importante que os resultados de IQF concernentes a cada fornecedor sejam, paralelamente ao processo de reunião interna de IQF, repassados a estes via processo de mala direta. O *feedback* periódico ao fornecedor sobre seu nível de qualidade constitui um dos fatores principais para sensibilização dos fornecedores sobre a necessidade de melhoria.

4.3.1.2 Atividade 1 – Selecionando os Responsáveis pelo Processo

Diferentemente do fluxo proposto por Harrington, na racionalização das técnicas de avaliação de fornecedores implementada na área de fabricação de compressores da Schulz SA, a seleção de um responsável pelo processo ocorreu antes da definição dos processos críticos, visto que, observando o próprio gerenciamento da qualidade dos fornecedores com um processo crítico, tornava-se necessário um estabelecimento de um responsável para tal. Os processos estudados dentro do gerenciamento da qualidade de fornecedores são encarados conseqüentemente como subprocessos (embora doravante também sejam chamados de processos).

Designou-se, como responsável pelo processo de avaliação de fornecedores, o engenheiro encarregado da área de controle de qualidade da fábrica de compressores da organização. Este engenheiro se responsabilizou, entre outras atribuições, tanto pelas reuniões do IQF quanto a aprovação das revisões de planos de controle. Um procedimento documentado define regras que dimensionam a autonomia dos colaboradores da empresa em melhorar os planos de controle, de forma que seja possível alterar e revisar constantemente e de forma dinâmica, adequando-se interativamente os planos de inspeção às necessidades dos clientes e fornecedores.

Ocorreram modificações de forma a integrar, inclusive fisicamente, as atividades de sistema, processos e produtos fornecidos sem aumento do quadro de funcionários. Ao invés de 3 técnicos para inspeção, um para auditoria e um para para custos da não qualidade, não necessariamente sobre a mesma subordinação, foi reestruturado o organograma referente à avaliação de fornecedores e criada uma equipe multifuncional de 5 técnicos, coordenados pelo engenheiro responsável. Estes técnicos tornaram-se responsáveis pelos processos de avaliação, seleção, padronização,

gerenciamento de ações corretivas, preventivas e de melhoria, além de apoio e transferência de tecnologia em sistemas e processos aos fornecedores da empresa. É requisito técnico do pessoal da área que todos tenham treinamento como auditores internos da qualidade e todos sejam qualificados a auditar fornecedores. Todos também devem possuir formação técnica nas áreas afins do setor metal-mecânico (elétrica, mecânica, materiais ou afins). Esta multifuncionalidade do pessoal responsável pela qualidade dos fornecedores permitiu a divisão dos cargos, não por atividades, mas por processos.

4.3.1.3 Atividade 2 – Definindo os Processos Críticos

No Capítulo 3, o entendimento abordagem processual das técnicas de avaliação de fornecedores foi dividida de duas formas: estratificar os processo a serem estudados baseados nos processos de fabricação dos fornecedores ou baseado no processo como sendo o conjunto de atividades dos colaboradores responsáveis pela avaliação.

Do ponto de vista de processo como conjunto de atividades dos colaboradores responsáveis pelas atividades de avaliação os processos foram divididos em 3 conjuntos básicos de controle da qualidade de produtos fornecidos e fornecedores:

- a) processo de controle de fundidos: constituído de todos os controles necessários para garantir a qualidade das peças fundidas entregues no setor de usinagem da empresa. Estes controles englobavam desde auditorias e visitas nos fornecedores, inspeções de recebimento do produto, acompanhamento do processo de usinagem de peças fundidas e dos custos da má qualidade, além do acompanhamento das ações corretivas no fornecedor;
- b) processo de controle de itens utilizados na fábrica de reservatórios: constituído

de todos os controles necessários para garantir a qualidade dos itens fornecidos à fábrica de reservatórios (caldeiraria) para fabricação de vasos de pressão utilizados nos compressores. Além dos controles utilizados na fundição este processo também englobava em alguns tipos de inspeções e verificações nas instalações do fornecedor;

- c) processo de controle de componentes utilizados diretamente na montagem: constituído de todos os controles necessários para garantir a qualidade dos componentes adquiridos para utilização diretamente na montagem do produto.

Quanto ao entendimento de processo baseado no processo de fabricação do fornecedor ou conjuntos de processos (no caso de um fornecedor com vários processos diferentes) a definição e avaliação periódica dos processos críticos na organização estudada foi estabelecida de 2 formas:

- a) reuniões de IQF (análise gerencial): as análises dos gráficos apresentados na reunião de IQF culminam na priorização de ações, tanto intensificando as avaliações nos fornecedores mais críticos, como amenizando, quando possível, os controles em fornecedores com excelente performance;
- b) gerenciamento da rotina (análise operacional): na área de gerenciamento da qualidade dos fornecedores diariamente os resultados das auditorias, a identificação de não conformidades e a avaliação contínua de lotes recebidos culmina na contínua alteração das ferramentas de avaliação, dos planos e frequências de amostragem e nos característicos avaliados. Além disso, em vários itens são utilizados sistemas de comutação que controlam automaticamente o dimensionamento de planos de amostragem. Tais ferramentas tornam possível a ênfase na avaliação da qualidade de fornecedores críticos e a redução gradual dos recursos utilizados no controle de qualidade de itens com um histórico de fornecimen-

to confiável.

Os parâmetros utilizados para priorização dos processos mais críticos e menos críticos seguiam a Análise de Pareto conforme apresentado no capítulo 2. utilizou-se inicialmente a estratificação pela nota geral do IQF. Os fornecedores com melhores e piores notas tiveram seus processos reavaliados.

4.3.1.4 Atividade 3 – Definindo as Fronteiras Preliminares

De modo geral a definição de fronteiras para os itens adquiridos de fornecedores tinha como início nas instalações dos fornecedores e se estendia até as linhas de montagem do produto. Ocorrem com certa frequência, porém, três exceções a esta regra:

- a) fornecedores Importados: torna-se difícil o acompanhamento periódico da qualidade *in loco* em organizações fornecedoras localizadas fora do país. Neste caso a fronteira de controle foi definida como o momento de entrada na fábrica e acompanhar o desempenho dos componentes em campo, através das reclamações dos clientes finais;
- b) fornecedores de matérias-primas especiais: em algumas situações as fronteiras de acompanhamento se estenderam até o fornecedor da organização fornecedora. Foi o caso de tubos sem costura em aço especial, este item, devido a requisitos regulamentares da norma ASME, exigia que assegurássemos a procedência e rastreabilidade do material comprado;
- c) produtos fornecidos por via de empresas representantes: em alguns destes, o escopo de acompanhamento também pode se estender ao fornecedor da empresa representante.

Fornecedores com uma qualidade excelente são submetidos apenas ao mo-

nitoramento dos custos da não-qualidade de uma eventual e rara rejeição durante o processo ou no cliente.

Durante o processo de definição das fronteiras preliminares observaram-se situações onde uma organização fornecedora possuía itens os quais não apresentavam necessidade de monitoramento intenso por parte da organização compradora, e itens que necessitavam de acompanhamento constante. A princípio isto demonstrava que a classificação apenas por fornecedor não seria viável. Observou-se também que os itens que apresentavam problemas em um fornecedor seguiam basicamente o mesmo processo. Então a estratificação poderia ser feita utilizando-se os diferentes processos do fornecedor como base.

Outra fronteira preliminar que deve ser avaliada é se em eventuais ocorrências de má-qualidade a substituição do fornecedor faz-se necessária. Esta opção é a mais radical em virtude da necessidade da organização em manter relacionamentos de parceria com os fornecedores, sendo só utilizado quando a falta de comprometimento com do fornecedor é evidenciada.

4.3.1.5 Atividade 4 – Treinamento e Formação das Equipes

Foi realizado o treinamento de alguns setores da empresa e fornecedores objetivando a formação de times para racionalização dos processos de avaliação.

No processo de avaliação dos fornecedores da fábrica de reservatórios, além dos técnicos responsáveis pela qualidade de fornecedores, também os inspetores de processo de soldagem (tecnólogos de soldagem responsáveis pelas inspeções de processo da caldeiraria) foram treinados nas inspeções de recebimento dos itens da fábrica de reservatório. Tal treinamento permitiu que inspeções de recebimento fossem realizadas mesmo na ausência do pessoal do setor de qualidade dos forne-

cedores, em situações de exceção quando a mercadoria chegasse em horários extra-expediente.

No processo de contabilização dos custos da má-qualidade todos os colaboradores da fábrica envolvidos diretamente com o processo de manufatura foram treinados no correto registro de refugos ocorridos ou identificados em seus postos de trabalho.

Os técnicos responsáveis pela qualidade dos fornecedores receberam treinamento referente à norma ISO 9001 e auditorias internas. Além disso, foi dado treinamento no trabalho referente à utilização correta dos planos de amostragem, outras técnicas estatísticas e utilização avançada de planilhas eletrônicas, além dos outros tópicos citados no capítulo 4 como pauta da atividade de treinamento.

4.3.1.6 Atividade 5 – Enquadramento do Processo

O Enquadramento dos Processos também depende da forma como é entendido e definido o processo. Como já comentado na atividade 2 os processos foram separados naqueles observados do ponto de vista do colaborador interno responsável pela avaliação e do ponto de vista do fornecedor e do caminho que segue seus itens e informações dentro da empresa. O enquadramento porém independeu do ponto de vista observado (fornecedor / técnico avaliador). O técnico responsável deve então responder as seguintes perguntas:

- a) Quais são as entradas e saídas das auditorias de fornecedores? (onde existam).
- b) Quais características estão sendo medidos e em que fases?
- c) Os característicos que causam custos da má-qualidade estão sendo monitorados?
- d) Existem registros de não conformidades e ações corretivas em andamento?

e) Os desenhos e especificações técnicas contemplam as tolerâncias dos característicos críticos do produto?

Não foi utilizada a técnica de FMEA nas análises do enquadramento, em virtude da organização não possuir esta prática em seus procedimentos. A análise informal dos modos de falha era feita durante a análise crítica dos desenhos e especificações durante a elaboração dos planos de controle.

Do ponto de vista dos processos realizados pelo colaborador responsável pela avaliação as fronteiras do processo estabelecidas iniciavam nas instalações do fornecedor (quando localizados no mercado nacional) ou no recebimento (quando o produto era importado) e finalizavam nos dados oriundos do Serviço de Atendimento ao Cliente (SAC).

4.3.1.7 Atividade 6 – Estabelecendo Medições

Dentre as etapas do modelo de melhoria contínua de fornecedores esta foi uma das etapas mais trabalhosas. Recorreu-se freqüentemente a estudos estatísticos para verificação da variabilidade de produtos produzidos fornecidos. Embora a teoria apresente que antes de iniciar um fornecimento a capacidade do fornecedor em atender os requisitos do cliente deva ser avaliada, alguns produtos fornecidos à organização estudada não possuíam este estudo. Conseqüentemente, realizou-se o estudo de capacidade.

Quando o estudo indicava a utilização de uma nova ferramenta para avaliação de um característico, eram observados os tempos necessários para medição, incluindo fadiga do responsável pela avaliação.

Dados de inspeções 100% em produtos também são utilizados nesta etapa como forma de indicar a quantidade exata de peças não conformes existentes no

lote.

4.3.1.8 Atividade 7 – Desenvolvendo Plano de Gestão do Projeto e da Mudança

Os planos foram estabelecidos de maneira muito resumida através de atas das reuniões de IQF (bem como recursos necessários para realização de cada tarefa) e ou planos de controle de matérias.

Não houve a preocupação com metas específicas para cada processo, pois os processos selecionados no primeiro ciclo de implementação do modelo almejavam o atendimento de metas baseadas na média de desempenho do IQF dos fornecedores. Dentre estas metas estavam :

- a) índice de qualidade: 97,5% dos lotes entregues conformes (Posteriormente revisado para 99,5%, em virtude da melhoria da qualidade dos fornecimentos.);
- b) índice de entrega: 80% dos lotes com 100% da quantidade entregue no prazo combinado;
- c) índice de quantidade: 92,5% das quantidades dos lotes entregues conforme pedido com um erro de +- 5% de tolerância;
- d) índice de preço: 87,5% dos lotes entregues com o preço combinado entre comprador e fornecedor;
- e) índice de sistema: fornecedor com pontuação acima de 90%;
- f) limite de refugo: refugo inferior a 2,0% para injeção de alumínio, 1,0% para fundições e 0,5% para demais itens.

Como observado acima, as metas para limite de refugo dependem do processo observado. A missão do time de melhoria também não foi estabelecida para cada projeto em virtude das semelhanças dos objetivos. A missão geral do time era "Garantir a qualidade dos produtos fornecidos a Schulz, através da parceria com os for-

necedores e da utilização correta dos métodos de avaliação e melhoria da qualidade".

4.3.2 FASE II – Entendendo o Processo

Uma vez seleccionados os processos críticos, os quais são apresentados no item 4.4 deste capítulo, é nesta fase que os envolvidos no processo examinam o que estava sendo feito e quais os erros ocorridos, entre os quais, foram detectados no primeiro ciclo do processo, descumprimento de procedimentos, incluindo falhas humanas, além disso a compreensão da processo atual permitiu questionamentos sobre a reais necessidades das atividades permitindo aos envolvidos vislumbrar uma série de oportunidades de melhoria no sistema de gestão de fornecedores. Os dados das atividades 5 e 6 da fase I, correspondentes ao enquadramento do processo e as medições foram organizados nesta fase.

4.3.2.1 Atividade 1 – Fluxograma do Processo

Na maioria dos processos foi traçado um fluxograma, em paralelo descreveu-se o tempo do ciclo, tempo de entradas de dados, custo por atividade, quantidades e refugos de cada atividade, todos dados colhidos de forma aproximada.

Dependendo do processo, estudavam-se também os pontos de armazenamento dos produtos fornecidos, bem como suas quantidades médias. Tal dado tornava-se importante para a análise do efeito que possíveis rejeições pode causar ao sistema. Este estudo é mostrado no caso do item 4.4.1 deste capítulo onde a necessidade de inspeção 100% do item aumenta o *lead-time* (tempo médio) de liberação do lote e conseqüentemente torna necessário o aumento do estoque de produto.

4.3.2.2 Atividade 2 – Modelo de Simulação

No trabalho em questão não foi utilizado nenhum *software* de simulação de processo. Em virtude das características dos processos sua simulação manual não era difícil, cálculos referentes aos impactos de rejeições aleatórias devido a problemas de qualidade e cálculos referentes a necessidades de inspeção 100% foram feitos com ajuda de planilhas e programas de cálculo.

Sugere-se, para trabalhos futuros, a utilização da simulação, via *software*, do impacto do processo de avaliação do fornecedor no sistema produtivo e a comparação da simulação com o ocorrido após a implementação.

4.3.2.3 Atividade 3 – Analisando as Etapas do Processo

Durante o primeiro ciclo do modelo a análise foi realizada por um engenheiro e um técnico responsáveis pela qualidade pela etapa do processo a ser analisada. Nesta etapa os custos, tempo de ciclo, quantidades processadas e refugadas, além de problemas enfrentados pelos colaboradores foram identificados. Nesta etapa também foram feitas análises da capacidade de processos e planejamento de experimentos, quando se fez necessário.

4.3.2.4 Atividade 4 – Realizando a análise do custo e tempo de ciclo do processo.

É nesta etapa que a validade dos dados apresentados foi testada. Questionaram-se resultados não coerentes ou que gerem dúvidas, e quando necessário refizeram-se os experimentos de forma a obter resultados confiáveis.

É importante destacar que no fluxo, quando ocorre uma reclamação de cliente de um produto de revenda, a qualidade tinha por função costumeiramente solicitar ações corretivas da parte do fornecedor, não entrando em pauta a necessidade de revisão das técnicas de avaliação deste fornecedor. Isto se devia ao fato de que,

antes da implementação do modelo proposto de avaliação de fornecedores, o sistema de avaliação era mais estável e preso a procedimentos que dificilmente mudavam. O foco era que o fornecedor deveria resolver o problema e que a organização compradora pouco poderia fazer além de, em última instância trocar de fornecedor.

A não utilização da revisão de técnicas de avaliação nesta rotina gerava duas conseqüências, primeiramente o comprador ficava dependente, na espera da melhoria da qualidade dos fornecidos a seus clientes, da agilidade do fornecedor em resolver os problemas e apresentar soluções, em segundo, numa eventual troca de fornecedores não se sabia se de fato haveria um ganho real de qualidade com a troca. A dinâmica de revisão das técnicas de avaliação fez com que, além de organização compradora forçasse o fornecedor para implementação de soluções, também fossem pensados os processos internos de avaliação.

4.3.2.5 Atividade 5 – Implementando Reparos Rápidos

Na implementação do ciclo notou-se que muitos reparos rápidos aconteciam automaticamente ao ato sua identificação. Falhas humanas e de procedimento operacional eram imediatamente corrigidas antes mesmo do término das atividades anteriores. Reparos maiores que exigiam mudanças no sistema informatizado da empresa, treinamento ou consenso de várias áreas resolveram-se nesta etapa para posterior alinhamento dos processos e procedimentos.

4.3.2.6 Atividade 6 – Alinhando o Processos e Procedimentos

Como já comentado na atividade acima, os procedimentos que necessitassem ser mudados deveriam ser feitos nesta etapa. Portanto, após a implementação dos reparos, adequavam-se os procedimentos à realidade praticada e revisavam-se

os tempos padrões estabelecidos para cada operação, onde fosse aplicável.

4.3.3 FASE III – Direcionando o Fluxo do Processo

Para cada um dos processos analisados verificou-se a possibilidade de adoção de cada um dos 3 caminhos propostos por Harrington (melhoria, reprojeto e *benchmarking*), conforme apropriado para cada situação. Os caminhos escolhidos são apresentados nos estudos de caso deste primeiro ciclo do modelo conforme mostrado no item 4.4. deste capítulo, bem como as atividades de análise, seleção do processo e plano preliminar de implantação.

4.3.4. FASE IV – Implementação, Medições e Controles

4.3.4.1 Atividade 1 – Plano de Implementação Finalizado

Após a decisão pela implantação do modelo o projeto de alteração era submetido na forma de uma plano de ação à apreciação e discussão na reunião de IQF, caso o processo envolvesse alterações multisetoriais, embora fosse recomendável o uso do 5W2H, nem sempre realizava-se uma planilha nestes moldes, observou-se o uso de planilhas 3 W (Quem vai fazer, Quando e o que), conforme comentado no capítulo 2. No caso de alterações no processo estarem restritas apenas ao time envolvido a solicitação de recursos para cumprimento do plano era solicitada diretamente pelo time de melhoria às gerências envolvidas também acompanhada de um plano de ação.

4.3.4.2 Atividade 2 – Implementação do Novo Processo

Procurou-se sempre realizar um projeto piloto na implementação de um pro-

cesso, isto permitia a avaliação dos principais impactos da mudança sobre condições controladas. O projeto piloto acontece antes mesmo da alteração definitiva de eventuais procedimentos. Sendo o projeto piloto bem sucedido procedesse a implementação sistêmica do novo processo, constituindo alterações em procedimentos, treinamento, verificações e validações do processo e correções eventuais.

4.3.4.3 Atividade 3 – Medições do Processo

Verificou-se ser importância da execução de medições para evidenciar a melhoria obtida com o novo processo. Estas medições são formadas por índices como: redução do refugo, diminuição de reclamação de clientes, redução de estoques com diminuição do tempo médio de atraso, diminuição dos custos da má qualidade e diminuição do tempo gasto para realização da avaliação. Elas constituíam um forte argumento na tomada de decisão e justificava de recursos.

4.3.4.4 Atividade 4 – Sistema de *Feedback*

Quando terminada a implementação verificava-se se os resultados do processo de medição possibilitaram o alcance das metas propostas na fase inicial do projeto de mudança. Caso fossem alcançados, analisava-se criticamente se a meta deveria, portanto ser revisada, substituída ou mantida como um limite de monitoramento. Se as metas estabelecidas não fossem alcançadas iniciava-se um novo ciclo continuando a busca pelos seus atendimentos.

4.3.4.5 Atividade 5 – Custo da Má Qualidade

A Fábrica de compressores da Schulz utiliza entre os processos de avaliação de fornecedores o processamento contínuo dos custos da não qualidade internos e

oriundos de fornecedores. Esta análise fornece importantes dados para análise de quais são os locais e os fornecedores mais críticos para organização. Cada rejeição ocorrida em qualquer momento do processo fabril é registrada e informada ao pessoal responsável pela avaliação da qualidade e inserida no sistema informatizado, seu valor é quantificado e mensalmente um Gráfico de Pareto demonstrando os fornecedores mais críticos é analisado, servindo de base para necessidade de início de um novo ciclo de melhoria.

4.4 Casos Realizados Durante o Primeiro Ciclo do Modelo para Avaliação de Fornecedores e Produtos Já Existentes.

Neste item do trabalho são apresentados os estudos de caso referentes aos primeiros fornecedores selecionados, dentre os que deveriam ter suas técnicas de avaliação repensadas. Os fornecedores são tratados por números visando manter sua privacidade.

4.4.1 Caso 1 – Fornecedores Asiáticos de *Kits* Pneumáticos

Processo de manufatura/ industrialização: Cooperativas de montagem e fabricação de componentes.

Localização: China.

Itens que fornece : Kits pneumáticos compostos de pistola de ar, de pintura, de lubrificação e de calibração de pneus.

Situação inicial: Não era realizada avaliação de recebimento no produto neste item. Comprava-se o item para posterior revenda. Havia, no entanto, reclamações de campo oriundas de cliente recebidas pelo SAC (Serviço de Atendimento ao Consumidor). Os problemas mais comuns são falta de componentes no *kit*, vazamentos,

obstruções e componentes montados incorretamente ou fora do padrão. Os *kits* possuíam uma aplicação de uso *Hobby* ou semi-profissional. A Schulz trabalhava com 3 fornecedores destes *kits*, todos de origem asiática.

FASE I - Planejando a Melhoria: A identificação da necessidade de avaliação deste fornecedor surgiu no gerenciamento da rotina devido à solicitação do Serviço de atendimento ao consumidor (SAC). Quando estatisticamente o SAC identifica que um problema destacava-se dentre os demais, ele solicita a implementação de ações a qual ficou a cargo do pessoal responsável pela qualidade de fornecedores e que seguiu o modelo proposto para revisão do processo. Foi designado um técnico do grupo de qualidade dos fornecedores para estudar o processo.

Na definição das fronteiras preliminares foi descartado o monitoramento do fornecedor em suas instalações em virtude da distância. Sendo a fronteira inicial a chegada do produto no Brasil e a fronteira final nos dados da não qualidade provenientes de clientes.

Inicialmente não se verificou a necessidade de formação de uma equipe, acreditando-se que um técnico treinado nos métodos de trabalho seria suficiente para realização das análises e implementação de um plano de ação.

Geralmente a Schulz não costuma realizar inspeções de recebimento nos produtos de revenda, sendo apenas utilizada para a avaliação do fornecedor as ferramentas de verificação de amostras e lote piloto e, em se tratando de fornecedores internacionais, análise do sistema via questionário de auto-avaliação. O restante do monitoramento é realizado pelas eventuais ocorrências relatadas no processo fabril baseada nos custos da má-qualidade (o que não é aplicável a itens de revenda os quais não sofrem quaisquer beneficiamentos nas instalações da Schulz) e reclamações ou devoluções de clientes via SAC.

Identificou-se a necessidade da inspeção amostral dos lotes recebidos do produto com objetivo de analisar superficialmente o estado geral da qualidade do lote. Primeiramente optou-se por uma inspeção qualitativamente bastante rigorosa em todos os itens do *kit*, com o objetivo de identificar a conformidade ou não no recebimento. Optou-se por utilizar um plano de amostragem, baseado na NBR 5426, com nível S1, severo, e um plano de inspeção detalhado foi estabelecido. Os resultados comprovaram a existência de defeitos no lote. Num dos fornecedores todos os *kits* possuíam a altura do tubo de sucção da pistola de lubrificação maior que a altura do recipiente que a continha, provocando o encosto do tubo no fundo do recipiente e conseqüente obstrução do tubo. Além disso, foram encontrados pequenos vazamentos em dois *kits*. Estes defeitos impediam quaisquer possibilidades de liberação dos lotes. Verificando-se aleatoriamente outros *kits* observou-se o caráter sistêmico dos defeitos encontrados. O lote foi bloqueado e iniciou-se sua inspeção 100% e retrabalho com registro dos problemas identificados. Uma equipe de 2 colaboradores deslocados do processo fabril foi treinada pelo técnico para localizar, registrar e se possível corrigir os problemas detectados e, caso identificada alguma situação atípica o técnico responsável fosse prontamente informado. Em paralelo, iniciou-se o procedimento de inspeção amostral de outro fornecedor de *kits*. Os resultados foram semelhantes apresentando também necessidade de inspeção 100% dos itens.

Durante a inspeção de recebimento nos fornecedores foram localizados vários outros pequenos defeitos que evidenciavam a necessidade de inspeção 100% na chegada de quaisquer novos lotes.

Foi estabelecido um plano de gestão de mudança com o objetivo de garantir a qualidade do produto ao consumidor reduzindo a um índice inferior a 0,05% (5 partes em 10000) o índice de reclamações. Nesta situação não era válida a melhoria

dos índices de IQF, de sistema ou de refugo, pois isto não garantiria a supressão de reclamações de clientes.

FASE II - Entendendo o Processo – Foram traçados dois fluxogramas para o entendimento dos processos referentes à avaliação da qualidade dos itens fornecidos. O primeiro fluxograma, apresentado na figura 29, refere-se ao processo de aprovação de amostras.

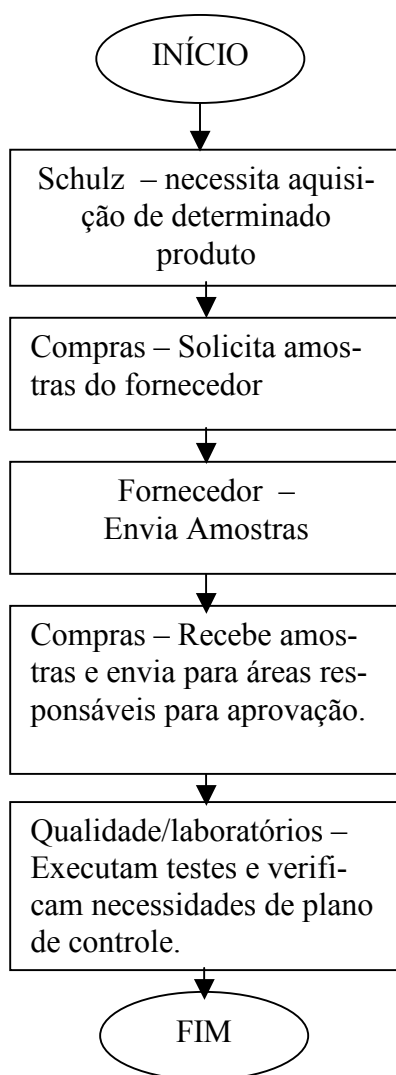


Figura 29 Fluxograma do Processo de Aprovação de Amostras.

Considerando a aprovação de amostras como uma técnica de avaliação de fornecedor, era necessário entender o que havia falhado durante esta análise inicial do produto, a qual não previu a necessidade de técnicas complementares de avaliação.

Observando-se os testes realizados na análise de submissão de amostras iniciais do fornecedor, nem todos os característicos importantes para o fornecedor e registrados nas reclamações de campo foram considerados. Os problemas mais críticos encontrados no enquadramento do processo foram:

- a) Nem todos os teste funcionais nos itens do *Kit* em condições similares às do uso pretendido haviam sido realizados;
- b) Os engates rápidos do componentes do *Kit* não possuíam as tolerâncias de encaixe especificadas ficando a critério do fornecedor o arbítrio sobre estas especificações;
- c) O fornecedor também não possuía especificações de tolerâncias em seus desenhos.

Na análise dos fluxogramas referentes às etapas do processo observou-se que a atividade de Aprovação de Amostras, não havia considerado característicos importantes de serem avaliados. O fluxograma de análise de amostras, no entanto não mereceu nenhuma alteração. Partiu-se, portanto para análise do fluxo do produto adquirido apresentado na Figura 30, pág. 190, o qual referia-se desde à chegada ao porto no Brasil até o tratamento dado a eventuais não conformidades observadas por clientes em campo.

Não havia nenhum tipo de verificação no recebimento do produto e em nenhuma etapa dos processos da empresa.

Devido ao fato de se tratar de um item importado o produto possuía um alto nível de estoque de segurança. Na eventualidade de uma rejeição o encaminhamento de ações para correção dos problemas dificilmente poderia representar risco de parada de produção, não se necessitando de cálculos complexos para verificar os impactos da rejeição no sistema de produção.

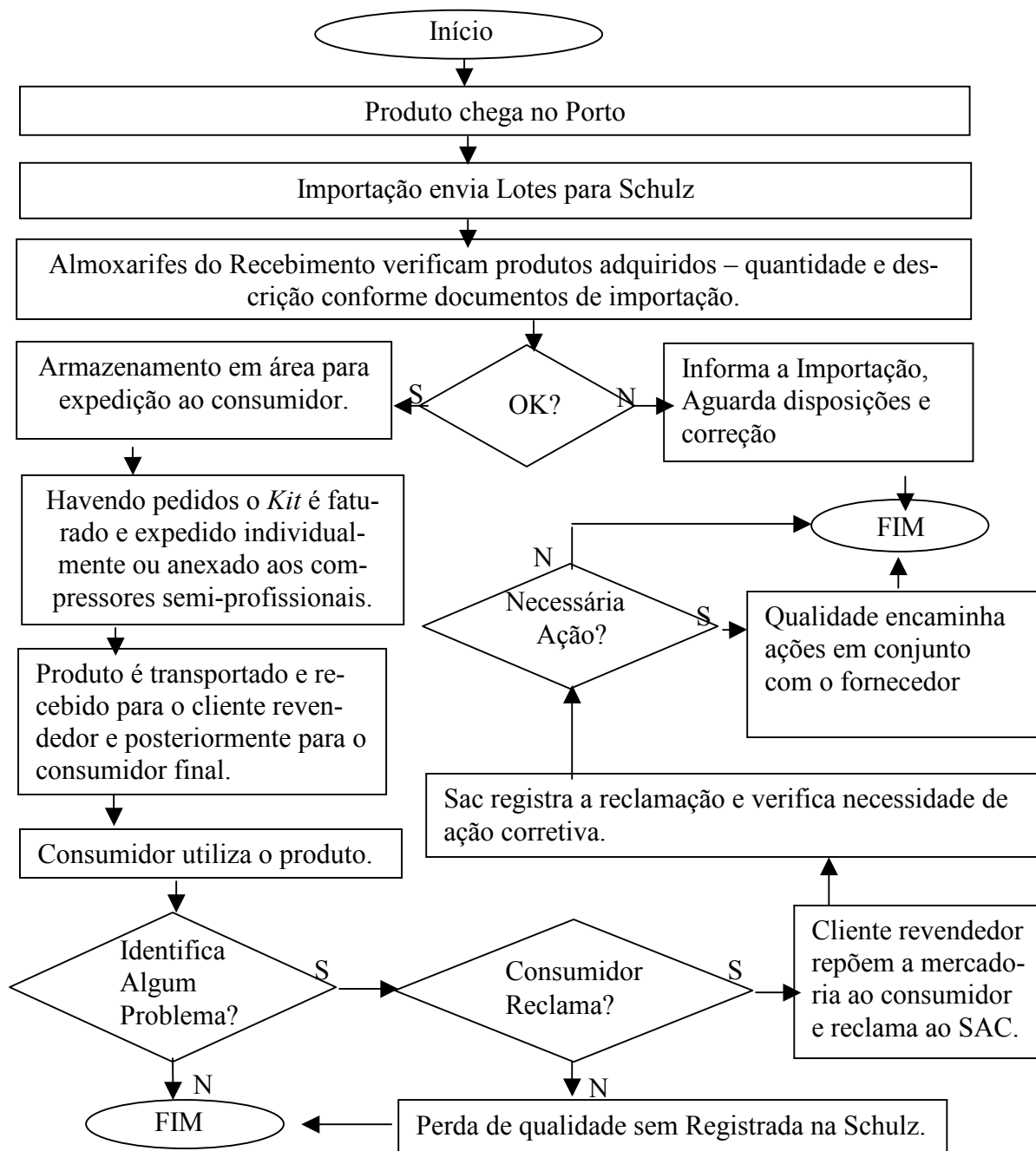


Figura 30 Fluxo dos *kits* Importados adquiridos

O custo de cada *kit* importado da Ásia era de 10 U.M. Obtiveram-se, através da análise de custo e tempo da inspeção, os seguintes resultados:

- O custo calculado para realização da inspeção de cada peça correspondia a 0,33 UM (unidades monetárias);
- A velocidade de inspeção era de 50 peças por homem/hora;

- c) O custo médio para realização do retrabalho nas peças segregadas como não conformes, por possuírem pequenos defeitos, era cerca de 0,95 UM (unidade monetária) e afetava cerca de 20% dos lotes.
- d) A quantidade estimada de *Kits* sucateados era de 2,00%;

A análise dos resultados da inspeção 100% conclui pela necessidade da utilização desta ferramenta, em caráter de disposição (retrabalho de produtos) até a decisão sobre quais alterações seriam necessárias no processo. Os planos de controle e o sistema de gestão foram alterados para contemplar esta atividade, os setores de logística, aos quais pertenciam o setor de Planejamento e Controle da Produção e Métodos (PCPM) e o setor de compras foram comunicados da necessidade da inspeção e de suas conseqüências no *lead-time* (Tempo de execução do ciclo do produto).

FASE III – Direcionando o Fluxo do Processo – Estudaram-se as seguintes possibilidades de opções de direcionamento:

- a) redesenho do processo: dentre as possibilidades estudadas uma das alternativas foi a subcontratação de uma empresa para a inspeção dos itens importados. Nesta ocasião a operação logística deveria ser minimizada para que o custo da adição desta tarefa no sistema fosse o menor possível. A sugestão consistiu no envio dos kits, após sua chegada no porto, diretamente para o subcontratado onde se realizaria a inspeção 100% e os retrabalhos e posterior reenvio de peças revisadas conformes e peças não conformes com defeito para a Schulz. Os custos estimados desta operação seriam de 0,52 UM por peça, para o subcontratado. O ressarcimento das peças não conformes no lote deveria ser negociado com o fornecedor, de modo que organização não arque com perdas resultantes da má qualidade;

- b) inovação do processo: Outra possibilidade verificada seria a modificação do fornecedor e a nacionalização do produto. Para isso iniciou-se um processo da cotação do *kit* e de suas partes no mercado interno em diversas empresas. Não houve cotação de fornecimento de *kit* a Schulz por menos de 23,00 UM;
- c) Benchmarking: foi estudado como era realizado o controle de qualidade de uma outra organização, a qual importava relógios e equipamentos eletrônicos da Ásia. A organização possuía inspeção 100% de recebimento interna, no qual separava as peças não conformes, caso a quantidade de não conformes excedesse as quantidades previstas no contrato de compra, o fornecedor era acionado para ressarcimento. Este processo tornou-se bem semelhante ao obtido no redesenho do processo.

A inspeção pela própria Schulz foi descartada pela sazonalidade da operação e por não estar diretamente relacionada ao negócio da empresa. Analisando as possibilidades abordadas e considerando benefício x custo x risco obteve-se a tabela 3.

Tabela 3 - Comparação de Opções do Processo.

Processo	benefício	custo	risco
Adoção de Terceirização da Inspeção 100%	Certeza de melhoria da qualidade percebida pelo cliente	10,52 UM. Aumenta em 0,5% o custo atual.	Não ocorrem aumentos de riscos.
Nacionalização de fornecedor com inspeção no seu processo .	Maior controle dos processos do fornecedor	23,00 UM. Aumento superior a 100%.	Não se conhecem os riscos.

Em virtude dos custos envolvidos tornou-se óbvia a decisão pela sistematização da inspeção 100%, tomada em conjunto pelo pessoal de logística, importação, qualidade e produto.

O plano preliminar consistia então de que, antes de ser recebido na organização compradora, passaria por uma inspeção 100%, realizada por uma organização

subcontratada com pessoal treinado e qualificada pelos técnicos da qualidade da organização compradora. Esta ação de contenção objetivava reduzir sensivelmente a probabilidade de produtos não conformes serem fornecidos ao consumidor final.

FASE IV – Implementação, Medições e Controles. Foi preparado um plano de implantação conforme o Quadro 4.

O QUE FAZER	QUEM	QUANDO	ONDE	COMO
1. Definir Subcontrato	Comprador	1ª. semana	-----	Escolher o subcontratado, planejar e negociar contrato de serviço
2. Treinar subcontratado	Técnico Qualidade	2ª. até 6ª. semana	Schulz	Treinamento <i>in loco</i> durante Execução de inspeção 100%
3. Transferir Atividades para subcontratado.	Técnico Qualidade	7ª. semana	Subcontratado	Instalação de equipamentos e recursos para realização dos testes.
4. iniciar avaliação da Qualidade do subcontratado	Técnico da Qualidade	8ª. semana em diante	Instalações do Subcontratado e recebimento	Analisando processo de inspeção e infra-estrutura. Analisando qualidade do produto recebido
5. Analisar reclamações de campo	Analista SAC	8ª. semana em diante	SAC	Verificar se houve redução de reclamações e se os objetivos iniciais da mudança no método de avaliação foram atendidos
6. Propor desvios, caso necessário	Gestor Qualidade	Quando necessário	Onde apropriado	Agir no caso de algum desvio

Quadro 4 Plano de Ação do Caso 1. Fonte: Schulz SA.

O processo foi implementado conforme previsto no plano. Após algumas semanas de implementação do início das inspeções 100% observou-se sensível redução das reclamações, não constando reclamações de vazamentos, quebras e faltas de peças em lotes posteriores a data de implementação do sistema.

Conseguiu-se também, através deste mecanismo, medir a qualidade total do lote com relatórios do subcontratado e acompanhamento de suas atividades de inspeção. Tornou-se possível avaliar a performance do material fornecido a cada lote

peção. Tornou-se possível avaliar a performance do material fornecido a cada lote e tendências de melhoria ou queda de qualidade (avaliação esta impossível da forma com que o processo acontecia anteriormente) permitindo que, caso a qualidade do fornecedor comece a melhorar, os métodos de avaliação possam ser revistos e alterados, ou seja, melhorados continuamente. Iniciou-se o monitoramento estatístico dos custos da má-qualidade do lotes inspecionados e retrabalhados.

Resultados: Não se evidenciaram reclamações nos lotes que passaram pelo novo processo até a 32^a. semana após a adoção do modelo, revelando que a meta de redução de reclamações para menos de 0,05% havia sido atingida até o presente momento;

Observações: O aumento de custo gerado pela reinspeção e retrabalho do lote impactaram menos no produto do que as sucessivas variações cambiais do dólar em relação a moeda brasileira, sendo um valor perfeitamente justificável em relação à qualidade percebida pelo cliente.

Conclusões: Embora o fluxo de alteração do processo possa parecer óbvio para alguns leitores deste trabalho, nota-se que a subcontratação de uma empresa, para prestar um serviço de contenção e retrabalho, num produto com volume de vendas mensal na casa de milhares de unidades é uma decisão que deve ser claramente justificada por ser totalmente contrária ao princípio de "Fazer certo" proposto pela filosofia da qualidade total e em virtude dos valores monetários envolvidos, embora o caminho tomada seja perfeitamente condizente com a filosofia da função perda de Taguchi e com os oito princípios da qualidade. O modelo aplicado tornou fácil a apresentação de argumentos para implementação da mudança, embora parecesse, sem a devida justificativa, contraditória e paradoxal.

A figura 31 apresenta o fluxograma dos kits após alteração do processo.

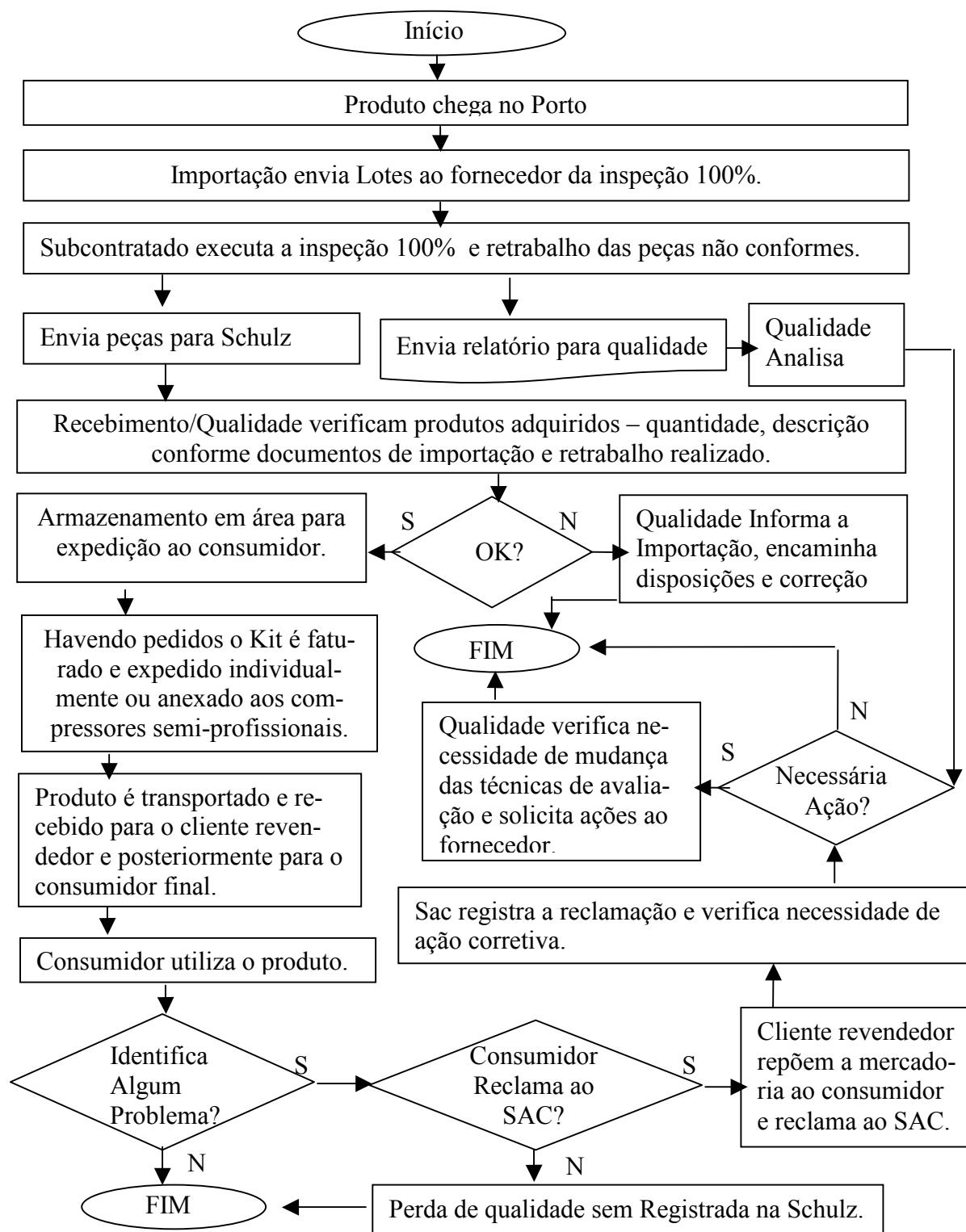


Figura 31 Fluxograma dos Kits após Alteração do Processo.

4.4.2 Caso 2 – Fabricante de válvulas e dispositivos de controle de fluxo para produtos pneumáticos.

Processo de manufatura/ industrialização: Usinagem/ Manufatura e calibração de válvulas de segurança para compressores de ar.

Localização : Estados Unidos.

Itens que fornece: Válvulas de segurança de compressores de ar.

Situação inicial: O fornecedor possui certificação ISO 9001 para sistema de gestão (índice de sistema =100%) e possui selo "UV" (certificação de produto específica para válvulas de segurança, fornecida pela *American Society of Mechanical Engineers*). O fornecedor apresentou sucessivos lotes com problemas de regulagem das válvulas detectados no recebimento. Elas apresentavam-se fora da tolerância constante na especificação técnica de fornecimento. O fornecedor alegou todas as vezes que houve "falha humana" na regulagem das válvulas por parte de seus colaboradores. A reincidência das ocorrências pressupôs que o fornecedor possuía dificuldades para a implementação de ações corretivas eficazes.

As válvulas de segurança são dispositivos os quais devem assegurar o escape da pressão excedente do reservatório, no caso de falha dos dispositivos que desligam o compressor quando a pressão atinge uma determinada faixa (pressostato) ou falha nos quais permitem o escape da pressão excedente (válvulas de alívio). A válvula de segurança é um componente que pode, havendo não conformidade e dependendo do tipo, colocar em risco à integridade das vidas próximas ao vaso de pressão. As válvulas em questão são fornecidas lacradas sendo impossível a realização de retrabalhos sem dano à configuração original do equipamento.

FASE I - Planejando a Melhoria: O histórico de sucessivas rejeições no recebimento fez com que o índice de qualidade deste fornecedor o fizesse aparecer no Gráfico de Pareto do IQF entre os principais fornecedores com nível de qualidade indesejável. Este aspecto fez o responsável pela qualidade de fornecedor questionar

através do modelo de racionalização se as técnicas de avaliação utilizadas neste processo poderiam ser substituídas ou melhoradas e para isso começou o estudo deste produto juntamente com outros dois técnicos.

Na definição das fronteiras preliminares também foi descartado o monitoramento do fornecedor em suas instalações em virtude da distância. Sendo a fronteira inicial a chegada do produto no Brasil. Na fronteira final, no entanto, foram considerados os dados da não qualidade provenientes da linha de montagem, visto que, é inadmissível, em virtude da criticidade do produto, que peças com determinado nível de regulação fora das especificações sejam liberadas a clientes.

Este produto passava por um processo de inspeção de recebimento baseado na NBR 5426, com NQA 2,5, nível I, normal. Este procedimento estava se mostrando eficaz nas inspeções de recebimento realizadas, porém o questionamento das técnicas de avaliação era importante na prevenção de eventuais falhas de inspeção. A figura 32 mostra a CCO (Curva Característica de Operação) para um lote de inspeção de válvulas contendo entre 1201 e 3000 peças. Neste estudo o tamanho de amostra é 50 e o número máximo de peças não conformes permitido pelo plano é de 3 peças.

Dentro do enquadramento dos processos verificou-se que de fato o característico mais importante era a pressão de abertura da válvula e que esta estava sendo corretamente analisada. As tolerâncias estavam corretamente definidas como sendo $\pm 3\%$ do valor nominal da válvula, ou seja, uma válvula de 135 Psi, poderia variar entre 131 Psi e 139 Psi.

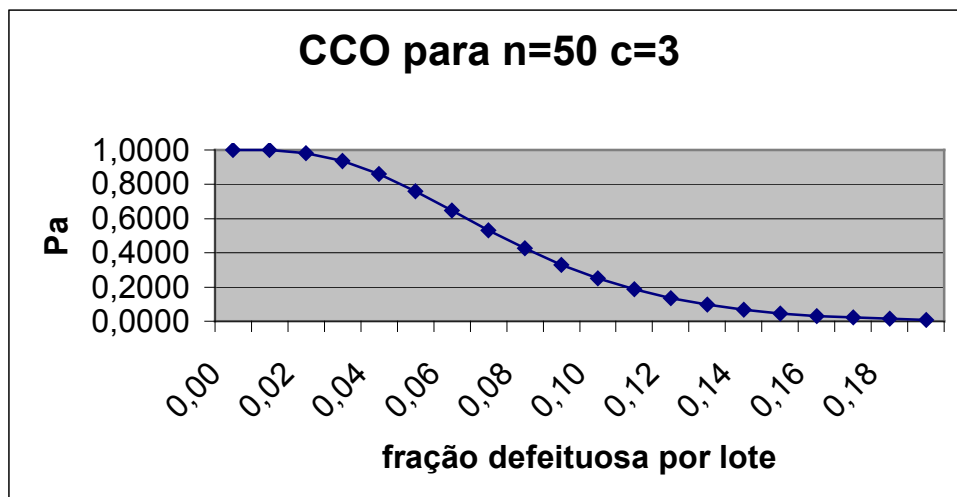


Figura 32 Fração defeituosa por lote para NQA 2,5 Nível I, Normal.

Uma das medições mais importantes para entender o comportamento e variabilidade do processo de fabricação das válvulas era se os valores obedeciam a uma distribuição normal. Amostrando-se sucessivos lotes, inclusive os rejeitados, verificou-se através do histograma a simetria da distribuição e através de um cálculo de curtose via função do Excel® que a regulação da pressão de abertura nas amostras era aproximadamente normal e simétrica. Portanto era possível o cálculo de uma média da amostra e de um desvio padrão da amostra, isto permitia prever a probabilidade de peças não conformes existentes no lote e o quanto estas amostras poderiam estar fora.

Em um dos recebimentos mais críticos foram inspecionados 18 lotes de 14 tipos de válvulas. Seis tipos de válvulas foram rejeitados por estarem com a faixa de medição não conforme (alta variabilidade). Os resultados das peças rejeitados são mostrados na tabela 4. Os outros lotes foram aprovados dentro de uma faixa de aceitação ditada pelo plano de inspeção baseado na NBR 5426 NQA 2,5 nível I normal.

Tabela 4 - Tabela dos Resultados de Inspeção das Amostras em um Recebimento de Lotes de Válvulas Não Conformes (Valores de Pressão em Psi).

Amostra	Quantidade (peças)	Valor nominal	Especificação		Valores Amostrados		desvio
			Max.	Min.	Média	Desvio Pd.	
1	1000	135	131	139	139,6	3,87	+ de 50% acima do especificado.
2	100	210	204	216	201,0	1,42	+ de 50% abaixo do especificado
3	250	185	180	190	194,2	5,25	+ de 50% acima do especificado.
4	60	265	257	273	250,8	1,09	~100% acima do especificado
5	6000	150	146	154	152,1	4,05	32% de acima do especificado e 6% abaixo do especificado.
6	8500	125	121	129	130,8	5,14	+ 50% de acima do especificado

Fonte : Schulz SA.

Observando-se os riscos para o cliente pode-se verificar que o caso 2 não ofereceria risco para o consumidor em virtude de estar abaixo do limite especificado, nesta situação o problema seria detectado na produção, pois a válvula de segurança seria acionada antes do desligamento do pressostato. Isto causaria transtornos referentes a parada do processo padrão de produção, retrabalhos na linha de montagem causados pela desmontagem do produto não conforme e remontagem do produto, além de outros transtornos pela necessidade de análise individual da peça não conforme pelo pessoal de controle da qualidade. Os casos onde a tolerância ficaria acima do especificado podem apresentar risco teórico de segurança ao consumidor pois, pela natureza de construção os vasos de pressão possuem risco de explosão.

Para se saber em que situações haviam riscos, fazia-se necessário retornar ao projeto do vaso de pressão. Necessitava-se analisar se a especificação média adicionada a um número de desvios padrão (suficientemente adequado para garantir a aplicação sem transtornos), estaria dentro de um limite de segurança calculado.

Este cálculo deveria contemplar a pressão do vaso decrescido de, no mínimo, um determinado número de desvios, de forma a tornar a probabilidade muito baixa de ocorrer quaisquer falhas por acionamento tardio.

A decisão do uso de válvulas fora do especificado só poderia ser possível através da análise e revisão pelo engenheiro responsável pelo projeto do vaso de pressão juntamente com engenheiro da qualidade sobre os aspectos de segurança do projeto e dos testes práticos executados. Além dos cálculos de fator de segurança teóricos os vasos de pressão onde são montadas estas válvulas são testados 100% hidrosticamente a uma pressão 50% da nominal do vaso (segundo condições da Norma Regulamentar NR13 do Ministério do Trabalho), também existe um fator de segurança entre o vaso de pressão e sua aplicação máxima no compressor. Mesmo assim, falhando o pressostato e a válvula de segurança simultaneamente o material do vaso possui propriedades físico-metalográficas que dificultariam a propagação de trincas evitando explosões.

Teoricamente o mais provável, na ocorrência da pane total seria a abertura de uma rachadura e o vazamento contínuo de pressão, inutilizando o vaso.

Em situações onde fosse necessária a liberação de peças para a produção o procedimento padrão constituía-se de inspeção 100% onde as peças fora dos limites de especificação são segregadas e, conseqüentemente, peças dentro dos limites, liberadas.

Com base nos resultados das medições realizadas e análise estatística da curva de operação do plano de amostragem foi então desenvolvido um plano de gestão de mudança.

O plano de gestão de mudança continha como missão a equipe: assegurar uma maior confiabilidade no processo de inspeção de recebimento das válvulas. A

confiança de peças dentro da especificação deveria ser maior que 3 desvios padrão (3 sigmas). Dentre as medições que deveriam ser realizadas estavam a quantificação dos custos de inspeção por item e perda por não conformidade encontrada na inspeção, além das estimativas de frações não conformes. Uma das diretrizes fundamentais do plano era de procurar não aumentar o tempo de inspeção do produto. Por se tratar de um produto importado a empresa costumava ter grandes estoques na produção não sendo dada ênfase durante o estudo ao lead-time de inspeção e impactos da rejeição nos estoques.

FASE II- Entendendo o Processo –desenvolveu-se um fluxograma do processo apresentado na figura 33 o qual referia-se ao fluxo do produto desde sua chegada na Schulz até o monitoramento dos custos da não qualidade na linha de produção.

Os lotes recebidos destas peças, costumavam apresentar tamanho médio acima de 1200 peças. Traçando-se a curva da qualidade média resultante QMR, para um lote de tamanho de 3200 peças (pior condição da codificação de amostragem H da tabela 1 da NBR 5426 entre 1201 e 3200 peças) obteve-se um limite de qualidade média resultante próximo a 2,8% (figura 34) , supondo-se obedecidos todos os procedimentos recomendados para uma inspeção por amostragem. A pior qualidade resultante do lote correspondendo a um nível de 2,8% de novo é inaceitável para este tipo de produto.

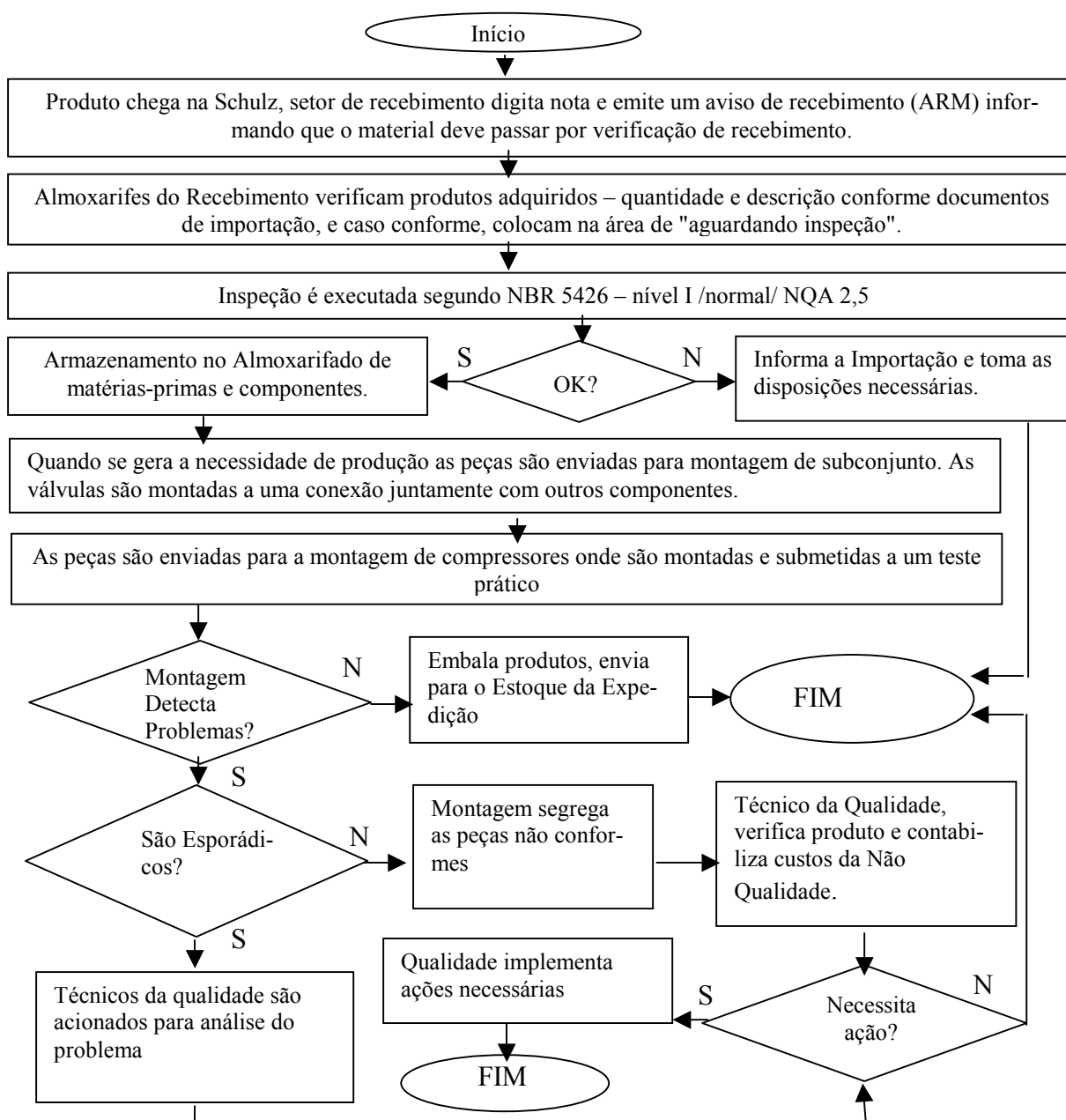


Figura 33 Fluxograma de Processo de Avaliação de Válvulas de Segurança.

Observando-se as probabilidades de aceitação da OCC apresentada na figura 32 nota-se que existe uma grande probabilidade de aceitação de lotes com mais de 2,5% de peças não conformes. A probabilidade de aceitação de um lote com 8% de peças não conformes, no recebimento, é próxima a 20%. Estas probabilidades de aceitação não estavam de acordo com os objetivos de qualidade estabelecidos na Schulz.

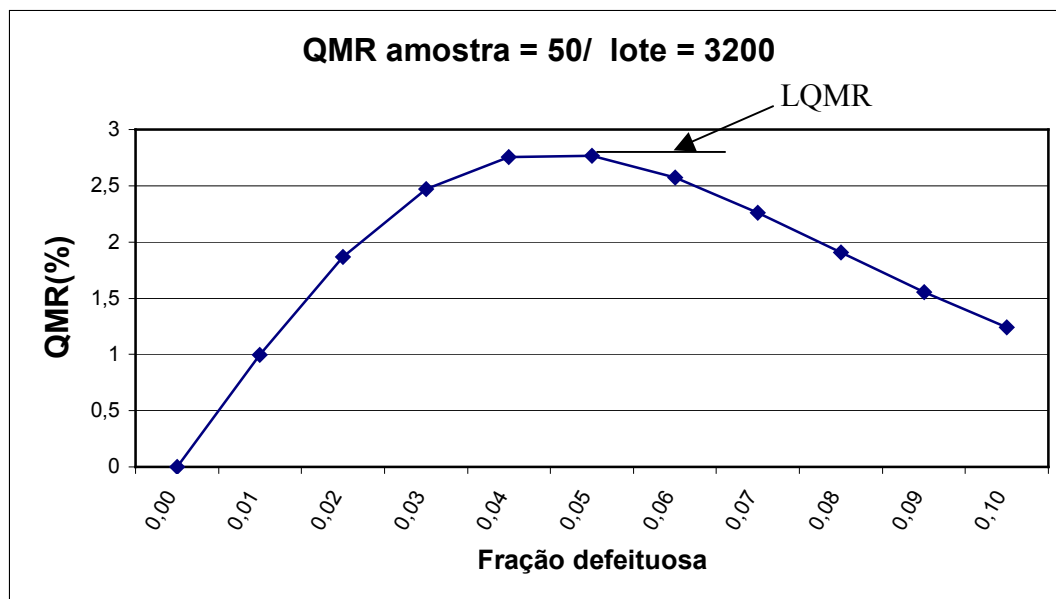


Figura 34 Curva de Qualidade Média Resultante para Uma Amostra de 50 peças em Um Lote de 3200 peças. Nota: o LQMR (Limite da Qualidade Média Resultante) é próximo a 2,8%.

Para elaboração da análise de custo fez-se algumas considerações:

- estas rejeições (na média 2,8% dos lotes), na pior condição, foram concentradas unilateralmente ou no limite superior ou no inferior da especificação;
- a distribuição da variação de regulação das válvulas se comporta de maneira próxima a normal.

O cálculo para o desvio padrão de cada condição poderia ser feito utilizando uma tabela de distribuição normal coletando-se o número de desvios padrão na curva de distribuição padrão cumulativa, havendo 2,8% de rejeição unilateral far-se-ia 1 (área total da curva) – 0,028 (fração de defeitos) = 0,972. Na tabela este valor está a aproximadamente 1,92 desvios padrão do centro. Para se saber o valor do desvio padrão desta curva basta dividir o valor do limite de especificação do limite de especificação pelo número de desvios padrão.

Exemplo: Na válvula de 135 Psi. a tolerância de especificação é de 3%, ou seja, $135 + (0,03) \times 135 = 139,05$ Psi, ou seja a faixa de especificação unilateral é de 4,05 Psi (139,05 - 135). Considerando que 2,8% das peças sejam montadas com

problemas, isto corresponderia a 1,92 desvio padrão (como comentado no parágrafo acima). Para se saber o valor do desvio padrão dividir-se-ia o valor da especificação (4,05Psi) pelo número de desvios padrão (1,92) . Portanto o valor do desvio padrão neste cálculo é aproximadamente 2,11 Psi.

Este cálculo feito via tabela pode ser demonstrado pela função densidade de Distribuição Normal, equação 4.1.

$$Q_1 = \int_{-\infty}^{4,05} \frac{1}{\sqrt{2\pi} \times 2,11} \times e^{\left(\frac{-y^2}{2 \times (2,11)^2}\right)} dy \quad \text{Equação 4.1}$$

onde:

- Q_1 é igual a $1 - 0,028 = 0,972$ (pois, $2,8\% = 0,028$);
- O valor 2,11 Psi corresponde ao desvio padrão do lote exemplo, utilizado neste cálculo.

Levantou-se, além do valor do desvio padrão estimado, alguns valores de custos e tempos necessários para o cálculo da FASE II:

- a) Custo de inspeção de uma válvula = 0,59 UM. Considerando 2 minutos por válvula;
- b) Custo de retrabalho de uma válvula aprovada = 1,40 UM. Necessitando 10 minutos por válvula;
- c) Custo do sucateamento de uma válvula = 1,47 UM.

O custo total da peça com defeito encontrada na linha de montagem é dado basicamente pelo custo do sucateamento da peça adicionado ao custo do retrabalho, ou seja, seu valor total é 2,87 UM.

Um reparo imediato feito no processo foi a não admissão de peças defeituosas para a aprovação do plano de amostragem. A utilização de planos de amostra-

gem que permitem a aprovação de peças não conformes sem restrições foi duramente criticada por vários autores conforme apresentado na justificativa teórica deste trabalho.

A curva CCO para a condição de não aceitação de peças não conformes está mostrada na figura 35. O plano para 3200 corresponderia ao NQA 0,25.

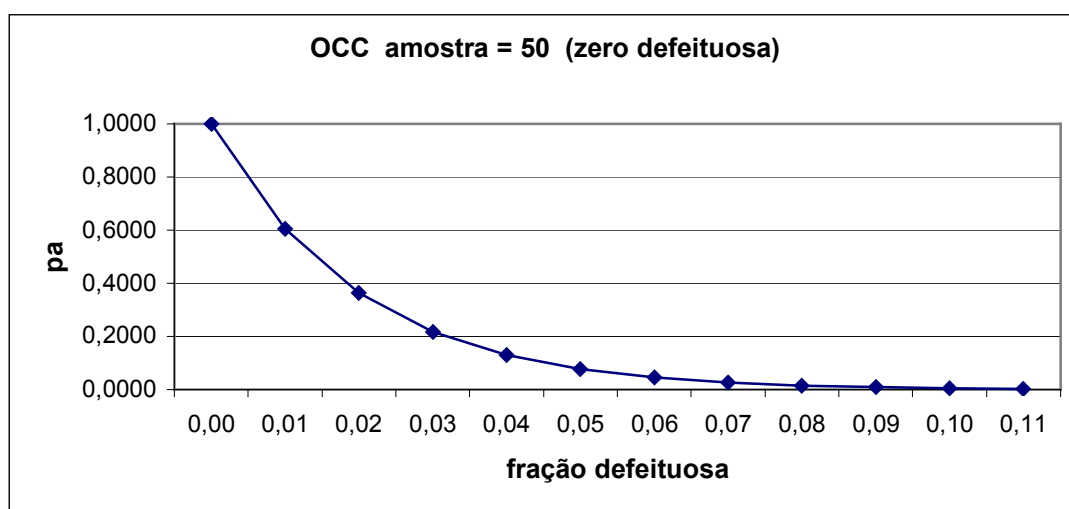


Figura 35 CCO para uma Amostragem de 50 peças e Não admitindo Peças Não Conformes na Amostra.

O LMQR com o novo plano amostral não permitindo defeitos na amostra tornou-se 0,72 %. Este valor, embora não estando de acordo com a filosofia de "zero defeito" resultava em uma menor quantidade de estatística de peças não conformes liberadas para produção pelo processo amostral.

Esta alteração causou algumas modificações nos procedimentos de inspeção, sendo necessária a revisão do plano de controle e treinamento do pessoal envolvido. Além disso, os cálculos para análise de custo utilizando um desvio padrão, conforme calculado para o NQA 2,5 em alguns parágrafos acima deveria ser feito para esta nova condição, então, $1 - 0,0072$ (0,72%) = 0,9928, verificando na tabela cumulativa de distribuição normal 0,9928 corresponde aproximadamente a 2,45 desvios padrão. Dividindo-se 4,05 Psi por 2,45 desvios padrão obter-se-ia o valor do des-

vio padrão de 1,65 Psi.

FASE III – Direcionando o Fluxo do Processo. Estudou-se primeiramente a opção de direcionamento baseada na Inovação do Processo.

Uma das possibilidades de inovação para a garantia da qualidade seria a substituição do fornecedor por outro que pudesse fornecer uma peça similar com qualidade superior e a certificação de produto "UV" (conforme a Norma ASME) para válvulas de segurança. Uma das preocupações na substituição do fornecedor é o compromisso com a parceria e o benefício mútuo existente na organização compradora. A falta de qualidade do produto e a dificuldade do fornecedor nas implementações de ações corretivas eficazes comprometia o compromisso da organização de satisfazer as necessidades de seus clientes.

A substituição do fornecedor só seria viável acompanhada da nacionalização do produto, do contrário, o desenvolvimento da avaliação da qualidade do fornecedor estaria no mesmo nível do atual. Para isso foi envolvido no grupo um comprador para contribuir com a prospecção do mercado. Os resultados da análise demonstraram que não havia, dentre os fornecedores pesquisados, nenhum habilitado para o fornecimento destas válvulas nas condições e custo objetivo necessários. Este processo seria demorado e os riscos, principalmente quanto ao atendimento do custo objetivo eram grandes.

Partiu-se então para o redesenho do processo. Surgiram duas possibilidades de redesenho do processo: a adoção de inspeção 100% e a modificação do modo de inspeção amostral. Para a tomada de decisão utilizaram-se duas ferramentas de análise:

- a) A função perda de Taguchi;
- b) E as ferramentas de custo médio total mínimo de Deming.

O método da função perda de Taguchi pode ser utilizado para analisar se a inspeção 100% é ou não viável. Para isso compara-se os dois custos obtidos da função perda :

- O custo sem inspeção 100% no recebimento;
- O custo com inspeção 100% no recebimento.

A equação da função perda total prevista na não inspeção é dada pela equação :

$$L_{s.Insp.} = k \times \sigma^2 \quad \text{equação 4.2}$$

onde :

$$k = \frac{L_{total}}{\Delta^2} \quad \text{equação 4.3}$$

L_{total} = perda total causada por uma unidade defeituosa constituindo-se de perda do sucateamento da peça e mão de obra para retirá-la e substituí-la na linha de produção.

Δ = desvio máximo de especificação permitido do valor ideal

σ = desvio padrão esperado dos lotes.

Considerando-se a avaliação do lote após a inspeção amostral NQA 2,5 nível I e LQMR = 2,8%, obtendo-se um desvio padrão teórico de 2,11, tem-se o cálculo a esperança matemática do custo por item apresentado abaixo:

$$L_{s.insp} = ((2,87)/(4,05)^2) \times (2,11)^2 = 0,7789 \text{ U.M./item.}$$

Com a modificação feita ainda na FASE II , para um plano de amostragem onde a amostra não admitisse peças com defeito, com um LQMR = 0,72% e um desvio padrão teórico de 1,65 , obtem-se:

$$L_{s.insp} = k \times (1,65)^2 = 0,4763 \text{ U.M./item.}$$

Nota-se que a adoção de um novo plano de amostragem reduziu a perda de qualidade das peças liberadas para produção, porém aumenta estatisticamente a

probabilidade de lotes rejeitados que necessitam de inspeção 100%. Este custo porém não é repassado à sociedade e nem assumido pela organização compradora, pois nela o custo da inspeção 100% devido à rejeição do lote em um processo amostral é repassado ao fornecedor.

Para calcular o custo da inspeção 100% no recebimento é necessário utilizar a equação 4.4.

$$L = CII \times (PNCI \times FNC) + (k \times v_s^2) \quad \text{Equação 4.4}$$

onde:

L = perda total prevista no caso de inspeção 100%

CII = custo da inspeção por item

PNCI = perda por não conformidade encontrada na inspeção

FNC = fração não conforme

v_s^2 = variância da distribuição calculada pela equação 4.5.

A Equação 4.5 mostra o cálculo da variância para a condição de amostragem baseada no LQMA = 2,8, com desvio padrão igual a 2,11psi.

$$v_s^2 = \frac{1}{Q_1} \times \int_{-\infty}^{+4,05} \frac{y^2}{\sqrt{2\pi} \times 2,11} \times e^{\left(\frac{-y^2}{2 \times (2,11)^2}\right)} dy \quad \text{Equação 4.5.}$$

O valor da variância resultante da equação é igual à 3,89.

O resultado de $L = 0,585 + (2,87 \times 0,028) + (0,1747 \times 3,89) = 1,34$ U.M/item

Para o LQMR = 0,72% com desvio padrão igual à 1,65Psi

O resultado de $L = 0,585 + (2,87 \times 0,0072) + (0,1747 \times 2,59) = 1,06$ U.M/item

Na tabela 5 pode-se observar as diferenças entre o custo com e sem inspeção 100% no recebimento.

Tabela 5 Diferenças de Custo Com e Sem Inspeção.

	Com inspeção 100% (U.M.)	Sem inspeção 100% (U.M.) e com inspeção amostral
LQMR = 2,8%	1.34	0,7789
LQMR = 0,72%	1.06	0,4763

Considerou-se também nos casos de inspeção 100% que a qualidade máxima de produtos não conformes fornecido será igual a LQMR especificada. Pelos dados das amostras da tabela 4 é esperado que o valor seja muito maior que este, porém, percebe-se que mesmo com este valor consideravelmente mais baixo que o real a inspeção 100% é inviável. Isto se deve ao fato de que o custo da inspeção é consideravelmente próximo do valor da peça. Isto pode ser observado através do custo mínimo total de Deming onde a necessidade de inspeção é dada pela relação $k1/k2$ onde $k1$ é o custo de inspeção de uma peça e $k2$ é o custo de reparo. Como a pior proporção de um lote de peças não conformes não pode ser superior ao resultado da relação para que não haja inspeção 100%, do contrário a inspeção deve ser realizada.

No caso estudado esta relação é igual a $0,59/2,47 = 0,23$. Ou seja, o número de peças não conformes sendo pior que 23%, a inspeção 100% deve ser regra. Embora se perceba pelos resultados da tabela 4 que existem fornecimentos com quantidades de peças não conformes maior que isto, a inspeção amostral consegue garantir uma LQMR bem inferior a este valor.

Um fator que deve ser considerado é a redução do custo da inspeção 100% através da realização desta tarefa por pessoal treinado, porém, menos especializado do que o técnico da qualidade que realiza a inspeção amostral. Neste caso o custo da inspeção 100% pode cair para 0,076 U.M.

O único inconveniente desta decisão é o problema da carga variável do trabalho de inspeção descrito por Deming (1994,p.299). Em virtude da sazonalidade de

chegada dos lotes não se pode garantir o trabalho contínuo do pessoal responsável pela inspeção 100% resultando em desperdício de recursos humanos e dinheiro. Uma maneira de resolver isso é a subcontratação dos inspetores conforme tratado no caso 1. Mesmo assim o custo de inspeção 100% pela função perda seria de 0,831 U.M. , a proporção do custo total mínimo seria de 0,03%, ainda superiores ao custo da não inspeção 100% com inspeção amostral e LQMR = 0,78%.

Uma vez que a inspeção 100% para este caso seja não recomendável, outra possibilidade para a melhoria da inspeção seria a inspeção do lote por variáveis. A adoção de planos de amostragem baseados na NBR 5427 não é recomendável, pois permite uma percentagem defeituosa de peças na amostra. O tempo necessário para a análise estatística da amostra não seria dispendioso caso auxiliado por computador em relação aos benefícios que a informação por variáveis poderia acrescentar.

O *benchmarking* com outras organizações não foi realizado neste estudo de caso.

FASE IV – Implementação, Medições e Controles. O plano de implantação se dividiu em duas frentes uma de curto prazo e outra de longo prazo. (Quadro 5).

O QUE FAZER	QUEM	QUANDO	ONDE	COMO
1.Desenvolver a análise da média e desvio padrão das amostras como meio de decisão no recebimento	Eng. Qualidade	1ª. semana	Inspeção de recebimento	Utilizando um planilha em excel para análise dos dados.
2.Treinar inspetores	Eng. Qualidade	2ª. semana	Inspeção de recebimento	Treinamento <i>in loco</i> durante Execução de uma inspeção.
3.Desenvolver Plano de Inspeção	Técnico da Qualidade	2ª. semana	Inspeção de recebimento	-----
4. Acompanhar a incidência de problemas em linha	Técnico da Qualidade	A partir da 3ª. semana	Linha de montagem	-----
5.Propor desvios, caso necessário	Gestor Qualidade	Quando necessário	Onde apropriado	Agir no caso de algum desvio

Quadro 5 Plano de Ação do Caso 2. Fonte : Schulz SA.

As tarefas foram implementadas. Através do monitoramento estatístico das amostras é possível controlar a variabilidade dos lotes recebidos melhorando a confiabilidade dos itens liberados para produção.

A possibilidade de desenvolvimento de fornecedor embora não iniciada durante o estudo de caso poderá ser repensada não sendo evidenciada a melhoria do fornecedor.

Resultados: Devido à ausência de histórico sobre a variabilidade antes da implementação deste processo de controle não foi possível quantificar a melhoria. De forma qualitativa percebeu-se uma sensível redução dos problemas de linha causados por válvulas de segurança, sem a modificação da quantidade de amostras do plano de amostragem.

Conclusão: Foi possível através da implementação destas ações a melhoria da qualidade sem aumento da quantidade de amostras do plano ação.

4.4.3 Caso 3 – Fabricante de Buchas Bimetálicas (aço/bronze) para Bielas de Mancal Deslizante.

Processo de manufatura/ industrialização: Fundição ligas especiais para buchas bimetálicas e Usinagem de buchas;

Localização: São Paulo - Brasil.

Itens que fornece: Buchas Bimetálicas para uso em mancais deslizantes de bielas de compressores.

Situação inicial: O fornecedor não possui sistema de gestão da qualidade implementando apresentando nota do índice de sistema (IS) = 57,14%. O índice de qualidade apresenta-se inferior a 90%, ou seja, mais de 10% dos lotes entregues possuem reprovação. O problema mais comum nos componentes é porosidade nas

buchas ocasionada por problemas de processo no fornecedor. Não existe viabilidade de realização de ensaios não destrutivos no recebimento para identificação do problema antes da montagem. O problema de porosidade é identificado durante a usinagem da peça.

Dentro dos fornecedores nacionais, este aparecia nos sucessivos Gráficos de Pareto sobre qualidade como o fornecedor com o nível mais baixo de atendimento do requisito qualidade.

Foram realizados duas auditorias no fornecedor com o objetivo de identificar possíveis oportunidades de melhoria na planta. Porém concluiu-se que o fornecedor possuía dificuldades estruturais para implementações de ações corretivas eficazes no processo.

Neste caso foram suprimidas a maior parte das etapas do fluxo do processo de melhoria das técnicas de avaliação de fornecedores e optou-se pelo desenvolvimento de um novo fornecedor.

O processo de desenvolvimento foi classificado como uma mudança de longo prazo tendo-se como estimativa cerca de um ano para a finalização do processo. Realizou-se mensalmente o acompanhamento deste caso através de reuniões do IQF. Até a conclusão deste trabalho ainda não se havia concluído o processo. Continua-se garantindo a qualidade do produto através da inspeção 100% na linha de usinagem.

Conclusão: Em processos especiais, nos quais a garantia da qualidade do produto só pode ser garantida por ensaios destrutivos, aplicação ou ensaios não destrutivos especiais (como radiográficos), é imperativa a procura da melhoria do controle do processo, não sendo viável a aplicação de técnicas de inspeção do produto *off-line*. Quando não existe a evidência da possibilidade de melhoria do proces-

so por parte do fornecedor deve-se procurar sua substituição.

4.4.4 Caso 4 – Injeção e Usinagem de Alumínio

Processo de manufatura/ industrialização: Injeção de Alumínio.

Localização: Fornecedor regional.

Itens que fornece: Peças Injetadas em alumínio.

Situação inicial: O fornecedor possui certificação ISO 9001/2000 desde dezembro de 2001, seu índice de sistema (IS), portanto é de 100%. O índice de qualidade apresenta-se inferior a 97%. Os principais problemas eram variações dimensionais e porosidade nas peças. Nos casos de porosidade não existe viabilidade de realização de ensaios não destrutivos no recebimento para identificação do problema antes da usinagem na empresa

FASE I – Planejamento a Melhoria: O fornecedor apresentava-se com um problema de porosidade em bielas que o fazia figurar sempre entre os principais detentores de problemas de qualidade nos Gráficos de Pareto de IQF. Um grupo para a análise do caso, formado por um comprador, pelo responsável pela qualidade e o fornecedor, ficou incumbido da melhoria do processo. Pelo próprio caráter do grupo delimitaram-se as fronteiras como estando compreendidas das instalações do fornecedor até o processo de usinagem dentro da organização compradora.

A inspeção de recebimento para o monitoramento do característico porosidade não se tornava viável, sendo que a medição do refugo era feita diretamente no setor de usinagem. Verificou-se que existiam alguns problemas para melhoria do processo no fornecedor, dentre eles pode-se destacar:

- a) o fornecedor não tinha um mecanismo de retroalimentação (*feedback*) que pudesse disponibilizar durante os primeiros ciclos da máquina dados sobre

- a qualidade do produto;
- b) existia variação na pressão das máquinas injetoras do fornecedor alterando a precisão de dosagem das válvulas solenóides de cada máquina;
- c) o pessoal técnico do fornecedor, os controles de parâmetros utilizados e o sistema de rastreabilidade dos lotes eram insuficientes para garantir a utilização de delineamentos de experimentos.

Dentre as medidas obtidas observou-se que algumas peças possuíam até 6% de refugo causado por porosidade verificada na usinagem.

A Schulz possuía uma meta de que peças fundidas e injetadas de alumínio não poderiam ter um índice de rejeição na linha superior a 1%, devido a problemas do fornecedor, portanto este era o objetivo primário da alteração.

FASE II – Entendendo o Processo. O primeiro passo para o entendimento do processo foi a elaboração do fluxograma dentro das fronteiras estabelecidas conforme mostrado na figura 36.

Analisando-se o fluxograma é possível notar que o monitoramento da qualidade durante o recebimento não verifica o característico "ausência de poros", o qual possui o maior índice de rejeição do sistema. Como a dureza é uma característica que costuma não variar sensivelmente durante uma mesma corrida do lote, a inspeção amostral das peças pode ser sensivelmente reduzida. O Plano de Amostragem foi então modificado para um nível S1, com adoção de um sistema de comutação com *skip-lot*. Ou seja, conforme o característico dureza passasse a ser confiável com base em dados históricos das inspeções do lote, o tempo gasto com inspeções diminuiria significativamente. Tal fato gerou maior agilidade no processo de inspeção com redução de mais de 80% do tempo gasto no processo sem perda de qualidade.

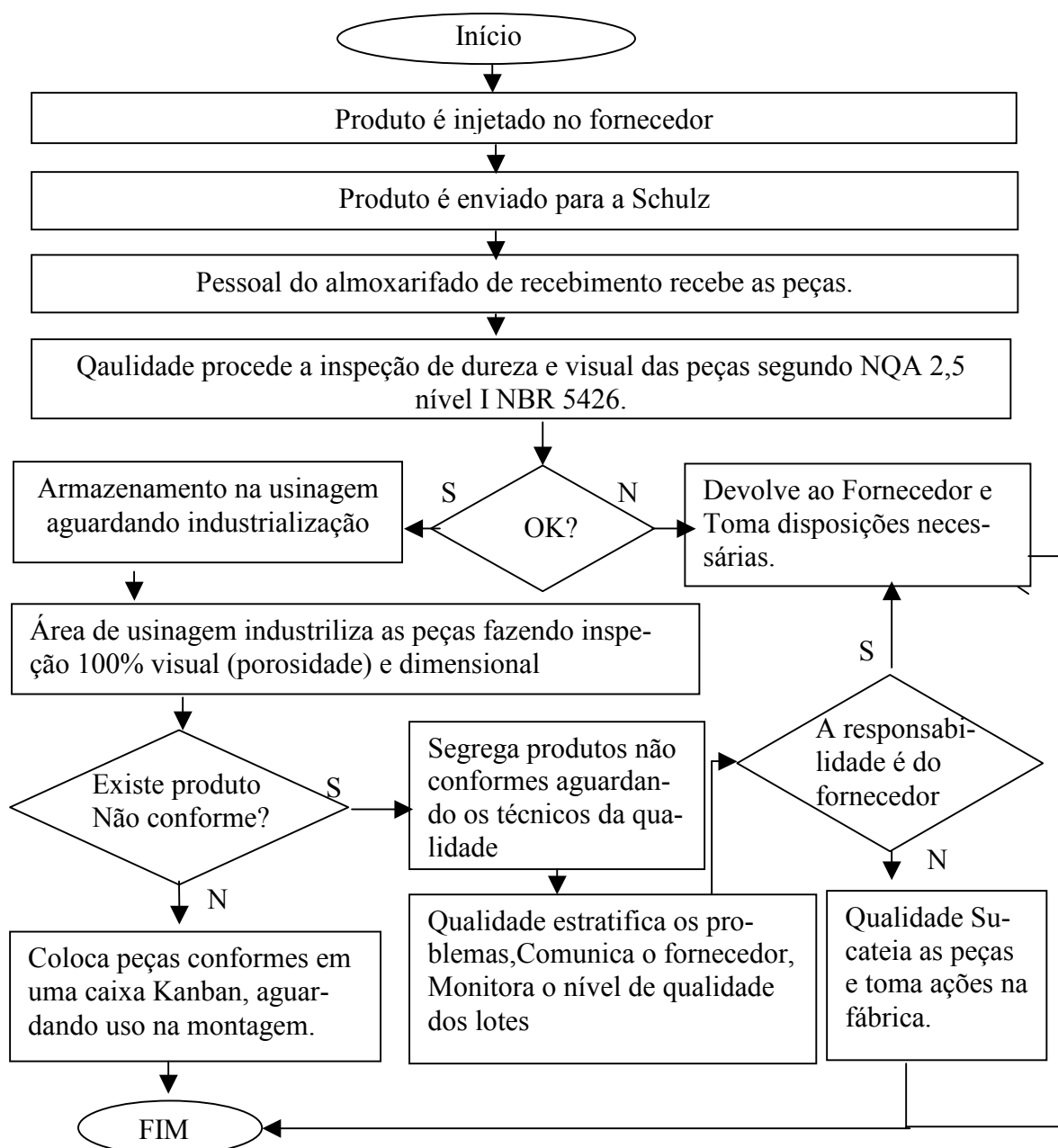


Figura 36 Processo de avaliação da qualidade de bielas injetadas em alumínio.

Outro fator observado no fluxograma foi o processo de informação dos defeitos dos lotes com porosidade é lento, não podendo servir de informação *on-line* para melhoria dos processos do fornecedor. Em alguns casos adotou-se um processo onde o fornecedor enviava as peças para serem usinadas e caso o índice de porosidade fosse baixo ele continuava o processo de injeção em suas instalações.

FASE III – Direcionando o Fluxo do Processo. Dentre os possíveis caminhos para resolução do problema e em virtude da redução do refugo obrigatoriamente deveria ser superior a 80% para o atendimento da meta especificada optou-se pela inovação do processo.

Na Fase II observou-se que a implementação de melhorias no processo de injeção estava diretamente ligada ao relacionamento usinagem x injeção. Uma outra maneira de se observar a porosidade das peças seria com a adoção de equipamentos de radioscopia. Foi levantado o custo deste equipamento, o qual se demonstrou inviável em virtude da relação custo x benefício.

Procurou-se também adaptar um torno para realização de testes no fornecedor de usinagem, porém as condições de acabamento superficial do torno convencional eram muito limitadas em relação às altas velocidades de corte e controle de avanço de uma máquina CNC, e a adaptação de uma máquina específica para esta verificação era economicamente inviável.

Surgiu então a proposta, por parte do pessoal de logística e compras, da terceirização ao fornecedor do processo de usinagem, assim ele seria o responsável pela entrega das peças em condição final. Este processo resolveria o problema de retroalimentação sobre a qualidade, visto que estariam integrados os dois processos na mesma organização. A pronta resposta dos dados da usinagem para a injeção permitiria a rápida correção dos parâmetros de injeção e a conseqüente redução de problemas de porosidade. Com a redução dos problemas de porosidade haveria também o aumento da lucratividade do fornecedor e a redução do número de rejeições, que chegava a uma percentagem superior a 5% do valor faturado em alguns casos.

Neste caso haveria a transferência de ativos em regime de consignação da

Schulz para o fornecedor reduzindo a necessidade de investimentos. Com referência aos operadores atuais da máquina poder-se-ia aproveitá-los internamente em quaisquer das divisões da empresa (usinagem automotiva) ou usinagem de compressores. Outra possibilidade seria a rescisão contratual do funcionário com contratação imediata por parte do fornecedor em condições similares, neste caso poder-se-ia garantir a qualificação do operador, por outro lado deve-se executar um estudo para verificar se as condições de contratação do funcionário por parte da organização fornecedora trariam benefícios também para ele. Esta necessidade de estabilidade no emprego é comentada por Harrington (1997,p. 75) onde este autor escreve:

"Como você pode esperar que seus empregados apresentem livremente idéias para aumentar a produtividade e minimizar o desperdício se isso significa que os empregos deles ou de um colega serão eliminados? Se você iniciar um processo de melhoria contínua e depois demitir empregados, o que você obterá é um processo de sabotagem contínua".

Elaborou-se um plano de implementação da mudança conforme mostrado na quadro 6. O objetivo do plano de mudança era a obtenção do processo conforme o fluxograma mostrado na figura 37.

O processo total não foi concluído até o término deste trabalho. O monitoramento da melhoria de desempenho far-se-ia pelo mesmo índice de devolução anteriormente utilizado, o qual, após a implementação das ações deveria cair para muito abaixo de 1%. A melhoria do processo através da sinergia entre dados de usinagem e parâmetros de injeção seria de responsabilidade do fornecedor, o qual, em contrapartida aumentaria o valor agregado de seu produto fornecido e conseqüentemente sua lucratividade, além da diminuição dos custos da não qualidade com melhorias internas no sistema.

O QUE FAZER	QUEM	QUANDO	ONDE	COMO
1.negociar com o fornecedor .	Gerente Logística.	1ª. semana	Instalações do fornecedor	
2.Estabelecer e implementar plano de adaptação das instalações.	Fornecedor	2ª. a 16ª. semanas	Instalações do Fornecedor	
3.Criar Pulmão de peças	Chefe PCPM Comprador	2ª a 16ª. semana	Schulz	
4. Repassar equipamentos e recursos.	Gerente Logística	13ª.a 17ª. semana	Instalações do fornecedor	
5. Iniciar novo processo	Fornecedor	18ª.semana		
6. Validar Processo	Técnicos da qualidade	18ª. semana		Lote piloto
7.desenvolver Plano de controle visual e dimensional amostral.	Técnicos da qualidade	18ª.semana	Schulz	
7.Iniciar Fornecimento	Fornecedor	19ª. semana	Instalações do fornecedor	1º. lote
8. Verificar 1º. lote	Técnico da Qualidade	19ª. semana	Schulz	Inspeção visual e dimensional
9. Acompanhar a incidência de problemas	Técnico da Qualidade	A partir da 3ª. semana	Linha de montagem e recebimento	-----
10.Propor desvios, caso necessário	Gestor Qualidade	Quando necessário	Onde apropriado	Agir no caso de algum desvio

Quadro 6. Plano de Implementação de Melhoria – Injeção de Alumínio. Fonte: Schulz SA

Este processo de terceirização inicialmente aumentaria o custo da inspeção de recebimento, em virtude da sua necessidade na execução de dimensionais em amostras para acompanhar e verificar se os resultados planejados conferem com os efetivamente obtidos. A diminuição da atividade de inspeção poderá ocorrer gradativamente a medida que os dados históricos atestem a qualidade do processo passando para o *Skip-lot* e posteriormente para verificação documental *on-line*. O aumento de trabalho temporário, provocado pela verificação dimensional, é compensado pela redução a longo prazo das devoluções causada pela melhoria da qualidade

esperada no produto.

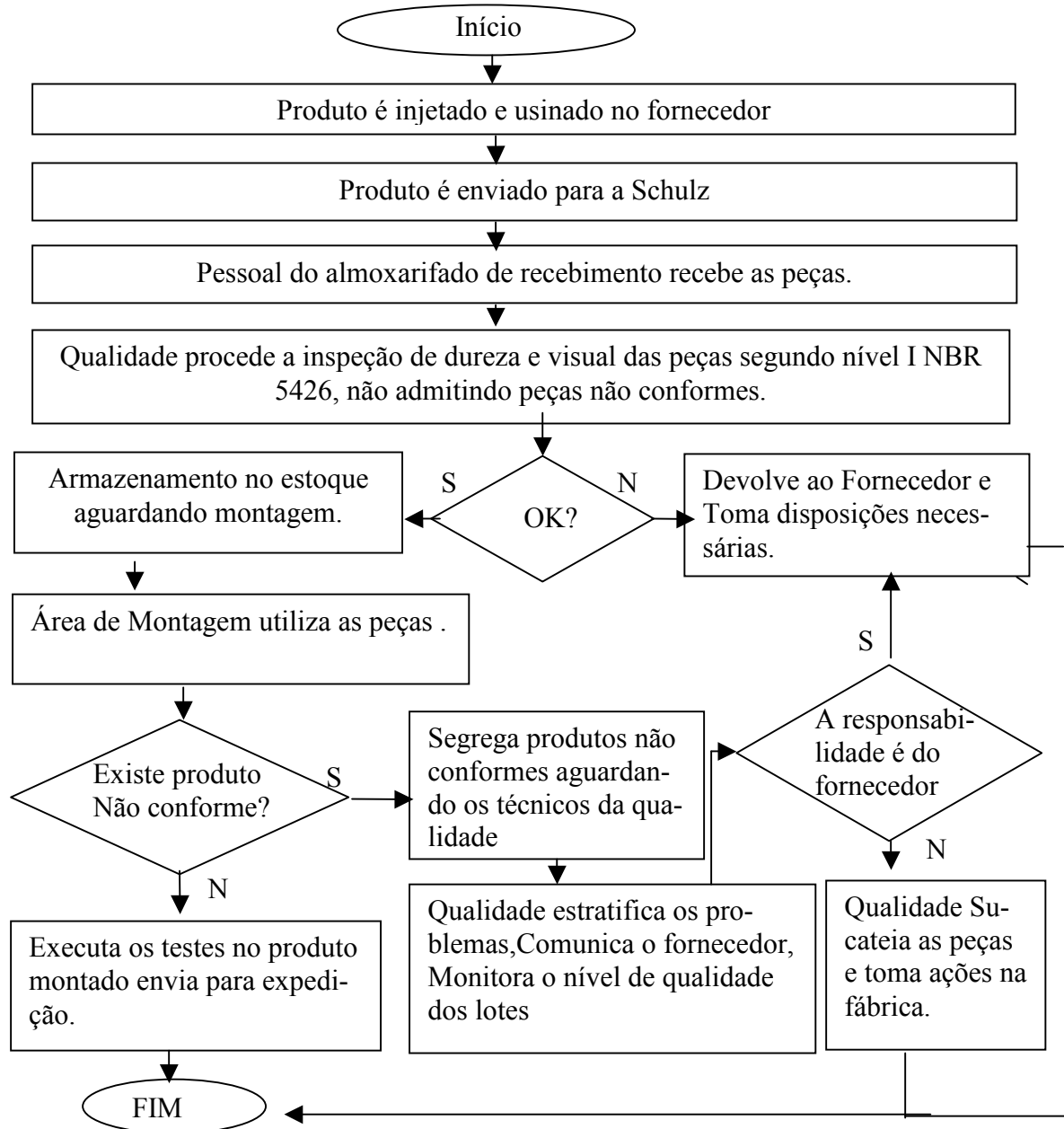


Figura 37 Fluxograma do Processo Modificado de Fornecimento de Peças Injetadas.

Conclusão: Assim como no caso anterior, processos especiais nos quais a garantia da qualidade do produto só pode ser garantida por ensaios destrutivos ou ensaios não destrutivos especiais, a melhoria do controle do processo não depende de técnicas de inspeção do produto *off-line*. Neste caso, porém, existia o interesse da possibilidade de melhoria do processo por parte do fornecedor. Neste caso traba-

lhou-se em um sistema de parceria baseado em uma lógica de ganha –ganha.

4.4.5 Caso 5 –. Fundição SCHULZ Ferro Fundido.

Processo de manufatura/ industrialização: Fundição.

Localização: Fornecedor interno.

Itens que fornece: Peças Fundidas em Ferro cinzento e nodular.

Situação inicial: A fundição própria da Schulz possui certificação ISO 9001 e QS 9000 e uma qualidade bastante satisfatória. Porém, a produção de eixos em ferro fundido nodular apresentava a presença de porosidades, em determinados lotes de produção o número de peças inutilizadas em virtude deste problema chegava a 30%.

FASE I – Planejamento da Melhoria: O fornecedor apresentava-se com um problema semelhante ao caso anterior, também fazendo-o figurar sempre entre os principais detentores de problemas de qualidade nos Gráficos de Pareto de IQF. Neste caso formou-se um grupo composto por 5 integrantes: O responsável pela área de processos da fundição, um técnico da área de qualidade da fundição, um técnico responsável pela auditoria da qualidade de fornecedores da fábrica de compressores, o responsável pelo setor da qualidade da fábrica de compressores e o técnico responsável pelo monitoramento da qualidade das peças fundidas manufaturadas no setor de usinagem da fábrica de compressores.

Na análise detalhada dos Gráficos de Pareto estratificada por defeito observou-se que a participação do problema porosidade no gráfico era superior a 50%, e a sua concentração em eixos era 80%. Como das 32 células de usinagem existentes na fábrica em apenas 2 usinavam-se eixos, a eliminação deste problema consistia em focar os esforços no monitoramento destas duas células, ou seja, 6% das células

possuíam cerca de 80% dos problemas. Em virtude desta concentração em 2 células envolveu-se também os operadores destas e os almoxarifes e programadores de produção responsáveis pelo seu ressurgimento.

Convencionaram-se as fronteiras preliminares como sendo formadas pelo início do processo de fundição da divisão automotiva até a entrega final da peça usinada na montagem de compressores. A inspeção de recebimento não efetuava a análise destas peças pelos mesmos motivos apresentados nos casos de porosidades relatados anteriormente (os ensaios não destrutivos possuíam um custo inviável e o ensaios destrutivos não garantiam a qualidade do lote), por isso o controle da qualidade era realizado pelo próprio operador da célula, após a usinagem da peça, ocorrendo a posterior segregação da peça não conforme e registro no monitoramento dos custos da não qualidade.

Para a realização das medições era necessário um controle rigoroso da rastreabilidade dos lotes com o cruzamento das informações referentes ao processo de fundição com o objetivo de entender quais parâmetros afetavam, ou não, o aparecimento de porosidades no lote. Para isso foi adicionado o registro do número da rastreabilidade dos lotes no sistema informatizado de gestão no módulo de controle de custos da não-qualidade. Inicialmente melhoraram-se as condições de vazamento de forma a procurar nesta ação a redução das porosidades. Observou-se um movimento sazonal no aparecimento de porosidades, e verificou-se que os pontos de melhoria neste comportamento coincidiam com algumas trocas de areia de fundição. As medições indicavam então que a melhoria do sistema de preparação de areia poderia causar a redução da porosidade.

A meta de problemas em peças fundidas era de que os fornecedores não poderiam exceder a 1%. Esta meta foi mantida para o caso do nosso fornecedor inter-

no. E a missão do time era o alcance deste objetivo. Observou-se pelos gráficos de pareto que com a redução do problema de porosidade seria possível o atingimento de índices menores que 0,8% de rejeição. Para isso era necessária a elaboração de um plano de mudança constituído de :

- a) execução de testes aos sábados para o planejamento e realização de experimentos em condições e parâmetros controlados;
- b) a disponibilização de pessoal laboratorial nestes dias para execução de análises;
- c) a correta identificação dos lotes de testes para sua priorização na execução da usinagem e conseqüente observações dos efeitos;
- d) a avaliação correta dos resultados obtidos nos testes.

A realização destes experimentos consumiria um volume relativamente grande de recursos da organização, então sua justificativa deveria levar em conta o custo x benefício x riscos inerentes a estes processos. Nos cálculos realizados considerou-se que a resolução do problema reduzia em 40% os problemas de refugo atuais. Ou seja o refugo mensal cairia de 1000 U.M. para 600 U.M., Como os custos totais da realização do experimento eram de aproximadamente 400 U.M, o tempo de retorno do investimento a partir do momento em que o processo estivesse resolvido não seria superior a um mês. Este valor justificava quaisquer tentativas de experimento.

FASE II – Entendendo o Processo. Para o entendimento do processo foram realizados os testes como planejado. Trabalhou-se primeiramente com alterações nos parâmetros de misturas de elementos constituintes da areia. Posteriormente as peças identificadas foram enviadas para usinagem e testadas ao longo de 15 dias e seu índice de refugo foi analisado comparativamente com os dados anteriores. Duas semanas depois dos primeiros testes foi realizado mais um conjunto de experimentos obtendo-se um índice de rejeição em torno de 3% no pior lote, e média inferior a

1% em todos os lotes, o que representa um índice 90% mais baixo que o anterior. A etapa de preparação de área foi analisada e modificações foram propostas. Para execução destas etapas seria necessária a fundição de eixos em ferro fundido nodular em momentos específicos do dia, onde seriam fundidas durante este período todas as peças com características semelhantes às quais apresentavam problemas seguindo padrões pré-estabelecidos nos testes.

O controle dos parâmetros de vazamento também foi melhorado e seus procedimentos revisados.

FASE III – Direcionando o Fluxo do Processo. Conforme os procedimentos observados durante o período de compreensão do processo, se tornou evidente o redesenho do processo de fundição através da modificação da atividade de preparação da areia e programação da produção para o vazamento de peças. Estas atividades foram redesenhadas e estabelecido um procedimento documentado de uma página com as diretrizes do processo

FASE IV – Implementação, Medições e Controles. O processo foi implementado a partir de abril de 2003 e constitui-se no plano apresentado no quadro 7.

O QUE FAZER	QUEM	QUANDO	ONDE	COMO
1.Documentar o procedimento.	Responsável Processos	1ª. semana	Fundição	.
2.Treinar envolvidos	Fundição			Conforme procedimento.
3.Iniciar a execução das alterações no processo.	Setores responsáveis	2ª. semana		
4. Verificar 1º. lote em processo.	Técnico da Qualidade	A partir da 2ª. semana	Fábrica de Compressores	Inspeção visual
5. Acompanhar a incidência de problemas	Técnico da Qualidade	A partir da 2ª. semana	Linha de montagem.	-----
6.Propor desvios, caso necessário	Gestor Qualidade	Quando necessário	Onde apropriado	Agir no caso de algum desvio

Quadro 7 – Plano de Ação Caso 5. Fonte : Schulz SA

As observações preliminares comprovaram a redução superior a 90% nas porosidades e conseqüente redução de cerca de 40% no índice total de peças rejeitadas. Isto possibilitou que o índice total baixasse para menos de 1% atendendo a meta inicialmente proposta.

Não foram alterados os controles de monitoramento da qualidade e dos custos da má qualidade utilizados anteriormente.

Conclusão: A adoção de planejamento de experimentos no processo é uma técnica viável para a implementação de melhorias de processos especiais, onde a utilização de outras técnicas de avaliação não podem adicionar informações suficientes para esta melhoria. É necessário, porém uma grande sinergia entre os envolvidos no processo e controle rigoroso de seus parâmetros.

4.4.6 Caso 6 - Fornecedor de Componentes

Processo de manufatura/ industrialização: Usinagem, conformação, soldagem, montagem de itens diversos.

Localização: Fornecedor regional.

Itens que fornece: Válvulas, Serpentinhas, luvas e conexões, Acessórios para vasos de pressão, palhetas etc.

Situação inicial: Fornecedor de componentes diversos manufaturados segundo especificações de projeto fornecidos pela Schulz . Possui certificação ISO 9001. O índice de qualidade é superior a 99%, porém devido a grande quantidade de itens fornecidos torna-se necessário a estratificação do fornecedor por processos. Existem processos, como a fabricação de serpentinas que apresentam índice inferior a 90%.

FASE I – Planejamento da Melhoria – Nesta fase realizou-se a estratificação dos componentes que deveriam ter suas técnicas revisadas, sendo esta genérica para todos os componentes, a partir da fase II cada componente seguiu um caminho de análise.

Como já comentado no capítulo anterior a seleção dos processos que devem ser alterados não contempla a escolha apenas dos processos com índice de qualidade insatisfatória para um processo de controle mais rígido ou alterações do processo com objetivo de melhoria da qualidade, mas também deve contemplar os processos com índice de qualidade excelente, para que sejam questionadas se algumas técnicas de avaliação não são redundantes ou desnecessárias podendo ser suprimidas.

Neste estudo de caso o fornecedor possui um bom nível de qualidade na apresentação dos gráficos de IQF. Torna-se, portanto, necessário identificar se existem técnicas de avaliação que podem ser racionalmente melhoradas impedindo que recursos desnecessários sejam gastos na avaliação da qualidade.

A escolha deste fornecedor se deveu ao fato de apresentar as seguintes características:

- a) fornecer mais de 100 itens diversos de aplicação crítica nos produtos finais;
- b) a maior parte destes itens possuía recebimento diário (grande volume);
- c) cerca de 2 itens em média apresentavam problemas de qualidade por mês e em pequena escala.

Para a racionalização das técnicas foi elaborada um equipe composta do responsável pela qualidade e dois técnicos.

Observou-se através do histórico de recebimentos que haviam variações no nível de qualidade entre os diferentes processos industriais do fornecedor, decidiu-

se então por dividir o fornecedor por tipos de processos industriais que realizava, sendo eles:

- a) processo de usinagem de luvas;
- b) processo de fabricação de válvulas de latão;
- c) processo de fabricação de serpentinas de cobre;
- d) processo de fabricação de acessórios de compressores;
- e) processo de fabricação de palhetas;
- f) processo de montagem de válvulas especiais;
- g) outros processos.

Traçando-se um histórico de defeitos observou-se que o processo de luvas possuía um amplo histórico de ausência de defeitos, possuía um volume grande de entregas, ocupando cerca de 2 horas por dia/homem de inspeção. Um processo que também possuía uma boa qualidade era o de fabricação de palhetas, embora não ocupasse tanto tempo de inspeção.

A fase II deste estudo de caso está dividida para cada processo estudado, nos subitens 4.4.6.1; 4.4.6.2 e 4.4.6.3.

4.4.6.1 Fabricação de Luvas de Vasos de Pressão

As fases seguintes do modelo de melhoria das técnicas de avaliação foram para o Processo de Avaliação da Fabricação de luvas de vasos de pressão.

FASE II – Entendendo o Processo. As luvas são peças feitas de tubos de aço sem costura de altíssima resistência mecânica as quais sofrem processo de usinagem internamente de filetes de rosca e de usinagem de acabamento nas bordas. Estas peças são utilizadas como bocais soldadas aos vasos pressão, é através das luvas que são conectados ao vaso as mangueiras, conexões, serpentinas, válvulas,

purgadores e demais componentes de entrada e saída de fluido do vaso, bem como bocais de inspeção, onde são conectados bujões. São peças críticas de segurança do vaso.

No caso das luvas, o controle da matéria-prima era realizado pelo pessoal da Schulz nas instalações do fornecedor, segundo critérios estabelecidos para o atendimento das normas ASME, além do fato de que auditorias periódicas no processo eram realizadas de forma a verificar se ele estava sendo executado conforme os padrões previamente estabelecidos, o produto inicialmente sofria, no recebimento nas instalações da organização compradora, inspeção seguindo o NQA 2,5, normal, nível 1.

Verificando o histórico de rejeições apresentada em luvas verificou-se que o plano de amostragem não era capaz de identificar peças não conformes, foi feito um estudo de custo de inspeção 100% comparado com o custo da inspeção amostral, semelhante ao utilizado no estudo de caso 2. Verificou-se que a inspeção 100% para este caso seria inviável. Embora o custo da rejeição do produto após sua montagem fosse muito alto, a probabilidade de se haver uma peça com problema era raríssima.

Tornava-se necessário, portanto minimizar a necessidade de ferramentas de inspeção de recebimento para este produto. O tempo de inspeção de luvas não poderia exceder a 15 minutos diários gastos para peças com histórico de boa qualidade representando 12,5% do tempo utilizado no início do processo.

FASE III – Direcionando o fluxo do processo. Optou-se pelo redesenho do processo através da modificação do plano de amostragem. Substituiu-se o plano nível 1 por um nível S3, diminuindo a necessidade de amostras, já que o objetivo era apenas comprovar a conformidade do produto, juntamente com esta revisão foi ela-

borado um plano de *skip-lot*, onde nas etapas de inspeção zero era elaborada a verificação documental da amostra e a inspeção de apenas um item como forma de verificar a conformidade.

FASE IV – Implementação, Medições e Controles. Foram refeitos o plano de implantação, definindo responsável e procedimentos para criação dos planos de inspeção, procedimento de *skip-lot* e treinamento de pessoal. O plano foi implementado iniciando gradativamente a redução de inspeções provocada pelo *skip-lot*. Em um período de 6 meses se chegou ao objetivo de 12,5% do tempo utilizado no início do processo provocando uma disponibilização de 40 horas de inspeção mês no setor, resultantes da redução de tempo implementada com a mudança do plano de amostragem. Não foram notadas perdas de qualidade oriundas das modificações e nem aumento do refugo.

Os outros processos, embora não apresentassem um nível de qualidade fora das metas especificadas apresentavam pequenas rejeições esporádicas não podendo ser considerados itens com qualidade ótima, mesmo assim alguns deles também começaram a ser inspecionados pelo processo acima reduzindo muito o tempo utilizado para inspeção.

4.4.6.2 *Fabricação de Serpentinhas*

Os processos de fabricação de serpentinas e acessórios de compressores possuíam um histórico mais freqüente de rejeições sendo necessário um controle mais rigoroso da qualidade do produto, curiosamente estes produtos inicialmente não sofriam inspeção de recebimento. Entendeu-se que este processo também deveria ser estudado segundo o modelo de melhoria das técnicas de avaliação de fornecedores.

FASE II – Entendendo o Processo. As serpentinas são tubos de cobre conformados geralmente de forma espiral que canalizam o ar do compressor entre fases de compressão, entre o compressor e válvulas de controle ou entre o compressor e o próprio vaso. A maior parte dos problemas da serpentinas notados na fábrica se devia a vazamentos pós-montagem do compressor. Verificou-se que a maior parte dos vazamentos se devia aos seguintes problemas:

- a) Variações dimensionais nas formas dos bocais da serpentina;
- b) Variações dimensionais nas dimensões da serpentina;
- c) Amassamentos no bocais.

Muitas destas variações não estavam previstas nos desenhos, foi solicitado então que a engenharia revisasse os desenhos especificando corretamente as dimensões, formas e suas tolerâncias a título de reparos rápidos e reviso de especificações.

A partir disto iniciou-se um plano de mudança baseado na verificação periódica das serpentinas que haviam apresentado problemas com base amostral, visto que o problema acontecia de modo sistêmico nos lote defeituosos. O objetivo da equipe era obter um índice de rejeição destes produtos contando recebimento e montagem menor que 0,5%.

FASE III – Direcionamento do processo. Optou-se por instituir após a alteração dos desenhos a colocação dos produtos em inspeção amostral com a possibilidade de *skip-lot* com a verificação de históricos sucessivos de produtos sem não conformidade.

FASE IV – Implementação, Medições e Controles. Em conjunto com o fornecedor foi elaborado um plano de implementação da mudança. Os desenhos de produto foram elaborados em conjuntos com os departamentos da qualidade e de pro-

duto da organização compradora e os de qualidade e o de produto da organização fornecedora. Entre as fases do projeto estavam contempladas alterações no processo de manufatura e no projeto. A adoção do plano de inspeção de recebimento. O redesenho foi implementado de forma condizente e gradativamente houve a melhoria da qualidade dos produtos evidenciada através da redução das devoluções.

4.4.6.3 *Fabricação de Palhetas.*

Por último no estudo deste fornecedor, o processo de fornecimento de palhetas, pequenas peças feitas de finas fitas de aço de alto carbono ou aço inoxidável utilizadas no controle de fluxo de ar do compressor passaram por processo de análise similar e saltaram do plano de inspeção NQA 2,5 nível 1 normal da NBR 5426, para uma técnica de inspeção N=2 onde o fornecedor mandava anexo a primeira e a última peça retirada entre cada *set-up* do processo. Tal implementação reduziu em cerca de 95% o tempo de verificação de palhetas no recebimento.

Conclusão: No caso de fornecedores com a existência de vários processos industriais em suas instalações e fornecimento de produtos distintos com cada um destes processos a abordagem da melhoria das técnicas de avaliação deve ser processual e não feita de modo generalizado para todo o fornecedor. Também pode-se concluir que as reduções de custo com técnicas de avaliação foi bem sentida sendo aplicada em um fornecedor com histórico de boa qualidade, isto se deve ao fato de que a avaliação por ser uma atividade que em si, não gera valor, pode estar sendo superdimensionada para bons fornecedores gerando um custo desnecessário para a empresa.

4.4.7 Análise Comparativa dos Casos Analisados

A seguir é possível observar uma análise dos 6 casos apresentados em relação aos passos de Ishikawa e estágios de Merli, comentados no capítulo 2, além das mudanças e melhorias oriundas da mudança das técnicas de avaliação dos produtos fornecidos.

Na tabela 6 apresentam-se os casos de 1 a 5, e na tabela 7 o caso 6 com os 3 processos de fabricação analisados neste mesmo fornecedor.

Tabela 6 - Análise Comparativa entre os Casos Analisados

Caso Estudado	Classificação Geográfica	Classificações		Nota		Técnicas utilizadas anteriormente	Técnicas adotadas	Classificação da técnica utilizada	Resultado
		Merli	Ishikawa	Sistema	IQF				
Kits Pneumáticos	Internacional	III	2	NA(1)	NA(1)	Reclamações SAC	Inspeção 100% + reclamações SAC	contenção	Redução de reclamações dos clientes. de percentil para PPM
Válvulas de segurança	Internacional	III	5	100%	90%	Inspeção por atributos NQA 2,5	Inspeção por variáveis. Zero defeito na amostra	Contenção /controle	Melhoria da qualidade inline. Diminuição de rejeições em linha.
Buchas Bimetálicas	Nacional	III	1	57%	90%	Inspeção 100% na linha de usinagem	Substituição do fornecedor	-----	Melhoria nos custos da não qualidade.
Injeção e usinagem de alumínio	Regional	III	1	100%	97%	Inspeção 100% na linha de usinagem	Terceirização da usinagem para o fornecedor (2)	Correção/melhoria e prevenção	Melhoria nos custos da não qualidade
Ferro fundido nodular	Interno	I	2	100%	98%	Inspeção 100% na linha de usinagem	Experimentos para garantir a qualidade no processo(3)	Correção/melhoria e prevenção	Melhoria nos custos da não qualidade

(1) O sistema da organização não avaliava o fornecedor por se tratar de item de revenda.

(2) houve uma migração do passo 1 de Ishikawa para o passo 7.

(3) houve uma migração do passo 2 de Ishikawa para o passo 7

Tabela 7. Estudo dos diferentes processos de um mesmo fornecedor (Caso 6)

Caso Estudado	Classificação Geográfica	Classificações		Nota		Técnicas utilizadas anteriormente	Técnicas adotadas	Classificação da técnica utilizada	Resultado
		Merli	Ishikawa	sistema	IQF				
luvas	Regional	III	7	100%	>99%	Inspeção Amostral	Skip –lot	monitoramento	Redução de até 80% na necessidade de inspeção.
Serpentinas			1			Rejeição na linha	Inspeção Amostral	controle	Redução gradativa dos problemas de qualidade
Palhetas			7			Inspeção amostral	N=2	monitoramento	Redução de até 95% na necessidade de inspeção

É possível observar na tabela 6, os ganhos obtidos com implementação do modelo, e inclusive a mudança da colocação do fornecedor em relação aos passos de Ishikawa em virtude das ações tomadas.

Na tabela 7 observa-se que em um fornecedor com mais de um processo fabril e um sistema de gestão corporativo, cada processo de produção pode apresentar-se em um passo distinto de Ishikawa, e conseqüentemente em um nível distinto de desenvolvimento da qualidade. Observa-se através desta análise a importância da visão processual na racionalização das técnicas de avaliação do fornecedor. O uso técnicas de avaliação genéricas por fornecedor pode implicar em super ou subdimensionamento de recursos por parte da organização compradora.

4.4.8 Aplicação do Modelo em Processos de Gestão da Avaliação

Além da aplicação do modelo de melhoria contínua dos processos, para racionalização das técnicas de avaliação de fornecedores estratificada por processos de fabricação dos fornecedores conforme apresentado nos itens anteriores, pode-se também utilizar o modelo na racionalização de técnicas de avaliação de sistema utilizadas na organização.

Nos casos a seguir são apresentadas a aplicação do modelo no processo de gestão das auditorias de fornecedores e no processo de avaliação da eficácia de ações corretivas.

4.4.8.1 Processo de Gestão das Auditorias de Fornecedores

Procura-se que o planejamento, execução e avaliação dos dados da auditoria sejam realizados da melhor forma possível com objetivo de se obter o máximo aproveitamento deste processo. Visto que, este processo possui um custo, tanto de des-

locamento, como pela necessidade de ser conduzido de forma ética, tecnicamente bem definida, e por pessoal bem preparado, o que exige constante investimento e preparação dos responsáveis pela auditoria.

O processo de auditoria constituía-se de um questionário único com 14 questões, onde a somatória das notas destas resultava no grau de atendimento do sistema da qualidade do fornecedor.

O procedimento interno especificava os critérios de pontuação conforme a seguinte graduação:

- a) Nota de 0 a 6: Reprovado – Ficam impedidos quaisquer desenvolvimentos. O fornecedor deve ter um acompanhamento intensivo sobre a qualidade dos produtos fornecidos;
- b) Nota de 6 a 8: Aprovado Condicional – O fornecedor deve apresentar um plano de melhoria;
- c) Nota de 8 a 9: Aprovado;
- d) Nota de 9 a 10: Preferencial.

No caso do fornecedor com nota abaixo de "6" é recomendável o desenvolvimento de um novo fornecedor.

Identificou-se que o resultado das avaliações, neste sistema não refletiam a real qualidade dos fornecedores e não era correto que a nota do fornecedor da segunda auditoria fosse pior que a da primeira.

Situação anterior: na organização estudada inicialmente ocorria a auditoria com a aplicação de um questionário elaborado com base na norma ISO 9001. O resultado deste questionário era a obtenção de uma nota de sistema do fornecedor. Aconteciam, porém, problemas com relação à interpretação dos resultados conforme apresentado no exemplo a seguir:

Auditoria 1. Um fornecedor sem ISO 9000 é auditado pela organização compradora. O fornecedor atende grande parte dos itens da norma, ao verificar no processo de fabricação os dois produtos que são fornecidos por ele, nota-se as seguintes não conformidades:

- a) num dos produtos o equipamento utilizado para execução da medição e liberação do produto possui uma incerteza de medição superior à tolerância do produto, existe, portanto um risco potencial da mercadoria ser fornecida não conforme;
- b) no outro produto verificou-se que o material estava sendo produzido com uma das dimensões fora do especificado e o responsável pela produção não havia identificado o problema.

Embora com estas duas não conformidades no sistema, o fornecedor atendia 80% dos requisitos do questionário e era considerado aprovado. Nota-se porém que as únicas duas peças que fornecia à organização compradora possuíam riscos de não conformidade.

Auditoria 2. Um fornecedor sem ISO 9001 é auditado, fornece uma gama enorme de produtos para a organização compradora os quais não possuem problemas de qualidade. É verificado que o processo de fabricação possui bons controles e as especificações técnicas e padrões estão claramente definidas e monitoradas por operadores habilitados. O fornecedor, porém, não possui uma política de qualidade formalmente estabelecida e também alguns itens obrigatórios da norma como um procedimento documentado para controle de documentos, para controle do produto não conforme e para ações preventivas. Além disso, ele não possui um procedimento para auditorias internas da qualidade e não as realiza. Sua nota final no questionário é 7,5.

Baseado neste problema identificado no sistema de gestão da qualidade, o

modelo utilizado nos itens anteriores para a melhoria do processo de avaliação do produto foi utilizado para a melhoria do sistema de auditorias, conforme demonstrado nos próximos parágrafos.

FASE I – Planejamento da melhoria. Um grupo de estudo formado pelo pessoal responsável pela auditoria de fornecedores foi incumbido de melhorar o processo de auditoria de forma a possibilitar um retrato mais adequado sobre a situação do fornecedor.

Elaborou-se um plano de mudança com o objetivo de estabelecer um ou mais indicadores que permitisse aos auditores:

- a) a apresentação de um quadro claro de como está a empresa a todo o pessoal envolvido no processo de aquisição dentro da organização;
- b) prever como se poderia comportar a qualidade do produto fornecido pelo auditado;
- c) priorizar ações que melhorassem a qualidade do produto fornecido.

FASE II – Entendendo o processo: A empresa possuía um procedimento documentado estabelecendo o critério e periodicidade para execução de auditorias. Dentre as regras apresentadas no procedimento os fornecedores do mercado externo não eram auditados e possuíam sua qualidade acompanhada por questionários de auto-avaliação e pelo monitoramento do IQF. No caso dos fornecedores nacionais a auditoria era realizada apenas nos fornecedores que não possuísem sistema certificado pela norma ISO 9001. Neste caso periodicamente o fornecedor era auditado mesmo quando não houvesse apresentado melhorias no período.

Observando-se os dados relativos às auditorias não era possível estabelecer na maioria dos casos uma relação entre o índice de qualidade do sistema e o índice da qualidade do produto do fornecedor. A única correlação era que fornecedores

com notas de sistema inferior a "6" geralmente possuíam também problemas de qualidade de fornecimento. Não se possuía uma correlação no caso dos fornecedores com notas acima de "6".

O tempo de duração de uma auditoria completa era em média de 6 horas, isto obrigava ao auditor disponibilizar um dia completo para a realização da auditoria.

FASE III – Direcionando o Fluxo do Processo: Optou-se pelo redenho do processo. Foram sugeridas as seguintes ações:

a) Fazer um novo questionário de auditorias dividindo-o em 3 partes :

- Auditoria dos processos relacionados ao cliente;
- Auditoria dos processos de gestão;
- Auditoria dos processos de apoio.

Cada um das partes recebia uma nota, e uma média ponderada de todas as notas resultava na nota geral do sistema do auditado. Assim possibilitava-se entender qual destes processos possuía deficiência no fornecedor, ou seja, um fornecedor podia possuir um excelente sistema de gestão, porém os controles de seu processo produtivo não estavam de acordo com as necessidades dos clientes.

b) Realizar uma melhor utilização da técnica de auto-avaliação e da comunicação via telefone. Antes de se decidir pela execução da auditoria, seria realizada uma ligação telefônica ou envio de e-mail perguntando ao fornecedor se houve alguma evolução em seu sistema da qualidade. Caso o fornecedor não tivesse apresentado evolução, e seu IQF estivesse dentro das metas ele não precisaria ser visitado. Caso o cliente fosse ser auditado, deveria antes preencher um questionário de auto-avaliação e devolver à organização compradora de forma a facilitar o planejamento da auditoria

- c) Outra iniciativa foi a criação de 4 tópicos que deveriam ser verificados pelo auditor durante a auditoria:
- o fornecedor possui planejamento estratégico e tem planos / visões para o futuro;
 - o fornecedor avalia corretamente se possui capacidade para executar os pedidos de compra do clientes;
 - O fornecedor consegue identificar quando falhas acontecem em seu sistema produtivo e agir rapidamente com desvios do plano original, com o objetivo de atender o cliente. Planos de Contingência.
 - O fornecedor avisa ao cliente quando ocorrem imprevistos e atrasos, ou quando não possui capacidade para executar um pedido.

Com tais tópicos pretende-se avaliar a capacidade de planejar, executar, checar e agir do fornecedor, ou seja, a execução de um ciclo PDCA voltado ao atendimento do pedido de compra feito pelo cliente.

- d) Nas não conformidades dos processos relacionados ao cliente convencionou-se a abertura de relatórios de não conformidade específicos para o acompanhamento de ações corretivas;

FASE IV – implementação, medições e controle: Foi elaborado um cronograma para criação e aprovação do novo questionário, estabelecimento de critérios de pontuação e pesos, alteração de procedimentos e início do processo alterado.

Não foi possível o acompanhamento dos resultados da alteração do processo de auditoria até o término deste trabalho. Com o processo implementado esperam-se as seguintes melhorias:

- a) Verificar em qual dos três processos (gestão, primários ou de apoio) o fornecedor possui maiores deficiências.

- b) Reduzir o custo com realização de auditorias;
- c) Tornar o foco da auditoria mais estratégico;

Através destas alterações torna-se possível melhorar a comunicação das impressões observadas pelo auditor a todo pessoal envolvido no processo de aquisição.

4.4.8.2. Processo de Verificação de Ações Corretivas

Seguindo a mesma lógica do fluxo de melhoria do processo de avaliação também foi alterado o processo de verificações de eficácia de ações corretivas de fornecedores. Inicialmente o processo dificultava a verificação de ações, havia um responsável o qual monitorava os produtos dos fornecedores com necessidade de verificação para comprovação da eficácia das ações. Devido, porém a rápida dinâmica de chegada de produtos muitos dos processos de acompanhamentos de ações que deveriam já ter sido fechados não estavam, devido a falta de comunicação no sistema. Era necessário elevar o número de relatórios de ação corretiva que eram fechados em tempo hábil.

O processo foi estudado e um redesenho do processo foi elaborado, um projeto piloto testado, e posteriormente houve a implementação do sistema.

O sistema consistia em, toda a vez que um fornecedor respondia um relatório de não conformidade, criar um plano de controle temporário com registro de verificações dos característicos causadores da não conformidade em anexo. Estes produtos eram colocados em "CQ" (Controle de Qualidade no Recebimento) com uma notação específica de plano temporário, quando se alcançava o número de verificações necessárias para a evidência da resolução da não conformidade o inspetor do produto automaticamente informava o responsável pelo fechamento do processo de

ação corretiva de maneira automática. O número de relatórios com verificação da eficácia em atraso caiu próximo de zero e não houve aumento de trabalho aos técnicos responsáveis.

Nota-se portanto que a melhoria das técnicas de avaliação de fornecedores pode evoluir de maneira sistematizada e pragmática, tanto nas técnicas de avaliação de produtos como nas técnicas de avaliação de sistema.

4.5 Observações na Execução das Fases para Avaliação de Novos Fornecedores e Novos Projetos de Produtos na Organização Compradora

Em virtude da diferença de complexidade entre a aplicação do modelo para o desenvolvimento de um novo projeto e o desenvolvimento de um novo fornecedor (ou alteração de fornecedor) em produtos já existentes optou-se por apresentar as observações referentes a cada um dos dois processos separadamente, assim como encontra-se igualmente dividido no capítulo anterior.

4.5.1 Modelo de Racionalização de Técnicas de Avaliação de Fornecedores durante o Desenvolvimento de Novos Projetos

Observou-se durante o início do trabalho de implementação de um modelo para racionalização das técnicas de avaliação de fornecedores durante o desenvolvimento de novos projetos que todas as fases do modelo deveriam estar intrinsecamente ligadas às fases de desenvolvimento de projeto. Contudo, na organização estudada, as fases para o desenvolvimento de projeto não estavam associadas às fases de avaliação de fornecedores o que dificultava inicialmente a aplicação do modelo.

Optou-se então por realizar um diagnóstico do modelo de desenvolvimento de projetos da organização compradora de forma a permitir integrar as ferramentas de avaliação de fornecedores a fases de desenvolvimento do produto.

Durante a realização do diagnóstico observaram-se as seguintes características referentes ao procedimento de desenvolvimento de novos produtos:

- a) O procedimento preocupava-se mais com a descrição das tarefas departamentais da área de desenvolvimento de produto do que na descrição do processo interdepartamentalizado como um todo e a descrição das interfaces deste macroprocesso com os processos de vendas, de produção e de pós-vendas;
- b) O procedimento tratava da execução de tarefas de forma seqüencial e não de processos inter-relacionados em paralelo;
- c) Tinha-se uma ênfase maior ao desenvolvimento da parte estratégica e conceitual do produto do que o acompanhamento da produção e auditoria da rastreabilidade da documentação de saída do projeto.

Como o modelo de desenvolvimento das técnicas de avaliação de fornecedores baseava-se, entre outras referências teóricas, nos oito princípios da qualidade, tornava-se necessário a utilização da abordagem processual no projeto de novos produtos. Além disso, era necessária a melhoria do procedimento de forma a possibilitar um melhor registro das saídas de projeto permitindo a tomada de decisão de projetos futuros baseada no aprendizado proporcionado pela memória técnica dos projetos já realizados.

Baseado neste diagnóstico fez-se a mudança do fluxograma de desenvolvimento de produto. Notou-se que embora do ponto de vista conceitual as modificações no fluxo tenham sido relevantes, na rotina do dia-a-dia, não houve alterações significativas nas atividades dos envolvidos, com exceção do aumento de alguns

registros que começaram a ser exigidos.

Um dos processos que teve sua rotina melhor especificada aumentando a necessidade de registros, denominava-se PAAF (Processo de Aprovação de Amostras de Fornecedor). Inicialmente este processo era de responsabilidade do departamento de compras e não estavam claros os vínculos entre este e os outros processos da organização. O procedimento documentado que o descrevia citava que o comprador deveria, na ocorrência do desenvolvimento de um novo produto, abrir um relatório solicitando análise da peça. No processo de desenvolvimento do produto porém, muitas vezes os próprios engenheiros do Departamento de produtos solicitavam amostras e as testavam sem o envolvimento de compras registrando os testes em relatórios de ensaio do laboratório. A não integração do processo de aprovação de amostras gerava não conformidades sistêmicas resultantes da não abertura de relatórios de aprovação de amostras.

Com a modificação do macroprocesso de desenvolvimento de novos produtos utilizando a abordagem processual, os pontos onde ocorriam o início do processo de aprovação de amostras tornaram-se evidentes a todos os envolvidos no macroprocesso resultando em um sistema mais natural de início do processo, diminuindo a probabilidade de não conformidades.

Até o final deste trabalho, porém nenhum novo projeto foi desenvolvido baseado no macroprocesso de desenvolvimento modificado, não havendo casos que pudessem ser apresentados como evidência da funcionalidade do modelo.

4.6 Modelo de desenvolvimento de Técnicas de Avaliação de Fornecedores na entrada de Novos Fornecedores em Projetos Existentes.

Este processo de desenvolvimento das técnicas de avaliação é mais simples do que o de projetos de novos produtos. Embora se siga o mesmo fluxograma não está integrado ao macroprocesso de desenvolvimento de novos produtos.

As ferramentas fundamentais utilizadas no modelo para o desenvolvimento de técnicas de avaliação são o Processo de Aprovação de Amostras de Fornecedores (PAAF) e o plano de controle.

Como visto no fluxo, a fundamentação básica do modelo consiste em, uma vez definida a estratégia de mudança ou entrada de um novo fornecedor, elege-se um responsável pelo processo o qual inicia o processo de aprovação de amostra. Durante este processo ocorre o planejamento do processo de avaliação contínua, quando a amostra é aprovada faz-se um plano de controle que, com base nos resultados da avaliações iniciais vai se amoldando a qualidade do produto fornecido. Após ter-se confiança no sistema de avaliação ele é então padronizado e começa a ser monitorado através do modelo de melhoria das técnicas de avaliação de fornecedores já desenvolvidos.

O desenvolvimento de planos de controle antes da adoção do modelo na organização estudada ocorria geralmente no momento do recebimento do 1º. lote de produto e o número de informações sobre o fornecedor e o produto eram insuficientes para garantir um controle de qualidade preventivo sobre o fornecedor, além disso, o processo de aprovação de amostras, assim como no caso de desenvolvimento de técnicas para novos produtos, havia muitas não conformidades em virtude da falta das solicitações de análise de amostras. Com a adoção do modelo novo houve

relativa diminuição do número de novos itens comprados sem aprovação de amostras, além disso lotes novos recebidos sem aprovação de amostras são registrados sendo possível estabelecer planos de ação para a melhoria do processo.

4.7 Considerações

Neste capítulo apresentaram-se observações sobre a implementação dos modelos de melhoria das técnicas de avaliação de produtos já existentes e desenvolvimento das técnicas para novos produtos e novos fornecedores.

Nas técnicas de avaliação de fornecedores e produtos já existentes foram apresentados alguns casos onde se adotou o modelo proposto. Em todos os casos foi observada a melhoria da qualidade. Em alguns casos houve necessidade do aumento de recursos com o controle do produto fornecido e outros houve a diminuição dos recursos. Em um dos casos, a alternativa para a melhoria da qualidade foi a substituição do fornecedor. A adoção do modelo mostrou-se benéfica para a organização. Porém no caso de novos produtos não foi possível, durante este trabalho, comprovar os benefícios da aplicação do modelo para novos produtos, ficando este desenvolvimento legado a trabalhos futuros.

Em casos onde os métodos de avaliação demonstraram falta de compromisso e de confiança no fornecedor a alternativa para a melhoria da qualidade do sistema é a substituição do fornecedor. Isto só não é possível no caso de monopólios ou oligopólios de fornecimento, nestes casos torna-se necessário o aumento de recursos em técnicas de contenção, com o objetivo de garantir a qualidade para o cliente final.

De um modo geral parte do aumento de recursos necessários onde foram utilizadas técnicas de contenção foi compensado pela diminuição de recursos em pro-

dutos que possuíam um nível de qualidade o que permitia a atenuação das ferramentas de avaliação, embora não coincida exatamente um balanço de custos entre a intensificação de recursos em um fornecedor com a redução em outro.

A avaliação da qualidade apenas estratificada por fornecedor não pode ser utilizada em todos os casos. Existem ocasiões em que um fornecedor possui mais de um processo de produção em suas instalações, fornecendo diferentes tipos de itens. A análise deste fornecedor deve ser estratificada por processo, pois um mesmo fornecedor pode ter processos excelentes e processos deficientes em sua organização.

Também houve revisões nos processos internos da organização compradora. Os processos modificados foram os de auditoria contínua de fornecedores e de verificação da eficácia de ações corretivas de fornecedores, baseados no modelo propostos, tornando os processos mais organizados e econômicos, sem comprometer a qualidade ou, em determinadas situações, melhorando o nível de qualidade. A melhoria da rotina de avaliação possibilita a redução de desperdícios e ganhos de eficiência.

Durante a melhoria dos processos sistêmicos de avaliação foi possível determinar a importância do *Feedback* ao fornecedor sobre o sistema, os critérios de avaliação utilizados e sobre a situação de cada fornecedor em relação ao quadro geral de fornecedores da organização. Percebeu-se que a partir do momento que o fornecedor adquire a real noção da percepção da organização compradora sobre ele, e de seu posicionamento em relação aos outros fornecedores, ele consegue estabelecer parâmetros e metas para sua própria melhoria. O estabelecimento de metas realistas gerais no IQF (índice de qualidade de fornecedores) e IS (índice de sistema) e a divulgação destas metas aos fornecedores, bem como os

resultados de sua performance atual, auxiliam os fornecedores comprometidos a melhorar seus processos.

Embora no tocante ao desenvolvimento de produto, não tenha sido possível, durante o trabalho, a observação completa da aplicação do modelo, foi possível a revisão de algumas atividades do processo. Fez-se a revisão do processo de desenvolvimento de produto da organização inserindo pontos de controle para adoção de técnicas de avaliação de fornecedores durante o desenvolvimento de produtos e foram agregados, ao fluxo de desenvolvimento de novos produtos da organização estudada, o Processo de Aprovação de Amostras e a vinculação do final deste processo ao início do plano de controle contínuo da qualidade do fornecedor. No início do trabalho a organização possuía os procedimentos de desenvolvimento de produto, aprovação de amostras e elaboração de planos da qualidade dispersos e sob a responsabilidade de diferentes setores o que dificultava a integração do processo de desenvolvimento de produto. Espera-se que com esta alteração a avaliação de fornecedores torne-se mais preventiva na organização estudada.

De um modo geral pode-se constatar que a aplicação racional de técnicas de avaliação de fornecedores durante o desenvolvimento de novos produtos ou durante a rotina do dia-a-dia é uma importante ferramenta de gestão em busca da melhoria da qualidade e da redução de custos na organização estudada, e que a adoção de um modelo que sistematize esta gestão é indispensável para garantir a melhoria contínua do sistema de avaliação de fornecedores.

No próximo capítulo apresentam-se as conclusões do trabalho, bem como sugestões para outros futuros trabalhos com base nas observações oriundas da análise do modelo.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste último capítulo apresentam-se as conclusões referentes a esta dissertação, bem como recomendações e sugestões para trabalhos futuros relacionados ao desenvolvimento e avaliação de fornecedores.

5.1 Conclusões

Com a evolução e popularização das técnicas de desenvolvimento e avaliação de fornecedores nas organizações existe hoje um número enorme de ferramentas que podem ser utilizadas neste processo. Escolher as mais adequadas, o momento certo de utilizá-las e substituí-las, de forma a conseguir o melhor aproveitamento dos recursos e a garantia da qualidade dos materiais fornecidos é, ainda, uma oportunidade que merece ser mais bem pesquisada.

Neste trabalho objetivou-se, como ponto forte e principal diferencial em relação aos trabalhos já existentes, propor um modelo que permitisse a um sistema de avaliação de fornecedores selecionar as ferramentas mais adequadas à realidade de cada fornecedor, durante o desenvolvimento do produto, e melhorar continuamente estas ferramentas ao longo do relacionamento cliente-fornecedor. Este objetivo foi cumprido.

A aplicação do modelo em uma organização do setor metal mecânico foi realizada completamente na parte voltada a melhoria contínua das técnicas na rotina do dia-a-dia. Não foi possível, porém, durante o tempo de realização da implementação, a efetivação total da parte relativa a novos projetos, embora algumas ferramentas e

processos tenham sido executadas. O Objetivo específico relativo à aplicação do modelo foi, portanto, cumprido parcialmente.

O objetivo específico referente ao estabelecimento de parâmetros e condições para o uso de ferramentas de seleção e avaliação de fornecedores em função da situação foi atingido no segundo capítulo com a apresentação e as observações e recomendações de uso referentes a cada uma delas. Posteriormente, nos capítulos subseqüentes, foram apresentadas sugestões dentro do modelo e nos estudos de caso na organização estudada de como utilizar algumas das ferramentas.

Quanto aos objetivos específicos relativos ao estabelecimento de critérios para seleção e avaliação de fornecedores e itens novos e avaliação contínua de fornecedores e itens já existentes, estes foram concluídos durante o desenvolvimento do modelo apresentado no terceiro capítulo.

Durante a revisão teórica observou-se que, embora existisse uma ampla literatura sobre ferramentas para avaliar, selecionar e medir fornecedores, não foram encontrados nas bibliografias pesquisadas, modelos específicos para a gestão integrada destas ferramentas. Embora não houvesse modelos para este caso particular, notou-se a existência de modelos clássicos de gestão, que apesar de não descrever uma aplicação específica para gestão de fornecedores, poderiam ser adequados para tal aplicação. Foi observada também a existência de modelos teóricos e de *softwares* para o estabelecimento e análise de indicadores de desempenho dos fornecedores e avaliação de característicos durante o recebimento e processo, porém estes não possuíam modelos que propusessem trocas das técnicas de avaliação com base nos resultados das análises.

Também se observou na revisão teórica que um modelo, voltado ao gerenciamento das ferramentas de avaliação de fornecedores, deveria levar em conta duas situações: o desenvolvimento de novos projetos do produto na organização compradora e a melhoria das técnicas de avaliação de produtos já existentes. Existem diferenças significativas entre as duas situações. Enquanto o desenvolvimento de novos projetos tem como característica básica à inovação, a avaliação contínua de produtos já existentes tem como principal elemento o gerenciamento da rotina no trabalho do dia-a-dia, ligado mais à padronização. Estas diferenças pressupõem que o desenvolvimento de ferramentas de avaliação de fornecedores durante novos projetos deve se basear em um modelo diferente do utilizado para melhorar as ferramentas de avaliação em projetos já existentes.

A elaboração do modelo levando em conta o desenvolvimento do projeto e a melhoria contínua no dia-a-dia contribuiu para o atendimento de outro objetivo específico proposto no primeiro capítulo: o estabelecimento da interface entre as técnicas de seleção e avaliação de fornecedores de novos produtos e itens, com as técnicas de avaliação contínua de fornecedores já existentes.

Embora um bom projeto seja fator indispensável para a qualidade, a melhoria contínua deste ao longo do tempo é fundamental para a garantia da competitividade. Um fator que corrobora com a necessidade da revisão das ferramentas de avaliação de fornecedores, são as possíveis mudanças que podem acontecer dentro da organização do fornecedor, estas mudanças podem atuar positiva ou negativamente na qualidade do produto fornecido obrigando a organização compradora a modificar suas estratégias de avaliação. Portanto, técnicas de avaliação contínua de fornece-

dores especificadas durante o projeto devem ser constantemente revisadas e melhoradas.

Um ponto forte apresentado neste trabalho e que deve ser considerado na melhoria das avaliações de fornecedores na rotina do dia-a-dia é que todos os métodos possuem um custo. O uso de técnicas superdimensionadas a necessidade gera desperdícios de recursos e o uso de técnicas sub-dimensionadas gera perda da qualidade. Por isso a melhoria contínua das técnicas de avaliação de fornecedores deve intensificar os controles nos fornecedores mais críticos e paralelamente, atenuar os controles nos menos críticos e mais confiáveis.

Existem alguns pontos fracos no modelo que devem ser considerados:

- a) Os estudos práticos do modelo se restringiram a apenas uma organização do setor metal-mecânico, não sendo ainda comprovada a abrangência do método para outras organizações;
- b) As ferramentas utilizadas no modelo tornam evidente a necessidade de pessoas com sólida formação em estatística aplicada e em sistemas de gestão da qualidade. Isto representa uma limitação da aplicabilidade do modelo em empresas nas quais não existem pessoas qualificadas nestas áreas. Esta deficiência poderia ser amenizada com o desenvolvimento de uma ferramenta informatizada de apoio a decisão.
- c) Não se desenvolveu, durante o trabalho, nenhum *software* de apoio a decisão baseado no modelo. E a análise baseada apenas em planilhas eletrônicas é lenta e complexa, o que dificultou a adoção do modelo.
- d) O excesso de fases, etapas e atividades em que o modelo se subdividiu torna-o seu entendimento, embora detalhado, muito extenso. Este problema

também é encontrado no modelo original de Harrington(1997) para melhoria contínua.

Os resultados obtidos durante a realização deste trabalho demonstraram viável a aplicação do modelo apresentado dentro da organização estudada. Espera-se que este trabalho possa através da coletânea de ferramentas e referências apresentadas e de seu próprio modelo servir de base para trabalhos futuros.

5.2 Recomendações para Trabalhos Futuros

Durante o desenvolvimento do trabalho surgiram algumas idéias que podem ser utilizadas em trabalhos futuros, são elas:

- Desenvolver um modelo que quantifique os custos oriundos da melhoria contínua de técnicas de avaliação de fornecedores, e analise a viabilidade econômica de se manter fornecedores com preços mais competitivos e qualidade inferior através da intensificação das técnicas de avaliação ou substituí-los por fornecedores de melhor qualidade, porém preços maiores em virtude dos benefícios de qualidade por eles proporcionados.
- Desenvolver um sistema informatizado de apoio a decisão, baseado no modelo proposto, de forma a permitir que o controle das técnicas de avaliação de fornecedores possam ser realizadas via *software*.
- Dar continuidade à parte do modelo voltada a desenvolvimento de produto, associando-a com ferramentas como FMEA, QFD (*Quality function deployment*) e DOE (*Design of Experiments*).
- Desenvolver um modelo similar aplicado à avaliação de fornecedores prestadores de serviços ao invés de fornecedores de bens tangíveis.

REFERÊNCIAS

ADAIR, C. B.; MURRAY, B. A. **Revolução total dos processos**. São Paulo: Nobel, 1996.

AGUIAR, S.; **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa seis sigma**. Volume 1, série Ferramentas da Qualidade. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.

AKAO, Y. **Quality function deployment: integrating customer requirements into product design**. Cambridge: Productivity Press, 1990.

ARIOLI, Edir Edemir. **Análise e solução de problemas: o método da qualidade total com dinâmica de grupo**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

ASCOMBE F.J. Rectifying inspection of lots. **Journal of the American Statistical Association**. [N.I]: n.56, p.807-823, 1961.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 8402**: gestão da qualidade e garantia da qualidade: terminologia. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9000**: sistemas de gestão da qualidade: fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9001**: sistemas de gestão da qualidade: requisitos. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9004**: sistemas de gestão da qualidade: diretrizes para melhorias de desempenho. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5425**: guia para inspeção por amostragem no controle e certificação da qualidade. Rio de Janeiro, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5426**: planos de amostragem e procedimentos de inspeção por atributos: procedimento. Rio de Janeiro, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5427**: guia para a utilização da norma 5426 – planos de amostragem de procedimentos de inspeção por atributos. Rio de Janeiro, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5429**: planos de amostragem e procedimentos na inspeção por variáveis: procedimento. Rio de Janeiro, (Errata no.1 1989)1977.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5430**: guia para utilização da norma NBR 5429 – planos de amostragem e procedimentos na inspeção por variáveis. Rio de Janeiro, 1985.

BAXTER, Mike. **Projeto de produto: guia prático para o desenvolvimento de novos produtos**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda; 1998.

BOXWELL Jr, Robert J. **Vantagem competitiva através do benchmarking**. São Paulo: Makron Books, 1996.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Controle da Qualidade Total (No Estilo Japonês)**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1992. 5ª. edição.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento pelas Diretrizes (Hoshin Kanri)**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1996. 2ª. edição.

CERQUEIRA NETO, Edgar Pedreira. **Reengenharia do Negócio**. São Paulo: Pionera, 1994. 3ª. edição.

CHENG, L. C.; SCAPIN, C. A.; OLIVEIRA, C. A.; KRAFETUSKI, E.; DRUMOND, F. B.; BOAN, F.S; PRATES, L.R.; VILELA,R.M. **QFD – Planejamento da qualidade**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1995.

CLÁUDIO, M. C.;MARINS; J. M. **Cálculo Numérico Computacional – Teoria e Prática**. São Paulo: Editora Atlas SA, 1989.

CLELAND, D. I.; IRELAND, L. R. **Gerência de projetos**. Rio de Janeiro: R&A Editores, 2002.

CORAL, E. **Avaliação e gerenciamento dos custos da não qualidade.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

CROSBY, P.B.; **Quality is free: the art of making quality certain.** New York: Mentor, 1980.

DEMING, Edwards. **Qualidade: a revolução da administração.** Rio de Janeiro: Editora Marques Saraiva, 1994.

DIAS, M. A. P. **Administração de Materiais: edição compacta.** São Paulo: Atlas, 1995. 4. ed.

DIAS, M. A. P. **Administração de Materiais: uma abordagem logística.** São Paulo: Atlas, 1993. 4. ed.

DODGE, H. F. **A sampling plan for continuous production.** Annals of Mathematical Statistics, Vol 14. 1943.

DODGE, H. F. ; ROMIG, H. **Sampling inspection tables.** New York: John Wiley & Sons Inc, 1959. 2nd ed.

DOSS, George M. **Project management handbook.** Paramus: Prentice Hall, 2000.

DUNCAN, Acheson J. **Quality control and industrial statistics.** Illinois: Irwin Inc., 1986.

EKAMBARAM, S. K. **A base estatística dos gráficos de controle de qualidade.** Rio de Janeiro: Editora Polígono, 1966.

EOQC – European Organization for Quality Control. **Glossary of Terms used in Quality Control.** Roterdã:EOQC, 1972.

FEIGENBAUM, A. V. **Total Quality Control.** New York: McGraw Hill, 1986. 3rd Edition.

FIOD NETO, Miguel. **Taguchi e a melhoria da qualidade: uma releitura crítica.** Florianópolis: Editora da UFSC, 1997.

FLOOD, R. L. **Beyond TQM**. [N.I.]:Wiley,1993.

FREITAS, M. A. COLOSIMO, E. A. **Confiabilidade: Análise de Tempo de Falha e Testes de Vida Acelerados**. Volume 12, Série Ferramentas da Qualidade. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1997.

GARVIN, D. What does "Product Quality" really mean? **Sloan Management Review**. Fall:[N.I.] 1984.

GARVIN, David A., **Gerenciando a Qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed.,1992.

GOLDRATT, E.M. **What is This Thing Called Theory of Constraints, and how should it be implemented**. Croton-on-Hudson: North River Press,1990.

GHOSH, S. **Statistical Design and Analysis of industrial experiments**. New York: Marcel Dekker, 1990.

HARRINGTON, James. **Gerenciamento Total da Melhoria Contínua**. São Paulo: Makron Books, 1997.

HARRINGTON, James. **O processo de aperfeiçoamento: como as empresas americanas, líderes de mercado, aperfeiçoam controle de qualidade**. São Paulo: Makron Books, 1988.

HELMAN, Horácio. ANDERY, Paulo R.P. **Análise de falhas: aplicação dos métodos de FMEA – FTA**. Volume 11, Série Ferramentas da Qualidade. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1995.

HILL, I.D. The economic incentive provided by sampling inspection. **Applied Statistics Magazine**. [N.I.]: n. 9 , 69-81, 1960.

HUDLER, Ivan Frederico. **Relacionamento Fornecedor e Cliente e a Avaliação do Desempenho do Fornecedor**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

IMAI, Masaaki. **Kaizen**. São Paulo: Iman, 1988.

ISHIKAWA, Kaoru. **Controle de qualidade total à maneira japonesa**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1993.

JENKINS, G. **Quality Control**. Lancaster, UK: University of Lancaster, 1971.

JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. **Controle de qualidade**. São Paulo: Vols 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7, Makron Books, 1992.

JURAN, J.M. **The quality trilogy – a universal approach to managing quality, ASQC – 40th Annual Quality Congress**. California: Anaheim, 1986. p.19-24.

JURAN, J.M. **A Qualidade desde o Projeto: Novos Passos Para o Planejamento da Qualidade em Produtos e Serviços**. São Paulo: Pioneira, 1997

KAIBARA, M. M.; **A Evolução do Relacionamento entre Clientes e Fornecedores – Um Estudo de Suas Principais Características e Contribuições para a Implantação da Filosofia JIT**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), UFSC, Florianópolis, 1998.

KAMANN, Dirk-Jan (*Groningen Research Institute of Purchasing – GRIP*). **Matrices, cubes and triangles in purchasing**. Disponível em: <http://www.bdk.rug.nl/medewerkers/d.j.f.kamann/>>. Acesso em 15 ago. 2003.

KAPLAN, R. S.;NORTON, D. P. **A Estratégia em Ação: *Balanced Scorecard***. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1997.

KAPLAN, R. S.;NORTON, D. P. ***Putting the balanced scorecard to work***. *Harvard Business Review*, p. 133-147. *September-October* 1993.

KAPLAN, R. S.;NORTON, D. P. ***The balanced Scorecard – measures that drive performance***. *Harvard Business Review*, p. 71-79. *January-February* 1992.

KRALJIC, P. ***Purchasing must become supply management***. *Harvard Business Review*, v.61, , p. 109-117. *September-October* 1983.

KUME, Hitoshi. **Métodos estatísticos para melhoria da qualidade**. São Paulo: Editora Gente, 1993.

LEVINE, D.M; BERENSON, M.L; STEPHAN, D.; **Estatística: teoria e aplicações - usando Microsoft® Excel em português**; Rio de Janeiro: Editora LTC, 2000.

LEWIS, James P. **The project manager's desk reference**. New York: McGrall Hill, 1999. 2nd Edition.

MANN, N. R. **Deming: as chaves da excelência**. São Paulo: Makron Books, 1990.

MARANHÃO, Mauriti. **ISO Série 9000: manual de implementação: versão ISO 2000**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001. 6^a. edição.

MARCELLI, Ricardo Pereira. **O Papel dos Indicadores de Desempenho na Estratégia das Organizações para o Aprimoramento de Processos: Um Estudo de Caso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), UFSC, Florianópolis, 2000.

MAXIMIANO, Antonio C.A; **Administração de projetos: como transformar idéias em resultados**. São Paulo: Atlas, 2002. 2^a. edição.

MELLO, C. H. P.; SILVA, E. S. S.; TURRIONI, J. B.; SOUZA, L. G. M. **ISO 9001:2000: sistema de gestão de qualidade para operações de produção e serviços**. São Paulo: Atlas, 2002.

MENEZES, L. C. M. **Gestão de Projetos**. São Paulo: Editora Atlas, 2001.

MERLI, Giorgio. **Comakership: a nova estratégia para os Suprimentos**. Rio de Janeiro: Qualitymark,1998.

MEYER, Christopher. **How the Right Measures Help Teams**. Harvard Business Review, v72 n.3, pp. 95-103. May-June, 1994.

MEYER, Christopher. **Crescimento Implacável**. São Paulo: Educador,2001.

MILLS, C. A. **A auditoria da qualidade: uma ferramenta para avaliação constante e sistemática da manutenção da qualidade**. São Paulo: Makron Books,1994.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. Governo do Brasil. **(Norma Regulamentar 13) NR 13 - Caldeiras e Vasos de Pressão (113.000-5)**. Disponível em:<
<http://www.mte.gov.br/Temas/SegSau/Legislacao/Normas/conteudo/nr13/default.asp>
>. Acesso em 15 ago. 2003.

MONTGOMERY, Douglas C. **Design and Analysis of Experiments**, New York: John Wiley & Sons, 1991. 3th Ed.

MONTGOMERY, Douglas C. **Introduction to Statistical Quality Control**, New York: John Wiley & Sons, 2001. 4th Ed.

MOURA, E.C. O Desenvolvimento de Produtos. **Revista Banas Qualidade**. São Paulo: Editora Banas, no. 121, p. 29-32; jun., 2002a.

MOURA, E.C. Metodologias e Ferramentas do DFSS; **Revista Banas Qualidade**. São Paulo: Editora Banas, no. 122. p. 22-27; jul., 2002b.

MURCH, Richard. **Project Management**. Upper Saddle River: Prentice Hall Inc, 2001.

ÑAURI, Miguel H. C. **As Medidas de Desempenho como Base para a Melhoria Contínua de Processos: o caso da fundação de amparo à pesquisa e extensão universitária (FAPEU)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

ORSINI, Joyce. **Simple Rule to Reduce Total Cost of Inspection and Correction of Product in State of Chaos**, Tese de PhD, Graduate of Business Administration. New York: New York University, 1982.

PALADINI, Edson Pacheco. **Controle de qualidade: uma abordagem abrangente**. São Paulo: Atlas, 1990.

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2000.

PANDE, P. S.; NEUMANN, R. P.; CAVANAGH, R. R. **The six sigma way**. New York: Mac Graw Hill Companies, Inc., 2000.

PARANTHAMAN, D; **Controle de qualidade**. São Paulo: McGrall-Hill, 1990.

PMBOK guide. **A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) – 2000 ed.** Pennsylvania: Project Management Institute, 2000.

PETRUS, Claudia R.F.J.S. **Diagnóstico da Qualidade, Utilização de Ferramentas Estatísticas e Modelo de Relacionamento com Fornecedores em uma Indústria Cerâmica.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

PRADO, Darci. **Gerenciamento de projetos da organizações,** Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2000.

Prins, Jack. Process or Product Monitoring and Control. **Engineering Statistics handbook.** Croarkin, Carroll; Tobias, Paul. (org.). High Performance Computing and Communications/Systems Integration for Manufacturing Applications. [N.I.]: Disponível em <<http://www.itl.nist.gov/div898/handbook>> acesso em 22 out. 2001.

QS 9000 – **Quality System Requirements;** second edition February, Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, 1995

ROBLES Jr, Antonio. **Custos da qualidade: uma estratégia para a competição global.** São Paulo: Editora Atlas, 1996.

ROCHA, A.; CHRISTENSEN, C. **Marketing – teoria e prática no Brasil.** São Paulo: Editora Atlas, 1999. 2a. edição.

SCHISSATTI, Márcio Luiz. **Uma metodologia de implantação de cartas de Shewhart para o controle estatístico de processos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

SCHONBERGER, R.J. **Técnicas industriais japonesas: nove lições ocultas sobre a simplicidade;** São Paulo: Editora Pioneira, 1992. 4^a.edição.

SHEWHART, W.A.; **Economic Control of Quality of Manufactured Product,** New York: D. Van Nostrand Company, Inc., 1931.

SHINGO, Shigeo. **Sistemas de Produção com Estoque Zero: O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas.** Porto Alegre: Editora Bookman, 1996a.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Editora Bookman, 1996b.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1996.

SOUTO, A. C. O.; SERAPIÃO, R. de S. **Gestão orientada à excelência**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.

SPIEGEL, MURRAY R. **Manual de fórmulas, métodos e tabelas de matemática**. São Paulo. Makron, 1992. 2^a. edição.

STEPHENS , Kenneth S.; **How to Perform Continuous Sampling**. Vol 2. Milwaukee: Paperback/ASQ Quality Press, 1995a. Second Edition.

STEPHENS , Kenneth S.; **How to Perform Skip-Lot and Chain Sampling**. Vol 4. Milwaukee: Paperback/ASQ Quality Press, 1995b. Second Edition.

STEVENSON, W.J. **Estatística aplicada a administração**. São Paulo: Editora Harbra, 1981.

TAGUCHI, Genechi. **Engenharia da qualidade em sistemas de produção**. São Paulo: McGraw-Hill, 1997.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 2000. 2^a. edição.

VALERIANO, D. L. **Gerência em projetos – pesquisa, desenvolvimento e engenharia**. São Paulo: Makron Books, 1998.

VARGAS, Ricardo Viana. **Gerenciamento de Projetos**; Rio de Janeiro: Brasport, 2002. 4^a. edição.

VIANA, João José. **Administração de Materiais: um enfoque prático**; São Paulo: Atlas, 2002.

VIEIRA, S. HOFFMANN, R. **Estatística experimental**; São Paulo: Atlas, 1989.
VIEIRA, Sônia. **Estatística para Qualidade**; São Paulo: Editora Campus, 1999.

VILLARINHO, Maria E.; **Um Sistema de Qualificação de Fornecedores Através da Aplicação da Metodologia do Gerenciamento de Processos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis;1999.

VOLPINI, R. C. L. Qualidade e a nova ISO. In: BALLESTERO-ALVAREZ, Maria Esmeralda (Org). **Administração da qualidade e da produtividade: abordagens do processo administrativo**. São Paulo: Atlas, 2001.

WERKEMA, M.C.C. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos**, Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial,1995.

WERKEMA, M.C.C.; **Como estabelecer conclusões com confiança: entendendo inferência estatística**. Volume 4, série Ferramentas da Qualidade. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, Universidade Federal de Minas Gerais; 1996a.

WERKEMA, M.C.C.; **Avaliação da Qualidade de Medidas**. Volume 13, série Ferramentas da Qualidade. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, Universidade Federal de Minas Gerais; 1996b.

WERKEMA, M.C.C.; AGUIAR, S. **Planejamento e Análise de Experimentos: Como Identificar as Principais Variáveis Influentes em um Processo**. Volume 8, série Ferramentas da Qualidade. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, Universidade Federal de Minas Gerais; 1996.

WONNACOTT, T.H. ; WONNACOTT, R. J.; **Introdução à Estatística**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.,1980.

WONNACOTT, T. H.; WONNACOTT, R. J. **Introductory statistics for business and economics**. New York: John Wiley and Sons, 1972.

YOSHINAGA, Ciro. **Avaliação, desenvolvimento e certificação de fornecedores**. São Paulo: Instituto IMAM, 1993.

REFERÊNCIAS NÃO CITADAS

AGUIAR, S.; Drumond, F.B.; Werkema, M.C.C.; **Análise de Variância: Comparação de Várias Situações**. Volume 6 da série Ferramentas da Qualidade. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1996.

MEYER, Paul L.; **Probabilidade. Aplicações a estatística**, Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1981.