

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

IMECC

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**REDUÇÃO DE CUSTOS DE FALHA INTERNA
E MELHORIA DA EFICÁCIA OPERACIONAL:**

**Um enfoque baseado na aplicação de conceitos e
ferramentas de melhoria contínua e no trabalho em equipe**

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

Autor: *Aparecido Schmidt Simões*

Orientador: *Prof. Dr. Miguel Juan Bacic*

Janeiro/2001

01653/01



REDUÇÃO DE CUSTOS DE FALHA INTERNA E MELHORIA DA EFICÁCIA OPERACIONAL:

Um enfoque baseado na aplicação de conceitos e
ferramentas de melhoria contínua e no trabalho em equipe

Este exemplar corresponde à
redação final de dissertação
devidamente corrigida e defendida
por Aparecido Schmidt Simões e
aprovada pela comissão julgadora.

Campinas, 15 de Janeiro de 2001



Prof. Dr. Miguel Juan Bacic

Banca Examinadora

1. Prof. Dr. Miguel Juan Bacic
2. Prof. Dr. Antônio Robles Jr.
3. Prof. Dr. Ademir J. Petenate

Dissertação apresentada ao
Instituto de Matemática, Estatística
e Computação Científica,
UNICAMP, como requisito parcial
para obtenção do Título de Mestre
Profissional em Qualidade.

* CHAMADA :
UNICAMP
S51r
Es.
IMBO BC/ 44045
ROC. 16-39210.1
C D
REC# R\$ 41,00
ATA 24/04/01
* CPD

CM-00154021-1

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO IMECC DA UNICAMP

Simões, Aparecido Schmidt

Si51r

Redução de custos de falha interna e melhoria da eficácia operacional: um enfoque baseado na aplicação de conceitos e ferramentas de melhoria contínua e no trabalho em equipe / Aparecido Schmidt Simões – Campinas, [S.P. :s.n.], 2001.

Orientador : Miguel Juan Bacic

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica.

1. Custos. 2. Qualidade dos produtos – Custos. I. Bacic, Miguel Juan. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica. III. Título.

**Trabalho Final de Mestrado Profissional defendido em 15 de dezembro de 2000 e
aprovado pela Banca Examinadora composta pelos Profs. Drs.**

Miguel Juan Bacic

Prof (a). Dr (a). MIGUEL JUAN BACIC

Ademir José Petenate

Prof (a). Dr (a). ADEMIR JOSÉ PETENATE

Antonio Robles Júnior

Prof (a). Dr (a). ANTONIO ROBLES JÚNIOR

RESUMO

Qualquer que seja a estratégia adotada por uma Organização atuante no mercado competitivo, a otimização dos recursos operacionais e, conseqüentemente, a minimização dos custos por meio da aplicação de técnicas modernas de gestão empresarial, sempre exercerão um papel importante em seu desempenho competitivo.

Sob esse aspecto, é preciso ter muito cuidado ao determinar medidas de redução de custos para não diminuir também o valor dos produtos e serviços oferecidos ao mercado. Ações desenfreadas de redução de custos são perigosas, pois, em decorrência do corte desmedido de recursos importantes para a geração de valor, essas ações podem provocar uma necessidade de diminuição no preço dos produtos e serviços, causando uma perda de margem financeira, que, por sua vez, pode superar o ganho obtido com as iniciativas de redução de custos.

Diante desse cenário, executivos de grandes empresas têm demonstrado preocupação na determinação das melhores práticas e técnicas para reduzir custos sem, contudo, perder valor. Essa questão, embora denote certa simplicidade, envolve, muitas vezes, um ambiente operacional com razoável grau de complexidade, pois as operações das empresas, em função de sua necessidade de crescimento e rapidez de resposta aos impulsos da competição moderna, têm se tornado excessivamente complexas, dificultando a visualização clara e objetiva das reais oportunidades de redução de custos.

Assim, o objetivo principal deste trabalho é contribuir para a elucidação de alguns conceitos e técnicas que permitam obter redução de custos sem perder valor, garantindo retorno adequado dos investimentos realizados nesse sentido, mediante a aplicação de métodos que assegurem a melhoria sustentada dos processos empresariais. Os conceitos e as técnicas propostas podem ser aplicados em qualquer organização, e são extremamente recomendados para utilização em ambientes operacionais complexos. O Modelo para Produzir Melhorias, apresentado no Capítulo 2, aplicado na busca incessante do ponto ótimo dos custos da qualidade, discutidos no Capítulo 1, fazem parte do escopo principal da proposta colocada por este trabalho. Enfoques como este, se bem aplicados, podem ser uma arma poderosa na batalha competitiva das empresas modernas.

ABSTRACT

It does not matter what is the strategic approach determined by an organization acting on the competitive market, the optimization of its operational resources and, consequently, the minimization of its costs by the application of modern management techniques, will always have an important role for its competitive performance.

Thus, caution is required on defining cost reduction initiatives to not diminishing, at the same time, the value of the products and services offered to the market. Uncontrolled cost reduction actions are dangerous, once, due to the excessive elimination of important resources for value generation, those actions may raise a need of cutting product and service prices, causing a loss of financial margin, what may surpass the gains got from the cost reduction initiatives.

Looking at that scenario, executives of large companies are concerned on determining the best practices and techniques to reduce costs without, however, losing value. This question, despite looking so simple, involves, sometimes, an operational environment with a certain level of complexity, once the companies operations, due to the need of growth and fast response to the modern competition impulses, have becoming very complexes, making difficult a clear and objective identification of real cost reduction opportunities.

Therefore, the main objective of this brainwork is to contribute for the clarification of some concepts and techniques that allow getting cost reduction without losing value, ensuring adequate return for the investments made on that, by the application of methods for achieving sustained improvement of business processes. The proposed concepts and techniques may be applied by any organization, and are extremely recommended for use in complex operational environment. The Model for Improvement, presented in the Chapter 2, applied on the endless pursue of the optimum quality cost point, what is discussed in the Chapter 1, are part of the main scope of this brainwork proposal. Approaches like this one, if well applied, may be a powerful weapon in the competitive battle of the modern companies.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1: COMPETITIVIDADE EMPRESARIAL E GESTÃO DOS CUSTOS DA QUALIDADE	7
1.1 TAXA DE RETORNO SOBRE ATIVOS (ROA).....	11
1.2 ELEMENTOS DO LUCRO: VALOR, PREÇO E CUSTO	14
1.3 <i>BALANCED SCORECARD</i> – UMA FERRAMENTA PARA GESTÃO ESTRATÉGICA.....	18
1.4 ESTRATÉGIA E COMPETITIVIDADE.....	25
1.5 EFICIÊNCIA OPERACIONAL E GESTÃO DE CUSTOS	30
1.6 CUSTOS DA QUALIDADE.....	33
<i>O SIGNIFICADO DE CUSTOS DA QUALIDADE</i>	<i>36</i>
<i>OBJETIVOS DE AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DA QUALIDADE.....</i>	<i>36</i>
<i>CUSTOS DA QUALIDADE, OVERHEAD, CUSTOS FIXOS E VARIÁVEIS</i>	<i>39</i>
<i>CATEGORIAS DOS CUSTOS DA QUALIDADE.....</i>	<i>40</i>
<i>ESTUDOS INICIAIS SOBRE CUSTOS DA QUALIDADE.....</i>	<i>51</i>
<i>COMO RELATAR OS CUSTOS DA QUALIDADE.....</i>	<i>57</i>
<i>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS INICIAIS.....</i>	<i>59</i>
<i>APROVAÇÃO PARA O PROGRAMA DE MELHORIA DA QUALIDADE.....</i>	<i>62</i>
<i>FATORES QUE DETERMINAM OS CUSTOS DA QUALIDADE.....</i>	<i>69</i>
1.7 DIRECIONADORES DE CUSTO	70
1.8 MEDIDAS NÃO-FINANCEIRAS DE DESEMPENHO.....	75
1.9 SUMÁRIO.....	79
CAPÍTULO 2: APLICAÇÃO DO MODELO PARA PRODUZIR MELHORIAS E DE TÉCNICAS DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS POR EQUIPES MULTIFUNCIONAIS PARA OBTER BENEFÍCIOS NO DESEMPENHO DE PROCESSOS.....	81
2.1 A “ARTE DA MELHORIA”.....	85
2.2 A “CIÊNCIA DA MELHORIA”.....	91
2.3 O MODELO PARA PRODUZIR MELHORIAS.....	95
<i>O CICLO PDSA</i>	<i>102</i>
<i>O CICLO PDSA E O MODELO PARA PRODUZIR MELHORIAS</i>	<i>106</i>
<i>HABILIDADES ADICIONAIS PARA PRODUZIR MELHORIAS</i>	<i>113</i>

2.4 TÉCNICAS PARA ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS	120
<i>PRINCÍPIO DE PARETO</i>	120
<i>DIAGRAMAS DE CAUSA-EFEITO</i>	122
<i>ANÁLISE DO PROCESSO</i>	125
<i>CARTAS DE CONTROLE</i>	129
<i>PROJETO DE EXPERIMENTOS</i>	133
<i>ANÁLISE DO MODO E EFEITO DE FALHA (FMEA)</i>	138
<i>OUTRAS TÉCNICAS PARA ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS</i>	142
2.5 SUMÁRIO.....	144
CAPÍTULO 3: ESTUDO DE CASO – A APLICAÇÃO DO MODELO PARA PRODUZIR MELHORIA COM FOCO NA REDUÇÃO DOS CUSTOS DE FALHA INTERNA EXISTENTES NO AMBIENTE FABRIL DE UMA EMPRESA DE ALTA TECNOLOGIA	147
3.1 A EMPRESA, SUAS METAS, E AS FORÇAS COMPETITIVAS	151
3.2 PLANO DE CONTAS DOS CUSTOS DE FALHA INTERNA, COLETA DE DADOS E EMISSÃO DE RELATÓRIOS	155
3.3 COMPROMISSO DA DIREÇÃO DA SUBSIDIÁRIA LOCAL.....	164
3.4 REDUÇÃO DOS CUSTOS DE FALHA INTERNA.....	166
3.5 O PROJETO DE MELHORIA	168
<i>GARANTINDO ADERÊNCIA AO CICLO PDSA</i>	169
3.6 SUB-PROJETO 1 – REDUÇÃO DOS CUSTOS DE FALHA INTERNA NO PROCESSO DE MONTAGEM MEDIANTE INVESTIMENTO EM PREVENÇÃO COM RETORNO ADEQUADO.....	175
<i>ESTIMATIVA DOS CUSTOS DECORRENTES DO REPARO DE PRODUTOS</i>	178
<i>CICLO DE APRENDIZADO</i>	183
3.7 SUB-PROJETO 2 – REDUÇÃO DOS CUSTOS DE FALHA INTERNA NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SUBCONJUNTO MEDIANTE INVESTIMENTO EM PREVENÇÃO COM RETORNO ADEQUADO.....	192
3.8 SUB-PROJETOS 3 & 4 – REDUÇÃO DOS CUSTOS DE FALHA INTERNA DECORRENTES DA UTILIZAÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA DEFEITUOSA E BLOQUEIO DE EMBARQUE DE PRODUTO DEFEITUOSO, MEDIANTE INVESTIMENTO EM CONTROLE DE PROCESSO	202
3.9 COMENTÁRIOS	209
CONCLUSÃO	213
GLOSSÁRIO DE SIGLAS	219
BIBLIOGRAFIA	223

ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS

FIGURA 1.2.a – Os três pilares do lucro: custo, valor e preço	15
FIGURA 1.2.b – Competitividade Empresarial.....	17
FIGURA 1.3.a – As Medidas de Performance interligadas por meio do <i>Balanced Scorecard</i>	24
FIGURA 1.4.a – A Roda da Estratégia Competitiva	26
FIGURA 1.4.b – Forças que Dirigem a Concorrência na Indústria.....	28
TABELA 1.6.a - Exemplos de Custos da Qualidade por Departamento	48
FIGURA 1.6.b - Modelo para Otimização dos Custos da Qualidade – Processos Tradicionais.....	65
FIGURA 1.6.c - Modelo para Otimização dos Custos da Qualidade – Processos Emergentes	66
FIGURA 1.6.d - Segmento Ótimo de Modelo de Custo da Qualidade.....	69
FIGURA 1.7.a - Aplicação do Conceito de Direcionadores de Custos	73
FIGURA 2.1.a – Processo comum de pensamento.....	90
FIGURA 2.1.b – Processos incomuns de pensamento / provocação de novos padrões de pensamento	90
FIGURA 2.3.a – O “ciclo de Shewhart”.....	103
FIGURA 2.3.b – O “ciclo PDCA” – Método de Controle de Processos	108
FIGURA 2.3.c – O ciclo PDSA.....	108
FIGURA 2.3.d - Rodadas do Ciclo <i>PDSA</i> caracterizando aprendizado e implementação de melhorias .	109
FIGURA 2.3.e – O Modelo para Produzir Melhorias.....	109
FIGURA 2.3.f – Elementos do Ciclo PDSA.....	110
FIGURA 2.3.g – Exemplo de seqüências simultâneas de múltiplos ciclos PDSA	110
FIGURA 2.3.h – Ciclo PDCA (<i>plan-do-check-act</i>) de gestão de processo	111
FIGURA 2.3.i – Formulário para Documentar os Ciclos PDSA	112
FIGURA 2.4.a – Hierarquia de Processos Empresariais	128
FIGURA 2.4.b – Seqüência de Atividades Multifuncionais Interconectadas formando um Processo	129
TABELA 2.4.c– Exemplo de matriz de experimentos controlados com 2 níveis de variação das características.....	135
TABELA 2.4.d – Exemplo de aplicação de FMEA de processo	141
FIGURA 3.1.a - Estrutura hierárquica virtual dos Times de Liderança da Qualidade	154
FIGURA 3.2.a - Custos de Falha Interna para cada Trimestre do ano	163
FIGURA 3.2.b - Custos de Falha Interna por Unidade para cada Trimestre do ano	164
FIGURA 3.4.a - Carta de Comissionamento do Time de Melhoria de Processo designado para minimizar custos de falha interna	173
FIGURA 3.5.a - Conjunto completo de ciclos <i>PDSA</i> conduzidos até o momento da publicação desse trabalho	174

FIGURA 3.6.a - Fluxograma simplificado do processo de montagem, teste e reparo dos produtos fabricados pela empresa.....	176
TABELA 3.6.b - Sumário dos custos de falhas internas ocorridas durante o Teste 2 de uma família de produtos em um certo período do ano.....	182
TABELA 3.6.c - Sumário dos custos de falhas internas de uma família de produtos em um certo período do ano, considerando todos os testes	182
FIGURA 3.6.d - Esquema dos ciclos <i>PDSA # 3a-1, 3a-2, etc.</i> , utilizados para definição de ações voltadas à redução dos custos de falha interna	185
TABELA 3.6.e - Sumário das ações definidas pelo TMP correspondentes ao ciclo <i>PDSA # 3a-1</i> para uma determinada família de produtos.	191
TABELA 3.7.a - Padrão de Relatório de Custos de Falha Interna referente ao sub-projeto 2.....	194
TABELA 3.7.b - <i>Ranking</i> dos tipos de falha por DPPM para o sub-projeto 2	195
TABELA 3.7.c - <i>Ranking</i> dos tipos de falha por custo para o sub-projeto 2	195
FIGURA 3.7.d - Diagrama de Causa-Efeito para identificação de causas raízes do tipo de falha G.....	196
FIGURA 3.7.e - Diagrama de Causa-Efeito para identificação de causas raízes dos tipos de falha B/E.	197
FIGURA 3.7.f - Tendência DPPM (<i>Defective Parts per Million</i>) para a falha B (sub-projeto 2)	198
FIGURA 3.7.g - Tendência DPPM (<i>Defective Parts per Million</i>) para a falha E (sub-projeto 2)	198
FIGURA 3.7.h - Tendência DPPM (<i>Defective Parts per Million</i>) para a falha G (sub-projeto 2)	199
FIGURA 3.7.i - Tendência DPPM (<i>Defective Parts per Million</i>) para todas as falhas (sub-projeto 2)..	199
FIGURA 3.7.j - Formulário PDSA utilizado pelo TMP para gerenciamento do ciclo 3b-1	201
FIGURA 3.8.a - Fluxo simplificado do processo de <i>Product Hold</i>	204
FIGURA 3.8.b - Formulário PDSA utilizado pelo TMP para gerenciamento do ciclo 3d-1	206
FIGURA 3.8.c - Tabela desenvolvida pelo TMP para cálculo dos custos do processo de <i>Product Hold</i> (exemplo prático)	207
FIGURA 3.8.d - Gráfico de Pareto mostrando a origem de <i>Product Holds</i> nos últimos 6 meses e seus custos associados.....	208

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

No mundo empresarial moderno, a conjunção de diversos fatores externos às organizações tem forçado as empresas a buscar uma otimização crescente de seus recursos operacionais. Dentre esses fatores, encontram-se a acirrada competitividade estabelecida nos diversos mercados existentes, a instabilidade do cenário político-econômico (especialmente nos países de economia emergente), a pressão exercida por investidores em busca de retornos vantajosos para o capital aplicado, e o aumento da exigência dos clientes com relação à minimização do custo de propriedade¹ do produto adquirido.

Essa realidade tem feito com que muitas empresas revejam constantemente seu posicionamento de mercado e gerenciem de maneira objetiva a eficácia de suas estratégias e de seus processos organizacionais. Assim, em qualquer situação, os enfoques de diferenciação e custo mínimo abordados por Porter tornam-se o centro das definições e decisões empresariais para assegurar o crescimento rápido, sustentado e competitivo do negócio.

Entretanto, independentemente do foco estratégico adotado, a otimização de recursos, e a conseqüente minimização dos custos operacionais em conjunto com a melhoria da qualidade, sempre ocupam posições de destaque na gestão das empresas. Dessa forma, é importante observar que é necessária muita cautela nas ações de redução de custos para não prejudicar o nível de qualidade dos produtos e/ou serviços entregues aos clientes.

Preocupados com esses aspectos, os executivos das grandes corporações têm procurado compreender com maior profundidade as seguintes questões:

- Qual é o verdadeiro papel dos custos na gestão das empresas e na garantia do melhor retorno financeiro para o investidor?

¹ O conceito de “custo de propriedade” pode ser entendido como a soma do custo de aquisição do produto com as despesas necessárias para mantê-lo em operação, incluindo aquelas despesas decorrentes de impactos causados pela interrupção em seu funcionamento.

- Como monitorar a eficiência das ações estratégicas referentes a minimização dos custos e melhoria da qualidade, tendo em vista o acirrado ambiente competitivo?
- Como combinar redução de custos com melhoria da qualidade?
- Quais custos podem e devem ser minimizados?
- Quais são os custos associados à falta de qualidade, e, conseqüentemente, aos desperdícios operacionais?
- Como investir na melhoria da qualidade e obter retornos financeiros satisfatórios em redução de custos?
- Como identificar e monitorar os fatores que geram os maiores custos, especialmente aqueles associados à falta de qualidade?
- Como selecionar projetos de melhoria concorrentes, de forma a obter retornos satisfatórios rapidamente?
- Quais métodos, sistemas e técnicas podem ser utilizados para produzir mudanças internas que resultem em melhorias concretas na qualidade e nos resultados financeiros?
- Como envolver as pessoas no processo de aprendizado associado à produção de melhorias?
- Como garantir a continuidade das melhorias obtidas?

Assim, utilizando como referência o ambiente competitivo do meio empresarial, este trabalho procura discutir e comentar essas questões buscando respostas que auxiliem os empresários a integrar gestão de custos com melhoria efetiva e sustentada da qualidade, e contribuir, dessa forma, para a alavancagem do desempenho organizacional. Para tanto, a estrutura adotada ao longo de todo o texto parte de um escopo amplo de discussão, abordado no nível das decisões estratégicas, e, aos poucos, vai fechando o foco na proposta principal do trabalho, que é a obtenção de redução de custos a partir de projetos de melhoria da qualidade com retorno financeiro satisfatório.

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi utilizado o método da pesquisa-ação (Thiolent, 1997). O método da pesquisa-ação tem semelhanças com o estudo de caso, diferindo, no entanto, no grau de participação do pesquisador. O estudo de caso visa coletar e analisar dados de um ou vários casos particulares, propondo posteriormente

uma ação transformadora ou facilitando a tomada futura de decisões. Na pesquisa-ação, o pesquisador participa junto com outros membros da organização na solução de um problema real. Segundo Thilolent, quando existe um plano de ação para afetar o comportamento organizacional, é recomendável o método da pesquisa-ação.

Portanto, este trabalho está estruturado da seguinte forma:

- um capítulo para apresentar e comentar conceitos importantes utilizados no desenvolvimento do caso, conceitos estes que são referentes a gestão empresarial, tais como estratégia, custos, direcionadores de custos, métricas de desempenho, etc.,
- outro capítulo para demonstrar e discutir aspectos e técnicas de produção de melhorias, que são fundamentais para o controle dos custos das falhas internas, e, por fim,
- um estudo de caso para avaliar a aplicação prática dos conceitos teóricos abordados nos dois capítulos anteriores.

Desse modo, o Capítulo 1 discute a importância de considerar o impacto das distintas ações de melhoria na taxa de retorno da empresa. A gestão dos custos da qualidade é apresentada como um instrumento de gerenciamento para baixar custos sem afetar o valor oferecido ao cliente, possibilitando, dessa forma, a alavancagem da taxa de retorno. Como a empresa tem por objetivo maximizar seus lucros, deve balancear a relação valor-preço-custo considerando as principais questões estratégicas de seu ambiente. Nesse aspecto, a gestão dos custos operacionais, a associação dos custos com a qualidade, a minimização dos custos da não-qualidade, a otimização de recursos para evitar ou detectar problemas de qualidade, a identificação dos fatores que causam os custos, e o monitoramento do desempenho desses fatores, possibilitam preservar e/ou aumentar a rentabilidade, reforçando a posição estratégica da empresa. No Capítulo 2, procura-se apresentar o conceito de melhoria, assim como os métodos e enfoques aplicados para desenvolver, testar e implementar mudanças que produzam melhorias. É demonstrada a utilização do ciclo PDSA² (Planejar, Executar, Estudar e Agir – *Plan, Do, Study and Act*) como base para o aprendizado e para a melhoria contínua. Nesse Capítulo, também são apresentadas algumas técnicas de análise e solução de problemas utilizadas

² Detalhes a respeito do ciclo PDSA são apresentados no item 2.3

para a facilitar o processo de produção de melhorias. No Capítulo 3, são demonstradas as aplicações reais de alguns conceitos, métodos e técnicas discutidos nos Capítulos 1 e 2, mediante o estudo de um caso real numa empresa de alta tecnologia. Esse estudo foi desenvolvido e coordenado pelo autor no período compreendido entre os anos de 1997 e 1999. No caso apresentado, a comparação de taxas de retorno alternativas foi a base para a escolha das ações de melhoria, que tiveram como estrutura de desenvolvimento o ciclo PDSA, apoiado na aplicação de ferramentas e técnicas específicas de análise e solução de problemas.

CAPÍTULO 1

Competitividade Empresarial e Gestão dos Custos da Qualidade

O principal objetivo deste Capítulo é fornecer um claro entendimento a respeito da correlação entre os custos da qualidade e as questões estratégicas de uma empresa. Nesse sentido, é fundamental compreender como a melhoria da qualidade pode ser inserida num contexto maior da empresa, e como isso pode fortalecer sua lucratividade e vantagem competitiva. É importante também visualizar como a gestão da qualidade pode ser associada à gestão empresarial e contribuir para a obtenção de retornos financeiros satisfatórios.

Para tanto, parte-se, inicialmente, de um foco amplo de discussão, que inclui taxa de retorno, lucratividade, elementos do lucro, *balanced scorecard*, estratégia e competitividade, passando por eficiência operacional e gestão de custos, e, finalmente, abordando o tema central relativo aos “custos da qualidade”. Em seguida, são discutidos os conceitos de direcionadores de custos e medidas não-financeiras de desempenho, que são complementares ao tema central e permitem um enfoque direcionado ao gerenciamento operacional da empresa, que, por sua vez, está fortemente correlacionado com a produção de melhorias, a ser abordada no Capítulo 2.

1.1 TAXA DE RETORNO SOBRE ATIVOS (ROA)

Segundo Ansoff, o objetivo econômico de uma empresa consiste na maximização do retorno sobre seu patrimônio a longo prazo. Para este autor, a taxa de retorno sobre o patrimônio (investimento) é uma medida comum amplamente aceita de aferição do sucesso de um empreendimento. Assim, a taxa de retorno é uma medida comum e conveniente para comparação de perspectivas de negócio em indústrias diferentes (Ansoff, 1990: 53).

O retorno sobre o patrimônio ou capital próprio (ROE) depende, dentre outros fatores, do retorno sobre o ativo total (ROA), tal como demonstrado pela seguinte equação (Bacic, 1990:53):

$$ROE = ROA + (ROA - i) \frac{KT}{KP}$$

$$ROA = \frac{LAJI}{K}$$

Onde:

ROE = *Return On Equity*

ROA = *Return On Total Assets*

LAJI = montante de lucro antes de juros e impostos

K = montante de capital total investido ou ativo total (KP + KT)

KP = montante de capital próprio ou patrimônio líquido

KT = montante de capital de terceiros ou passivo

i = taxa de juros

Observa-se, então, a partir da análise da equação anterior, que, ao se abstrair as variáveis relativas à composição da estrutura de capital (KT/KP) e à taxa de juros (i), a taxa de retorno sobre ativos (ROA) torna-se a determinante fundamental da maximização do retorno a longo prazo da empresa.

Esta conclusão é importante para dirigir as ações gerenciais, que muitas vezes são focadas em decisões referentes à escolha de alternativas de investimento dentro de um contexto meramente operacional, onde não é relevante a análise de financiamento (por exemplo, na seleção de dois pequenos projetos de melhoria de um setor, o melhor projeto será aquele que apresentar o maior ROA).

A avaliação de alternativas de investimento constitui um conjunto de técnicas que compreendem desde métodos mais simples, tais como o *payback* (tempo de recuperação de capital) e a taxa de retorno (ROA), até métodos que consideram o valor do dinheiro no tempo (por exemplo, valor presente líquido e taxa interna de retorno).

Conforme a literatura financeira, a escolha de alternativas entre projetos de investimento devem considerar a maximização do retorno sobre ativos, ajustadas pelo valor presente do fluxo de caixa gerado (Rosse, Westerfield, Jaffe, 1995, Cap. 6). Porém, supondo que não existam diferenças significativas quanto ao comportamento intertemporal do fluxo de caixa, o ROA torna-se um bom indicador para nortear as decisões gerenciais entre projetos alternativos.

Cabe observar que o controle do ROA apresenta uma utilidade adicional para a gerência em função de sua relação direta com os elementos de custo. O esquema de análise criado pela DuPont mostra que o ROA depende de dois fatores: margem e giro (Bacic 1990:130 e Rosse, Westerfield, Jaffe, 1995:52):

$$\text{ROA} = \text{Margem} \times \text{Giro}$$

$$\text{Margem} = \text{Lucro} / \text{Vendas} = \text{LAJI} / \text{Vendas}$$

$$\text{Giro} = \text{Vendas} / \text{Ativo} = \text{Vendas} / K$$

O Lucro depende da diferença entre Vendas e Custos, afetando, assim, a margem. Conclui-se, então, que o controle dos custos tem a relação direta com a taxa de retorno sobre ativos (ROA) da empresa. O estudo e o controle dos elementos componentes do ROA (estrutura de capital, estrutura de receitas e estrutura de custos) consistem num bom “painel” indicador para nortear o gerenciamento da empresa. O modelo DuPont possibilita controlar o ROA mediante demonstração antecipada do impacto na rentabilidade gerado pela modificação de alguma variável (Bacic, 1990: 129 e

Matarazzo, 1985, Cap. 12). Neste trabalho, procura-se atribuir um maior enfoque ao componente “custos”, que afeta os lucros, e, conseqüentemente, as margens.

Os custos enfocados aqui são os custos decorrentes da falta de qualidade, ou seja, aqueles custos proporcionados por falhas em processos e/ou produtos da empresa. Dessa forma, cabe observar que, ao se tomar uma decisão sobre quais causas de falhas devem ser atacadas e como deve ser determinado o retorno proporcionado por essa investida, algumas considerações precisam ser feitas (Simões, Bacic & Souza, 1998). Pode ser que, num determinado momento, várias oportunidades específicas sejam identificadas para melhorar a qualidade. Entretanto, o capital é escasso, e, sendo assim, devem ser estabelecidas prioridades para projetos de melhoria concorrentes. Dessa forma, torna-se necessário comparar o investimento a ser realizado com os benefícios esperados em decorrência da execução de cada um dos projetos de melhoria (como a redução de custos, por exemplo). Esse enfoque garante consistência com o critério econômico, que reforça a rentabilidade do capital. Isso significa que, existindo "n" projetos de melhoria concorrentes, estes podem ser ordenados com base em um critério de rentabilidade. Se as ações de melhoria forem de curto prazo, o valor do dinheiro no tempo não é relevante, e podem ser utilizadas medidas simples, como o ROA e o *payback*. Se as ações de melhoria forem de longo prazo, devem então ser utilizadas medidas tradicionais de avaliação de rentabilidade que consideram o valor do dinheiro no tempo, tais como "taxa interna de retorno" e "valor presente líquido". A definição do horizonte temporal dos projetos é, portanto, um problema que sempre vem à tona. Por exemplo, nos casos em que os projetos de melhoria tiverem enfoque para reduzir os custos da má qualidade, o horizonte temporal dependerá das características específicas das ações de melhoria a serem implementadas³.

Uma pergunta que surge neste ponto é: como obter o retorno? Deve-se oferecer algum valor ao cliente e, simultaneamente, obter lucro. O item a seguir aborda conceitos sobre o balanceamento entre custo, valor e preço, e procura elucidar um pouco mais essa questão.

³ No Capítulo 3, é apresentado um caso prático exemplificando como o ROA e o *pay-back* podem ser aplicados na decisão de investimentos em ações de prevenção de falhas, de forma a garantir a otimização dos custos da qualidade.

1.2 ELEMENTOS DO LUCRO: VALOR, PREÇO E CUSTO

Em uma organização empresarial, a obtenção de lucro depende de três elementos básicos e primordiais:

1. *Valor para os compradores, ou clientes:* que consiste nas características de desempenho e atributos que a empresa oferece na forma de produtos e serviços, pelos quais os compradores estão dispostos a pagar;
2. *Preço dos produtos e serviços no mercado:* que é o quanto os compradores deverão pagar pelos produtos e serviços da empresa;
3. *Custos dos produtos e serviços:* que são os gastos gerados pelo consumo de recursos efetuado durante o processo de transformação produtiva, por meio do qual os recursos são convertidos em produtos e serviços.

O valor para os clientes é o resultado de uma relação que pode ser conceitualmente entendida como⁴:

$$\text{Valor para os Clientes} = \frac{\text{Benefícios}}{\text{Preços} + \text{Outros Custos}}$$

Assim, uma empresa será competitiva aos olhos de seus clientes se ela for capaz de oferecer um valor superior, que poderá ser o resultado de preços menores para benefícios equivalentes, ou de benefícios diferentes, ou mais relevantes, que justifiquem preços maiores.

Segundo Bacic (1998), a gestão dos elementos geradores de valor, sob uma ótica mais ampla, é tarefa da estratégia empresarial, dado que, em princípio, quanto maior o valor percebido, maior o preço que pode ser cobrado (se forem resguardados os elementos de diferenciação), e maior a rentabilidade organizacional. Vale lembrar que, para produzir um bem ou serviço, é preciso gerar custos, os quais surgem de um conjunto de atividades efetuadas. Assim, conclui Bacic, a estratégia deve ser sensível também aos

⁴ Em sua publicação "A Redução Estratégica de Custos", o Prof. Dr. Nilton Cano Martin elucida o conceito de valor para os clientes como uma associação entre benefícios e custos.

elementos de custo e às atividades desenvolvidas (que geram valor e custos simultaneamente).

O equilíbrio entre esses três elementos, i.e., valor, preços e custos, é função básica da empresa, tanto ao definir sua estratégia, quanto durante sua gestão diária. Segundo Maital (1994)⁵, os três pilares do lucro são os ângulos de um triângulo em cujo interior encontram-se os lucros empresariais (ref. Figura 1.2.a). Quanto maior a distância entre os ângulos do triângulo, maiores serão os lucros.

Porter (1980) esclarece que a vantagem competitiva é proveniente de duas fontes: por um lado, da capacidade empresarial de oferecer bens ou serviços com maior conteúdo de valor do que aquele oferecido pelos concorrentes e, por outro, da capacidade de produzir um bem ou serviço de valor semelhante com custos mais baixos. Os lucros serão maiores nos dois casos, uma vez que a rentabilidade e a capacidade de crescimento serão superiores. Se essa vantagem competitiva for sustentada a longo prazo, a acumulação de capital permitirá um maior crescimento em relação aos concorrentes, e a empresa será competitiva.

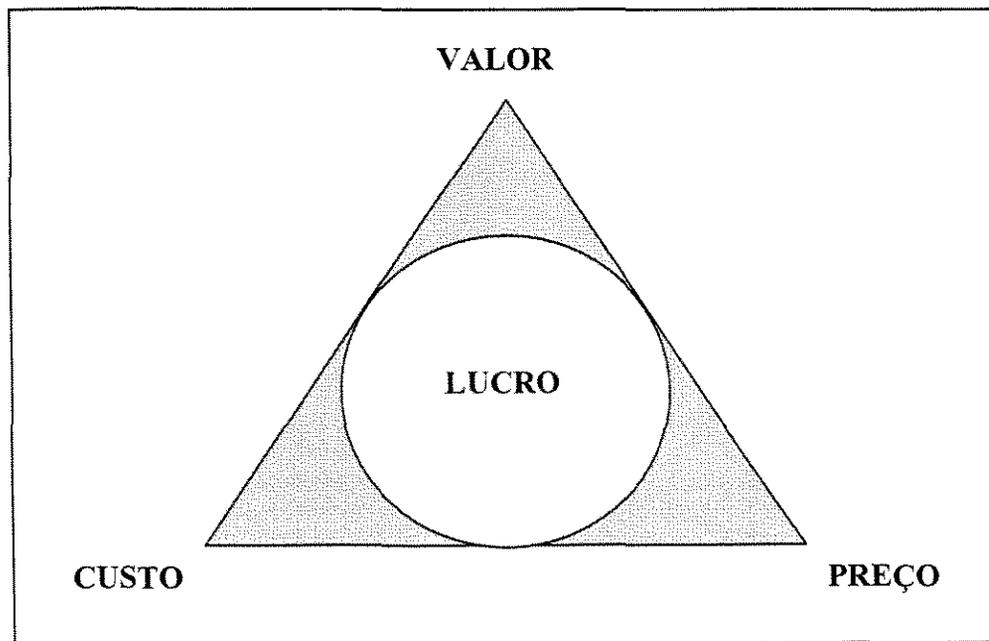


FIGURA 1.2.a – Os três pilares do lucro: custo, valor e preço

Fonte: Maital (1994) *Economia Para Executivos*. RJ:Campus

⁵ Esta referência é citada por Bacic (1998)

O valor para os investidores, por sua vez, consiste em proporcionar um retorno financeiro adequado aos recursos que foram aplicados na empresa, e pode ser representado pela seguinte expressão matemática e financeira⁶:

$$\text{Valor para os Investidores} = \frac{\text{Resultado Disponível aos Investidores}}{\text{Investimentos Realizados}}$$

Isso significa que uma organização é competitiva para seus proprietários se, ao menor risco possível, ela tiver capacidade de prover um retorno para seus investimentos superior ao custo de capital dos investidores⁷.

Conclui-se, assim, que um retorno satisfatório sobre os investimentos empresariais somente pode ser obtido a partir da geração de lucro, que, por sua vez, depende da maximização das diferenças entre os três elementos básicos, i.e., valor, preço e custo. Por outro lado, uma vez que a empresa sofre, em muitos casos, restrições para fixar o preço de venda, dada a concorrência existente no mercado, e, como o lucro desejado é estabelecido pelos investidores, de forma a lhes proporcionar um retorno satisfatório sobre os investimentos realizados, resta à empresa a administração de seus custos e/ou a geração de maior valor para seus clientes.

Dessa forma, em decorrência da competitividade, cada empresa é forçada a encontrar constantemente novos meios de executar a transformação produtiva, a qual será tanto mais bem sucedida, por um lado, quanto maior for o valor que ela conseguir produzir para seus clientes e investidores, e, por outro lado, quanto maior for o diferencial de valor que ela obtiver quando comparada com seus concorrentes, pois, somente assim, terá a preferência dos clientes e investidores atuais e potenciais (ref. Figura 1.2.b)⁸.

⁶ Martin (1998) discute o conceito de valor para os investidores como uma decorrência do retorno sobre o capital investido.

⁷ “A concorrência em uma indústria age continuamente no sentido de diminuir a taxa de retorno sobre o capital investido na direção da taxa competitiva básica de retorno, que é o retorno que poderia ser obtido pela indústria “em concorrência perfeita”, conforme definição dos economistas. Esta taxa básica competitiva, ou o retorno de “mercado livre”, é aproximadamente igual ao rendimento sobre títulos do governo a longo prazo ajustados para um valor maior pelo risco de perda de capital. Os investidores não vão tolerar retornos abaixo desta taxa a longo prazo em virtude de sua alternativa de investimento em outras indústrias, e as empresas com rentabilidade habitualmente inferior a este retorno acabarão saindo do negócio” (Porter, 1980).

⁸ Esse aspecto é abordado na publicação “A Redução Estratégica de Custos”, do Prof. Dr. Nilton Cano Martin

A empresa deve, portanto, considerar os diversos aspectos internos para balancear custo, valor e preço. Sob essa ótica, um sistema de indicadores de desempenho torna-se fundamental para monitorar e gerenciar esse balanceamento, e facilitar a tomada de decisões pela administração da empresa. O *Balanced Scorecard*, que é apresentado no próximo item, constitui um método prático e funcional de aplicação desse conceito.

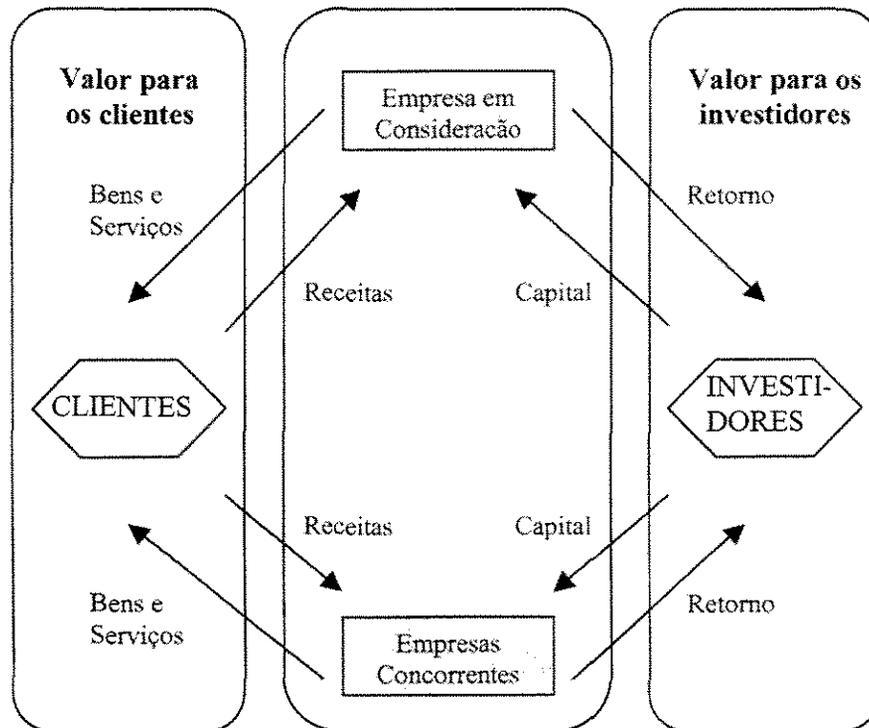


FIGURA 1.2.b – Competitividade Empresarial

Fonte: Martin (1998) *A Redução Estratégica de Custos*

1.3 *BALANCED SCORECARD* – UMA FERRAMENTA PARA GESTÃO ESTRATÉGICA⁹

Com o objetivo de manter-se no mercado, faz-se necessário que a administração da empresa construa um ambiente propício para estimular os fatores que promovem ações, de modo a colaborar para o aumento da competitividade empresarial. Na época atual, a informação e o conhecimento são armas mais competitivas do que os controles e os comandos, tão relevantes em épocas passadas. Para apoiar o processo de gestão em uma organização, é fundamental que existam processos de medição de desempenho, pois “o que não é medido não pode ser gerenciado” (Paton *et alli*, 1998)¹⁰.

O *Balanced Scorecard* consiste em um conjunto de métricas que possibilitam à alta direção da empresa e a seus executivos ter uma rápida e breve, mas completa e profunda, visão do desempenho do negócio.

Esse conjunto de métricas inclui medidas financeiras que demonstram os resultados de ações implementadas anteriormente. Além disso, o *Balanced Scorecard* complementa as medidas financeiras com as medidas operacionais (não-financeiras) referentes à satisfação de clientes, processos internos, inovação e atividades de melhoria. Essas medidas operacionais são, de fato, os direcionadores de desempenho financeiro futuro. Assim, essa técnica se propõe a avaliar todo o desempenho empresarial, complementando as mensurações financeiras com avaliações sobre o cliente, identificando os processos internos que devem ser melhorados e analisando as possibilidades de crescimento, investimento e aprendizado¹¹.

Segundo Robert Kaplan, a utilização desse sistema pressupõe que o executivo financeiro faça parte da equipe responsável por agregar valor, i.e., ele não deve simplesmente esperar que as decisões sejam tomadas. Os executivos de outras áreas precisam de seus conselhos para tomar decisões importantes. O executivo financeiro

⁹ A ferramenta gerencial *Balanced Scorecard*, apresentada na obra *A Estratégia em Ação – Balanced Scorecard* (ed. Campus-KPMG), de Robert Kaplan e David Norton, tornou-se uma das 25 ferramentas gerenciais mais utilizadas por empresas de todo o mundo.

¹⁰ A necessidade de indicadores estratégicos é abordada por Rocha, 1999. Segundo ele, para que o processo de gestão estratégica obtenha um suporte adequado, são necessárias informações especiais, desenvolvidas sob medida, que somente podem ser produzidas a partir da concepção de sistemas específicos de informação.

¹¹ A revista *HSM Management*, edição de Março-Abril/1999, analisa esse assunto durante entrevista realizada com Robert Kaplan.

pode, acima de tudo, fornecer uma visão geral a respeito daqueles processos considerados ineficientes¹².

Para Kaplan e Norton (1997), o *Balanced Scorecard* preserva o interesse no desempenho de curto prazo e revela claramente os vetores de valor para um desempenho financeiro e competitivo superior de longo prazo. Segundo eles, o sistema de medição deve, acima de tudo, tornar explícitas as correlações entre as medidas de desempenho e os objetivos estratégicos.

Analicamente, o *Balanced Scorecard* de uma empresa deve fornecer resposta para quatro questões básicas (ref. Figura 1.3.a)¹³:

- Perspectiva do cliente: *Como os clientes vêem a empresa?*

Os executivos devem traduzir sua missão de servir ao cliente em medidas específicas que reflitam os fatores que realmente interessam aos clientes. As preocupações dos clientes tendem a cair em três categorias: *tempo* (prazo de entrega, prazo de resolução de problemas, etc.), *qualidade* (desempenho de produtos e serviços) e *custo de propriedade* (que corresponde ao custo inicial de aquisição acrescentado de impactos decorrentes de eventuais falhas e despesas de manutenção). Quando as falhas de produtos ou serviços são percebidas pelos clientes, essas falhas podem ter como consequência um altíssimo custo para a empresa¹⁴. Por essa razão, é fundamental monitorar o desempenho desses fatores e correlacioná-los com o desempenho de outras medidas componentes do *Balanced Scorecard*, o que poderá permitir à administração o desenvolvimento de ações corretivas sustentadas ainda nos estágios iniciais dos problemas, ou antes mesmo que eles tenham se manifestado.

- Perspectiva interna: *O quê deve ser excedido e superado?*

¹² Kaplan comenta o novo papel do executivo financeiro durante entrevista a *HSM Management*, publicada na edição Março-Abril/1999.

¹³ As questões básicas a serem respondidas com ajuda do *Balanced Scorecard* são apresentadas na publicação *The Balanced Scorecard – Measures that Drive Performance (Harvard Business Review, January-February 1992)*, escrito por Kaplan e Norton

¹⁴ Esse aspecto é discutido em detalhes no item 1.6

As métricas baseadas nas necessidades dos clientes devem ser traduzidas em medidas internas, que reflitam o que a empresa deve fazer para atender a essas necessidades. Excelentes desempenhos perante os clientes são resultado, acima de tudo, de processos, decisões e ações que ocorrem por toda a organização. Isso significa que, quanto melhor o sistema de medidas internas e quanto melhores os resultados das ações de melhoria tomadas com base nesse sistema, menores as possibilidades de ocorrências de falhas externas¹⁵. Assim, observa-se que os fatores que afetam tempo de ciclo, qualidade, capacitação das pessoas e produtividade, por exemplo, tendem a apresentar grandes impactos na satisfação dos clientes. Dessa forma, é possível estabelecer correlações de causa-efeito entre as medidas internas e as outras, o que permitirá aos funcionários de uma organização a determinação de metas claras e estimuladoras de ações de mudança, decisões operacionais e atividades de melhoria¹⁶.

- Perspectiva de inovação e aprendizado: *É possível continuar a melhorar e criar valor?*

Uma vez que os alvos para o sucesso estão sempre mudando (terminologia conhecida no meio empresarial como *moving targets*) e a competição global intensifica-se continuamente, as empresas devem estar sempre melhorando seus produtos e processos existentes. Somente com a habilidade de lançar novos produtos, criar mais valor para os clientes e melhorar a eficiência operacional é que uma empresa pode penetrar em novos mercados e maximizar receitas e margens. Os conceitos de melhoria contínua

¹⁵ O item 1.6 aborda essa questão com maior profundidade

¹⁶ Kaplan e Norton, em sua obra *A Estratégia em Ação* (1997), esclarecem que existem duas abordagens distintas para a perspectiva dos processos internos: uma tradicional e outra referente ao *scorecard* (de caráter mais estratégico). Segundo eles, a abordagem tradicional tenta monitorar e melhorar os processos existentes e pode ir além das medidas financeiras, incorporando medições baseadas no tempo e na qualidade. A abordagem do *scorecard*, por sua vez, procura identificar processos inteiramente novos, onde a empresa deverá atingir ótimos desempenhos no futuro para alcançar seus objetivos financeiros e assegurar a satisfação dos clientes.

de produtos e processos organizacionais aplicam-se totalmente a esse cenário¹⁷.

- Perspectiva financeira: *Como os investidores estão sendo atendidos?*

Medidas de desempenho financeiro indicam se a estratégia da empresa, bem como sua implementação e execução, estão realmente surtindo o efeito desejado. Metas financeiras típicas devem incluir lucratividade e crescimento, dentre outras. Muitos autores têm criticado as medições financeiras por causa de suas inadequações documentais, seu foco no passado, e sua inabilidade para refletir ações de criação de valor contemporâneas. Entretanto, um sistema de controle financeiro bem projetado pode intensificar um programa de gestão da qualidade total, por exemplo, mediante um programa de custos da qualidade. Observa-se que, nem sempre, um bom desempenho operacional é traduzido em sucesso financeiro. Para tanto, algumas das considerações a serem feitas são a identificação e o monitoramento dos direcionadores de custos¹⁸. Esses direcionadores devem compor o conjunto de medições que respondem à perguntas anteriores. Dessa forma, é possível construir um conjunto de métricas inter-relacionadas e integradas com a estratégia e, conseqüentemente, com as necessidades da empresa.

Uma das grandes vantagens do *Balanced Scorecard* é que, enquanto ele provê informação aos executivos a partir de diferentes perspectivas, ele também minimiza a carga de informação, limitando a quantidade de métricas utilizadas. Dessa forma, o *Balanced Scorecard* traz conjuntamente, por meio de relatórios simples, informações aparentemente dispersas e sem nexos, mas que, na realidade, apresentam forte correlação entre si, tais como grau de orientação aos clientes, desempenho referente ao tempo de resposta, nível de melhoria da qualidade, intensidade do trabalho em equipe, diminuição do tempo de lançamento de novos produtos, índices de falha dos produtos, etc.

¹⁷ Os métodos e técnicas descritos no Capítulo 2 podem ser utilizados com o objetivo de melhoria contínua de produtos e processos organizacionais.

Com a difusão do *Balanced Scorecard* entre as empresas, foi possível perceber que essa metodologia representou uma mudança profunda nas considerações sobre medição de desempenho e performance empresarial, que deixou de ter um enfoque puramente financeiro. É fundamental, portanto, o envolvimento da alta direção da empresa no projeto do sistema de medição, por possuir o panorama e o quadro completo da empresa e de suas prioridades. Essa premissa tem representado grande evolução na gestão empresarial, uma vez que o sistema de medição está deixando de ser projetado com base na visão exclusiva de *experts* financeiros.

Segundo Kaplan, enquanto os sistemas de medição de performance tradicionais têm um enfoque maior em controle, o *Balanced Scorecard* coloca a estratégia no centro¹⁹. O sistema tradicional especificava as ações que as pessoas deveriam tomar, e mensurava se essas ações realmente haviam sido tomadas e se haviam surtido efeito. Esse enfoque constituía uma herança dos sistemas de medição puramente financeiros, com foco mais controlador. O *Balanced Scorecard* estabelece metas, ou *goals*, assumindo que as pessoas adotarão quaisquer comportamentos e tomarão quaisquer ações necessárias para atingir essas metas. As métricas são desenhadas para garantir foco e direção, fornecendo uma visão geral às pessoas²⁰. Os executivos podem saber qual deve ser o

¹⁸ O conceito de direcionadores de custos é apresentado no item 1.7.

¹⁹ Em sua obra *A Estratégia em Ação* (1997), Kaplan e Norton esclarecem que os objetivos e as medidas utilizados no *Balanced Scorecard* não se limitam a um conjunto aleatório de medidas de desempenho financeiro e não-financeiro, pois derivam de um processo hierárquico (*top-down*) norteado pela missão e pela estratégia da unidade de negócios. Sob essa ótica, conforme apresentam os autores, empresas inovadoras utilizam o *scorecard* como um sistema de gestão para administrar a estratégia a longo prazo, e procuram utilizar esse método para:

- esclarecer e traduzir a visão e a estratégia;
- comunicar e associar objetivos e medidas estratégicas;
- planejar, estabelecer metas e alinhar iniciativas estratégicas;
- melhorar o *feedback* e o aprendizado estratégico.

²⁰ Kaplan e Norton (1997) afirmam que um bom *Balanced Scorecard* deve exibir uma clara correlação entre medidas de resultado (medições associadas ao “efeito”, ou à ocorrência das ações estratégicas) e vetores de desempenho (medições associadas às “causas”, ou às próprias ações estratégicas). Para eles, as medidas de resultado sem os vetores de desempenho não comunicam a forma como os resultados são alcançados, e, isoladamente, não indicam se a estratégia está ou não sendo implementada com sucesso. Desse modo, por exemplo, a utilização de índices de unidades defeituosas por milhão (DPPM – *defective parts per million*), utilizados pela empresa estudada no Capítulo 3, sem correlação explícita com as medidas de resultado correspondentes, poderá permitir o alcance de melhorias operacionais a curto prazo, mas não revelará o sentido estratégico dessas melhorias, i.e., não deixará claro se elas realmente foram traduzidas em expansão dos negócios ou em desempenho financeiro superior. Observa-se, contudo, que é possível associar a redução dos índices de DPPM (vetor de desempenho) à diminuição de custos de falha (medida de resultado), o que pode representar ganhos consideráveis para a empresa.

resultado final, mas eles não podem dizer às pessoas o que fazer para atingir os resultados. Um enfoque bastante utilizado atualmente pelas empresas é o comissionamento de equipes de melhoria de processo formadas por grupos multifuncionais²¹. Essas equipes são lideradas por profissionais com visão da estratégia da empresa e *experts* em técnicas de análise e solução de problemas²².

Adicionalmente, o *scorecard* deve prover aos executivos a capacidade de efetuar pesquisas em tempo real, i.e., saber se o que foi planejado está, de fato, acontecendo. O ciclo de aprendizado estratégico pressupõe que qualquer desvio da trajetória originalmente prevista deve ser avaliado, o que significa uma provável necessidade de revisão da estratégia e/ou das técnicas utilizadas para implementá-la. Portanto, o aprendizado estratégico consiste em obter *feedback*, testar as hipóteses sobre as quais a estratégia foi baseada, e fazer os ajustes necessários. É comum os executivos das empresa reunirem-se de tempos em tempos para analisar os resultados financeiros do período. Tradicionalmente, as discussões concentram-se no desempenho passado e nas explicações da razão pela qual eventualmente os objetivos não foram atingidos. O *Balanced Scorecard*, com sua especificação de relação causa-efeito entre os direcionadores de desempenho, permite aos executivos utilizarem suas sessões de revisão periódica para avaliar a legitimidade da estratégia e a qualidade de sua execução²³.

²¹ Em sua publicação *How The Right Measures Help Teams Excel (May-June/1994)*, da *Harvard Business Review*, Christopher Meyer discute a necessidade de sistemas de medição claros e objetivos para apoiar os trabalhos de equipes multifuncionais de melhoria, enfatizando a importância de indicadores de desempenho operacionais no direcionamento das atividades dessas equipes. A utilização de sistemas de medição por equipes de melhoria pode ser norteada pela resposta à questão fundamental “como saber se uma mudança produzirá melhoria?”. Esse enfoque é abordado no Capítulo 2.

²² O estudo de caso relatado no Capítulo 3 procura mostrar a experiência prática de uma empresa de alta tecnologia com a utilização de métodos de análise e solução de problemas.

²³ Os Critérios de Excelência do Prêmio Nacional da Qualidade valorizam as práticas de melhoria dos processos estratégicos com base no aprendizado obtido a partir de análises críticas de resultados de desempenho, realizadas por executivos da organização.

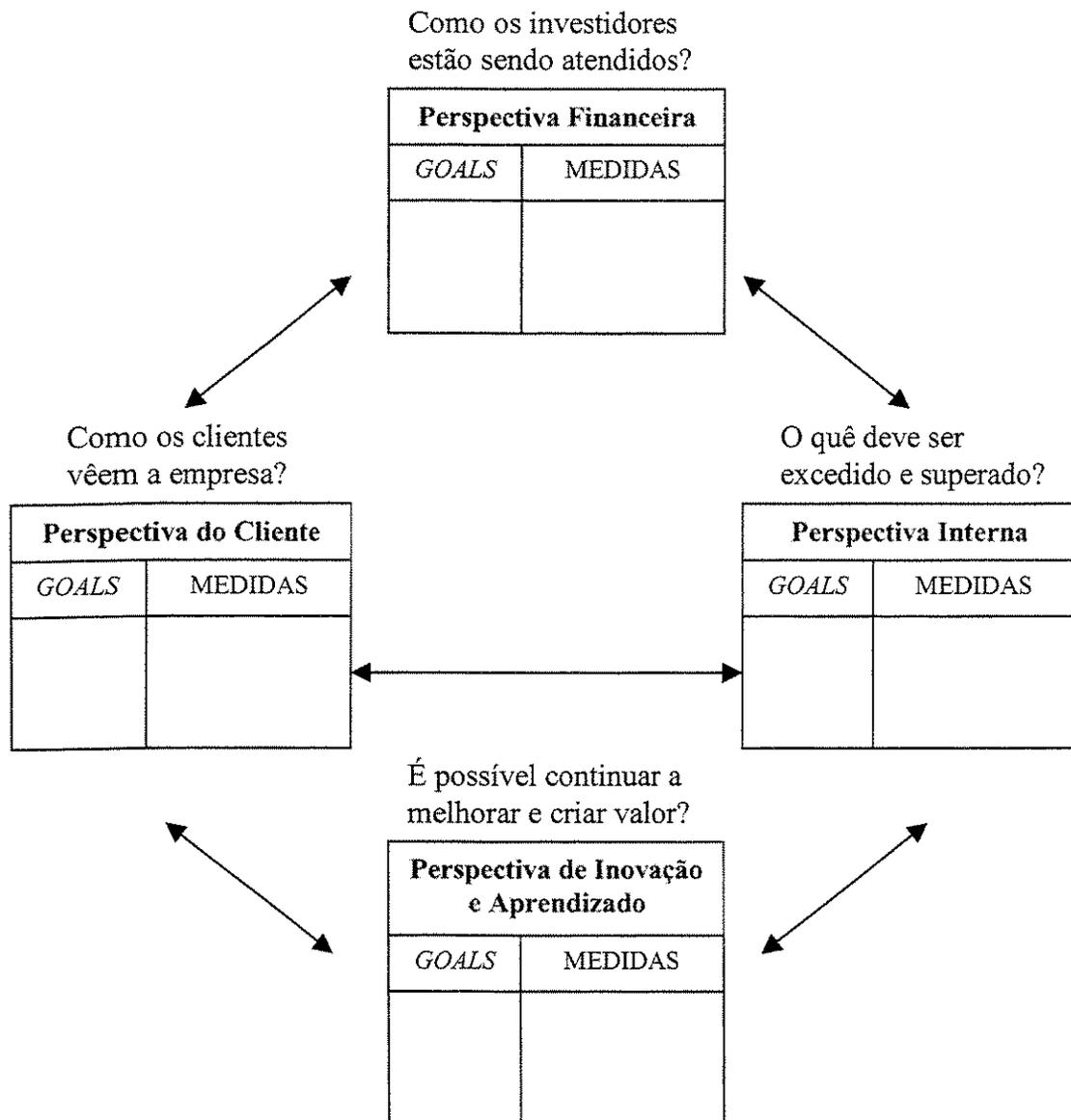


FIGURA 1.3.a – As Medidas de Performance interligadas por meio do *Balanced Scorecard*

Fonte: Kaplan and Norton (1992) *The Balanced Scorecard Links Performance Measures*

Finalmente, cabe observar que a empresa não está só no Mercado. Ela precisa se relacionar com o meio no qual está inserida. Além dos clientes, que, conforme apresentado, são enfocados explicitamente em uma das perspectivas do *Balanced Scorecard*, existem concorrentes, fornecedores, empresas novas no Mercado e empresas que oferecem produtos substitutos (ou alternativos). Por esta razão, torna-se necessária a

determinação de uma perspectiva estratégica²⁴ clara e bem definida. Assim, é importante frisar que o *Balanced Scorecard* deve ser projetado de modo a incluir indicadores de desempenho que reflitam a inter-relação da empresa com o meio no qual ela está inserida. Sempre que possível, informações comparativas de concorrentes e empresas ameaçadoras devem fazer parte do *scorecard*, para permitir a seus administradores uma visibilidade do desempenho da empresa em comparação com essas importantes referências²⁵.

1.4 ESTRATÉGIA E COMPETITIVIDADE

Segundo Porter (1980), para alcançar uma posição competitiva satisfatória, a empresa deve ter um desempenho superior ao de seus concorrentes e deve saber preservar tal vantagem. O fator essencial é a adoção de estratégias adequadas aos mercados em que a empresa compete e à natureza da concorrência que ela enfrenta. O desenvolvimento de uma estratégia competitiva é, em essência, o desenvolvimento de uma fórmula ampla determinando o modo como uma empresa irá competir, ou seja, é a definição das metas e das respectivas políticas necessárias para atingir essas metas. Por outro lado, se a estratégia competitiva não for oriunda de um processo de planejamento, ela provavelmente terá sido desenvolvida por ações isoladas dos departamentos da empresa, o que não garantirá sinergia e alinhamento com os objetivos maiores (Paton *et alli*, 1998).

²⁴ O próximo item aborda esta questão e procura correlacioná-la ao balanceamento entre custo, valor e preço, visto no item 1.2.

²⁵ A necessidade de comparação do desempenho organizacional com referenciais pertinentes, i.e., *benchmarks*, concorrentes, ou padrões de mercado, é tratada com bastante ênfase pelos Critérios de Excelência do Prêmio Nacional da Qualidade. A prática de comparação de resultados permite à organização subsidiar suas análises críticas, e obter um aprendizado de maior valor para a revisão de suas estratégias.

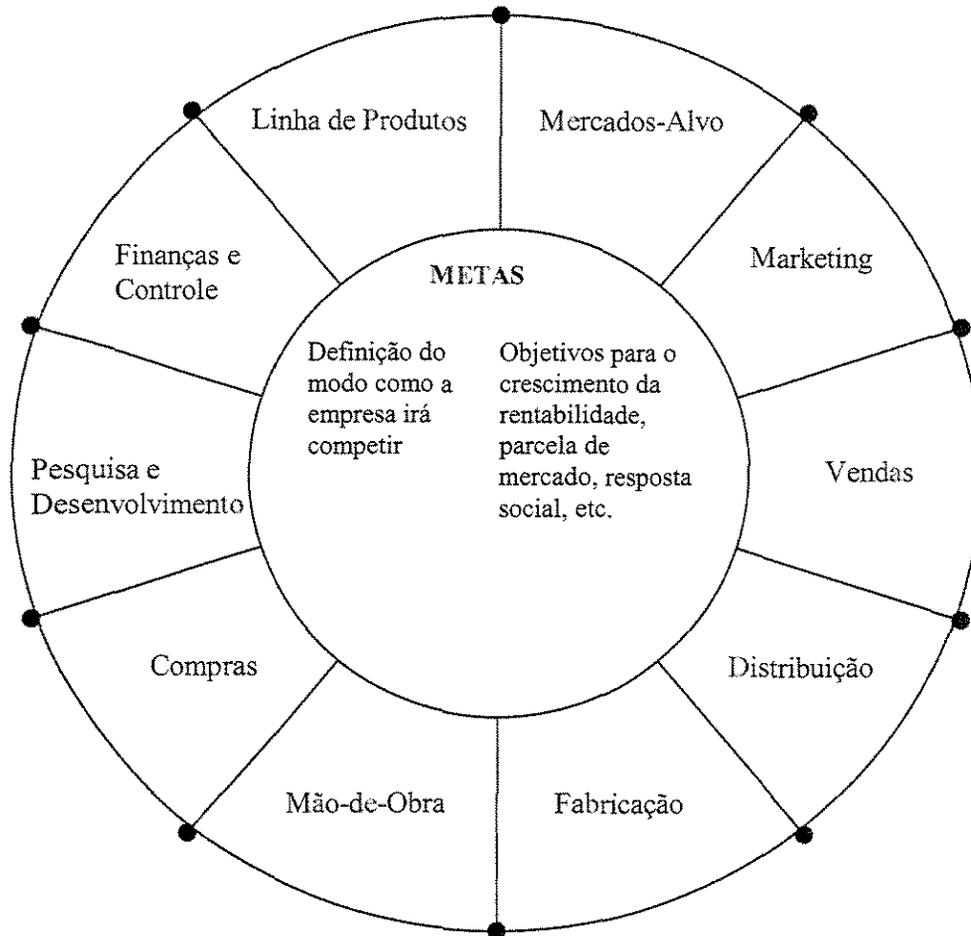


FIGURA 1.4.a – A Roda da Estratégia Competitiva

Fonte: Michael E. Porter (1986) *Estratégia Competitiva – Técnicas para Análise de Indústrias e da Concorrência* – Editora Campus

A Figura 1.4.a ilustra que a estratégia competitiva é uma combinação das metas que a empresa busca e dos meios (políticas) pelos quais ela está procurando atingir essas metas. No centro da roda estão as metas da empresa, que são a definição geral do modo como ela deseja competir e representam seus objetivos econômicos e não-econômicos. Os raios da roda são as políticas operacionais básicas com as quais a empresa busca atingir essas metas.

Existem dois enfoques estratégicos alternativos que geram vantagem competitiva (Porter 1980):

1. **A estratégia da eficácia de mercado, ou diferenciação**, em que a empresa compete oferecendo produtos que possuem benefícios maiores ou

mais amplos, que devem proporcionar um retorno superior, permitindo à empresa a prática de preços unitários maiores do que a média de seus concorrentes;

2. A estratégia da eficiência operacional, ou liderança em custo, em que a empresa compete oferecendo produtos que, para um determinado nível padrão de benefícios, os preços (e demais custos de aquisição para os clientes) são inferiores aos de seus concorrentes.

Segundo Martin (1999), alguns autores (Slywotzky, 1997 e Maklan & Knox, 1998) argumentam que, mesmo quando a empresa persegue com êxito uma estratégia de eficácia de mercado (diferenciação), a ação de concorrentes acaba, com o tempo, os obrigando a competir também em eficiência operacional (liderança em custo). Dessa forma, conclui Martin, qualquer que seja a estratégia adotada, os custos sempre acabam tendo um papel relevante.

A posição competitiva, contudo, não é livre. Existem restrições impostas pelas forças competitivas que agem em qualquer mercado (ref. Figura 1.4.b). Segundo Porter (1980), para que a empresa enfrente essas forças, uma posição de baixo custo pode ser vantajosa. A posição de custo proporciona à empresa uma defesa contra a rivalidade dos concorrentes, porquê seus custos mais baixos significam que ela ainda pode obter retornos depois que seus concorrentes tenham consumido seus lucros na competição. Uma posição de baixo custo defende a empresa contra compradores (clientes) poderosos, porquê os compradores somente podem exercer seu poder para baixar os preços ao nível do concorrente mais eficiente. Além disso, baixo custo proporciona uma defesa contra fornecedores poderosos, trazendo maior flexibilidade para enfrentar os aumentos de custo dos insumos. Os fatores que levam a uma posição de baixo custo em geral também proporcionam barreiras de entrada substanciais em termos de economia de escala e vantagens de custo. Finalmente, uma posição de baixo custo em geral coloca a empresa em uma posição favorável em relação aos produtos substitutos de seus concorrentes na indústria.

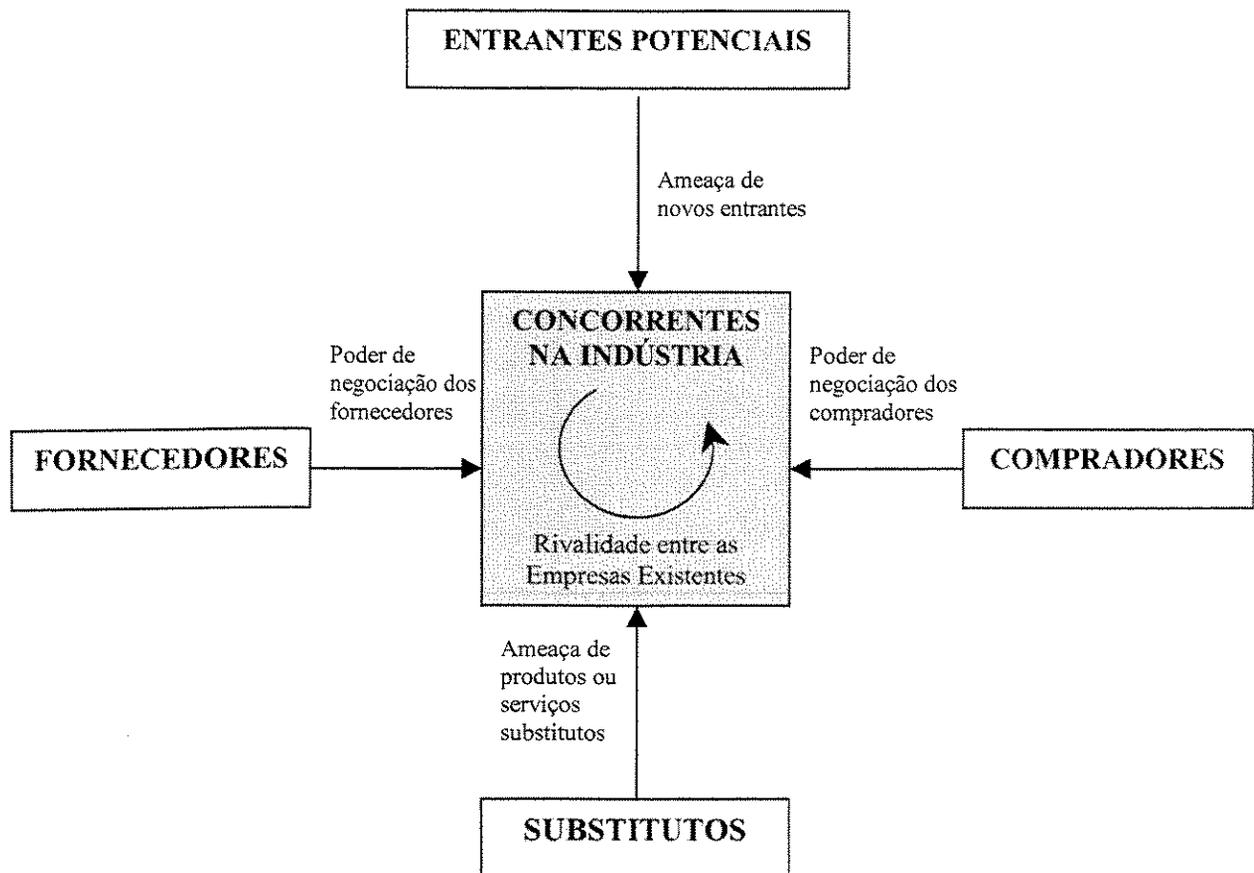


FIGURA 1.4.b – Forças que Dirigem a Concorrência na Indústria

Fonte: Michael E. Porter (1986) *Estratégia Competitiva – Técnicas para Análise de Indústrias e da Concorrência* – Editora Campus

Assim, a liderança em custo e a diferenciação envolvem diferentes posturas administrativas e também diferentes perspectivas de análise de custos. O posicionamento estratégico pode influenciar significativamente o papel da análise de custos. Por exemplo, para uma empresa que adota uma estratégia de liderança em custo em uma linha de negócio madura e vantajosa, uma importante ferramenta gerencial provavelmente será a atenção cuidadosa aos custos planejados; entretanto, para uma empresa que adota uma estratégia de diferenciação de produto em uma linha de negócio direcionada a um

mercado de rápido crescimento e com mudanças repentinas, custos de fabricação cuidadosamente planejados podem ser menos importantes²⁶.

Em uma estratégia de baixo custo, o principal enfoque é obter um custo inferior ao dos concorrentes. A liderança em custo pode ser obtida com economias de escala de produção, efeitos da curva de experiência, rígido controle de custos, melhoria da eficiência operacional em decorrência da aplicação de técnicas de gestão da qualidade (ex. otimização dos custos da qualidade), e minimização de custos em pesquisa, desenvolvimento, prestação de serviço, força de vendas ou publicidade.

Por outro lado, a partir da correlação entre o triângulo “custo-valor-preço”²⁷ e as duas estratégias fundamentais apresentadas por Porter, observa-se que, quanto maior a diferenciação, mais valor é oferecido aos clientes, e maior o preço cobrado pela empresa, o que aumenta sua margem e, conseqüentemente, seu lucro; por outro lado, quanto menor o custo, maior a margem obtida, e, conseqüentemente, maior o lucro auferido. Contudo, ao se adotar uma estratégia de mínimo custo, a empresa deve ter cuidado para, ao reduzir seus custos, não diminuir valor, pois isso pode acarretar uma queda em seus preços, o que eliminará o ganho de margem que seria obtido com a diminuição de custos²⁸.

Adicionalmente, a ênfase exagerada na diminuição de custos e no aumento da produtividade independentemente da estratégia pode levar à redução do retorno sobre o capital investido (Bacic, 1998). Porter (1996) chama a atenção para este fato, dizendo que a fixação dos gerentes em concorrer em termos de eficiência operacional, esquecendo-se da importância do posicionamento competitivo (i.e., ser diferente dos concorrentes), tem frustrado os objetivos de rentabilidade de muitas empresas.

Uma forma de atingir custos menores sem diminuir valor (algumas vezes, até mesmo, aumentando valor) é a utilização de técnicas e conceitos de gestão dos custos da qualidade²⁹. Assim, os conceitos de custos da qualidade podem ser aplicados

²⁶ As diferentes posturas administrativas e perspectivas de análise de custos em função do posicionamento estratégico adotado são discutidas por Porter em *Estratégia Competitiva – Técnicas para Análise de Indústrias e da Concorrência* (1987). Shank e Govindarajan (1993) também analisam essa questão, tendo como base os conceitos introduzidos por Porter.

²⁷ A correlação “custo-valor-preço” é discutida no item 1.2.

²⁸ Bacic (1998) apresenta uma correlação entre o triângulo custo-valor-preço, os diferentes enfoques de estratégia competitiva, e a gestão de custos.

²⁹ Os conceitos de custos da qualidade são abordados no item 1.6.

independentemente da estratégia adotada pela empresa (diferenciação ou mínimo custo). Entretanto, o enfoque dessa aplicação dependerá dos objetivos estratégicos empresariais de adicionar valor (diferenciação) ou reduzir custo (custo mínimo). Antes de abordar os conceitos de custos da qualidade, é preciso entender primeiramente a relação entre gestão de custos e eficiência operacional, que é apresentada no próximo item.

1.5 EFICIÊNCIA OPERACIONAL E GESTÃO DE CUSTOS

Do exposto até o momento, observa-se que, para oferecer maior valor aos clientes, é necessária uma estratégia de diferenciação, e, para buscar a liderança em custo, é necessária uma estratégia de mínimo custo. Assim, a vantagem competitiva para cada empresa deve ser obtida mediante o balanceamento ideal entre essas duas estratégias.

Retornando ao conceito introduzido em 1.2, é necessário, portanto, maximizar a diferença entre custo e valor, i.e., maximizar a eficiência operacional para o melhor valor gerado pela empresa.

Nota-se que custos menores requerem maior eficiência operacional. Para Porter, eficiência operacional significa realizar melhor as atividades que são equivalentes às atividades dos concorrentes. Diz respeito às práticas que permitem que uma empresa utilize melhor seus recursos ao, por exemplo, reduzir os defeitos de fabricação, ou desenvolver produtos melhores mais rapidamente. Tais diferenças na eficiência operacional são uma fonte importante de diferença na lucratividade entre os concorrentes, uma vez que afetam diretamente as posições de custo relativo e os níveis de diferenciação. Contudo, a eficiência operacional não é suficiente a longo prazo. O motivo mais óbvio é a rápida difusão das melhores práticas. Os concorrentes podem rapidamente imitar técnicas administrativas, novas tecnologias, e maneiras excepcionais de satisfazer aos clientes. À medida que os concorrentes passam a copiar as melhorias de qualidade uns dos outros, as estratégias começam a convergir e a concorrência passa a se tornar uma guerra sem vencedores³⁰.

³⁰ Em sua publicação *O Que é Estratégia (1996)*, Porter afirma que eficácia operacional não é estratégia. Neste trabalho, ele enfatiza que a verdadeira estratégia é aquela que estabelece um posicionamento claro da empresa no mercado competitivo, de forma a gerar barreiras que dificultam extremamente a entrada de concorrentes. Sob essa óptica, as empresas que possuem posicionamento

A maximização da eficiência operacional, e, conseqüentemente, da diferença entre valor e custo, é uma tarefa da gestão de custos³¹. A gestão de custos pode ser entendida como:

- a contabilização de informações sobre a situação atual, futura e passada dos elementos de custos;
- o projeto e a construção de uma situação favorável no que se refere aos custos, dentro de uma ótica sistêmica e de geração de valor para o cliente;
- o controle de custos e o desenvolvimento de uma compreensão dos fatores geradores de custo, sempre apoiando a manutenção e o aumento da competitividade da empresa.

Assim, segundo Bacic (1998), podem ser destacados dois grandes campos de interesse em termos de gestão de custos para aumentar a competitividade:

- Um campo de caráter mais operacional, preocupado com o controle e com a melhoria dos custos atuais;
- Outro campo mais relacionado com as ações estratégicas, preocupado com o apoio à construção de uma situação futura favorável em termos de custos.

“Um conjunto de conceitos e técnicas pode ser utilizado para apoiar a construção de uma situação futura favorável em termos de custos. Exemplos de conceitos e técnicas utilizados por várias empresas são: produção flexível, qualidade total, controle dos custos da não-qualidade, produção *just in time*, custo-meta³², gestão baseada em atividades (ABM – *Activity Based Management*), etc. Nesse caso, impõe-se uma perspectiva mais ampla do que uma simples política de redução de custos. A racionalização de custos deve ser uma preocupação constante. A simples redução ou o corte de custos pode levar à diminuição da base de competências instaladas, colocando em risco o futuro. O conceito de melhoria contínua aplicada à gestão de custos somado à

estratégico similar competem, na realidade, em eficácia operacional, ou seja, levam vantagem aquelas que são mais eficientes em seus processos operacionais.

³¹Bacic (1998) analisa o papel da gestão de custos na maximização da diferença entre valor e custo.

³² Segundo Nagakawa (1991), o custo real do produto deve ser mensurado contra o custo-meta, a fim de apoiar o processo de eliminação de desperdícios.

Gestão da Qualidade Total (TQM – *Total Quality Management*) e ao controle dos custos da não-qualidade permitem resultados consistentes a longo prazo.

A colaboração na construção de uma situação de custos e rentabilidade favoráveis à empresa é, dessa forma, um aspecto importante na gestão de custos. Para isso, é preciso expandir a perspectiva, desenvolvendo, além da visão interna, uma perspectiva externa, entendendo quais são os fatores que causam custos do ponto de vista do projeto do sistema empresarial e da forma com que a empresa está inserida na cadeia produtiva.

A gestão de custos também pode ser usada para maximizar os resultados de determinada situação que se apresenta (ou minimizar as perdas), o que não constitui necessariamente um aumento de competitividade. Quando o poder de concorrência é reforçado, atua-se sobre um conjunto de variáveis de estrutura que são transformadas de modo a ser mais favoráveis à empresa (por exemplo, a redução de um índice de desperdício, ou a recuperação parcial de perdas inevitáveis). Dessa forma, quando se pensa em atuar sobre resultados, opera-se sobre determinada situação estrutural e tenta-se tomar as melhores decisões acerca de situações já estabelecidas.

São muito mais relevantes as ações prévias em termos de projeto e construção de uma situação favorável do que ações sobre uma estrutura de custos já existente. De maneira semelhante, numa dada estrutura, as ações de controle e melhoria são mais importantes do que as ações que tomam como base as ocorrências históricas, que têm um perfil mais reativo. Vale ressaltar, contudo, que os dados históricos são fundamentais para projetar ações que melhorem a estrutura existente.

A gestão de custos deve, então, ser entendida como integrada à estratégia. Gerir custos significa projetar, construir, manter, controlar e melhorar a posição de custos da empresa, procurando aumentar sua competitividade de acordo com sua estratégia” (Bacic, 1998).

Deve-se, portanto, agir sobre os elementos que causam os custos, procurando estabelecer maneiras de obter sua minimização. Para Shank e Govindarajan (1993), gestão estratégica de custos significa compreender profundamente a estrutura de custos de uma empresa, de maneira a permitir a busca de uma vantagem competitiva sustentável.

Muitas vezes os custos são previamente determinados em função de decisões já tomadas. Contudo, a gestão de custos deve ter um caráter mais preventivo do que reativo, de maneira a configurar uma situação em que os custos sejam evitados e não simplesmente controlados.

É nesse contexto que se torna imprescindível a aplicação de conceitos de gestão empresarial que busquem a otimização dos custos. Assim, os custos devem ser balanceados de forma ideal entre as diversas áreas, processos, atividades e projetos, de modo a proporcionar um valor ótimo do custo total. Deve-se observar que os gastos com desperdícios, se evitados, proporcionarão um montante razoável disponível para novos investimentos, independentemente da estratégia adotada pela empresa (diferenciação do produto ou liderança em custo). Uma ferramenta importante de gestão empresarial que facilita a busca dessa otimização é a metodologia dos custos da qualidade³³, que pode ser utilizada para descobrir áreas problemáticas, que oneram a empresa em demasia. Por essa razão, estas áreas deverão ser alvo prioritário em um programa de minimização de custos.

1.6 CUSTOS DA QUALIDADE

Historicamente, as empresas têm procurado identificar seus custos para desempenhar suas diversas funções, i.e., desenvolvimento de produto, *marketing*, políticas de recursos humanos, produção, etc. Até a década de 50, este conceito não havia sido estendido à função qualidade, exceto para as atividades do departamento de inspeção e teste. Havia, naturalmente, muitos outros custos relacionados à qualidade, mas eles estavam difundidos no meio de vários outros custos e contas, tais como os custos de *overhead*³⁴. Durante os anos 50, muitos departamentos de suporte à qualidade surgiram e tiveram que “vender” suas atividades aos gerentes e executivos das empresas. Uma vez que a principal linguagem de gerentes e executivos era a linguagem financeira, surgiu o conceito de custos relacionados à qualidade como uma forma de comunicação entre os departamentos de suporte à qualidade e os gerentes e executivos das empresas.

³³ Em sua obra *Gestão Estratégica de Custos (1993)*, Shank e Govindarajan apresentam a gestão da qualidade como um direcionador de custos de execução. Os direcionadores de custos são abordados no item 1.7.

³⁴ Para várias empresas, custos de *overhead* podem ser entendidos como aqueles custos relacionados à infra-estrutura de uma empresa, o que inclui mão-de-obra indireta, custos fixos, e boa parte de custos e despesas indiretas.

A partir dos estudos realizados nesse sentido pelos especialistas da área de qualidade, surgiram algumas surpresas (Juran, 1988):

- Os custos relacionados à qualidade eram muito maiores do que aqueles mostrados nos relatórios contábeis. Para a maioria das empresas, estes custos atingiam de 20% a 40% das vendas;
- Os custos da qualidade não eram simplesmente um resultado da operação da fábrica; as funções de suporte eram também grandes responsáveis por esses valores;
- Grande parte dos custos era resultado de qualidade inferior
- Tais custos, apesar de estarem encobertos pelos padrões aceitáveis, poderiam ter sido evitados;
- Não havia clara responsabilidade por ações direcionadas à redução desses custos; igualmente, não havia qualquer estrutura para fazer isso.

A partir de então, foram surgindo aos poucos objetivos para a coordenação de programas de custos da qualidade. Ainda segundo Juran (1988), esses objetivos surgiram em duas formas principais:

1. Estimar os custos de qualidade inferior por meio de um estudo pontual, e utilizar suas conclusões para identificar projetos específicos de melhoria;
2. Expandir o sistema contábil para quantificar os custos da qualidade, e então publicar seus resultados continuamente. A expectativa era que as figuras publicadas estimulariam os gerentes e executivos a direcionar ações para reduzir os custos.

Obviamente, esses dois objetivos estão interrelacionados. As empresas que optaram pelo objetivo (1) utilizaram as estimativas para identificar projetos de melhoria, e realmente obtiveram melhorias em seus resultados. Essas empresas descobriram que, para manter os ganhos, elas necessitavam de controles, incluindo controles financeiros. Esses controles financeiros foram estabelecidos com base na quantificação dos custos da qualidade pertinentes. Entretanto, obter reduções de custos unicamente por meio de publicações tornou-se ilusório. Por si só, figuras publicadas não estimulam ações, a menos que a empresa desenvolva um processo estruturado para melhoria da qualidade.

Identificar projetos específicos é um passo necessário nessa estrutura, mas não suficiente. A estrutura completa deve ser formada.

Para Deming (1982), os custos da não-conformidade e a conseqüente perda de confiança por parte dos clientes são tão elevados que a avaliação dos custos da qualidade é desnecessária. Ele julga que o foco na avaliação dos custos da qualidade e na busca dos níveis ótimos de defeito é uma prova da falha em se entender o problema (Shank & Govindarajan, 1993)³⁵.

Portanto, Deming defendia posição contrária à de Juran com relação à mensuração dos custos da qualidade. Segundo Castellano *et alli* (1997)³⁶, mesmo que Deming não tenha abordado o projeto e a utilização dos sistemas de contabilidade gerencial em si, a compreensão de sua filosofia levará à conclusão de que ele se oporia ao uso de metas baseadas na contabilidade para controlar e avaliar o desempenho do trabalho ou dos processos. Deming achava que a obrigatoriedade de atingir metas numéricas encorajaria o pensamento imediatista e gerencial para “alcançar os números”. De fato, tal comportamento é muitas vezes expresso por cortes gerais de orçamento para resolver problemas financeiros. Entretanto, é possível quebrar alguns paradigmas de maneira a facilitar a aplicação da filosofia de melhoria contínua de Deming em conjunto com a contabilidade gerencial. Para tanto, é necessário estabelecer um maior uso de mensurações operacionais de desempenho no lugar de mensurações financeiras, de forma a estabelecer uma correlação de causa-efeito entre elas. A ênfase, portanto, está na melhoria contínua de processos e na otimização do sistema como um todo. Como resultado, os custos efetivos substituem os custos-padrão na mensuração do progresso, i.e., o foco se desloca para o uso de mensurações financeiras que determinam a eficácia das estratégias operacionais na melhoria do sistema³⁷ (Castellano *et alli*, 1997).

³⁵ Shank & Govindarajan afirmam que Deming defendia o “zero defeito”. Na verdade, Deming defendia o controle e a redução da variabilidade como principal foco das atenções e dos esforços de melhoria. Segundo ele, esse enfoque traz como consequência a redução de desperdícios, e, logicamente, a diminuição dos custos. A posição de Deming fica clara quando ele discute “a falácia do zero defeito”, em sua publicação *Qualidade. A Revolução da Administração* (Editora Marques Saraiva).

³⁶ Em publicação realizada na revista *HSM Management* (Julho-Agosto/1997), Castellano, Roehm e Hughes fazem um paralelo entre Contabilidade e os 14 pontos de Deming.

³⁷ No item 1.8, discute-se o conceito de medidas não-financeiras de desempenho. No estudo de caso apresentado no Capítulo 3, são utilizadas medidas financeiras e não-financeiras para direcionar os trabalhos de equipes de melhoria de processos.

O SIGNIFICADO DE CUSTOS DA QUALIDADE

O termo “custos da qualidade” tem distintos significados. Alguns definiram custos da qualidade como os custos para se atingir a qualidade; outros definiram o termo como os custos necessários para que o departamento da qualidade funcione. Segundo Juran (1988), a interpretação emergente dos especialistas da área tem sido definir os custos da qualidade como os custos incorridos devido à qualidade inferior, principalmente os custos para encontrar e corrigir defeitos. Assim, o significado mais utilizado para o termo é, na realidade, referente aos custos da não-qualidade.

Uma definição pouco mais abrangente é apresentada pela norma ISO 8402, para a qual os custos da qualidade são os “custos incorridos para garantir e assegurar a qualidade, bem como aqueles decorrentes das perdas quando essa qualidade não é obtida”.

OBJETIVOS DE AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DA QUALIDADE

Para Crosby (1986)³⁸, garantir a qualidade significa induzir as pessoas a fazer melhor tudo aquilo que devem fazer. Assim, uma das melhores maneiras de evitar a má qualidade é mostrar às pessoas o quanto custa a falta de qualidade. Portanto, seguindo esta linha de pensamento, é preciso estabelecer um meio de mensuração para demonstrar que a má qualidade onera demasiadamente os sistemas produtivos³⁹. Juran (1988) cita os principais objetivos que podem conduzir as empresas aos programas de avaliação dos custos da qualidade⁴⁰:

³⁸ Essa referência é citada por Shank & Govindarajan (1993).

³⁹ Ghislaine Miranda Bonduelle, Plinio Stange e Arnaud Bonduelle, em sua publicação “Avaliação dos Custos Diretos da Má Qualidade na Indústria de Painéis de Fibras”, 1996, concluem que a mensuração dos custos da má qualidade em uma empresa pode evidenciar a necessidade de investimento na qualidade de seu produto e/ou processo. Segundo eles, dependendo do valor atingido por esses custos, a economia provocada pela redução de defeitos pode compensar os investimentos feitos em melhoria da qualidade.

⁴⁰ Robles (1993) cita vários objetivos de mensuração dos custos da qualidade, dentre os quais, merecem destaque:

- Possibilidade de fixar objetivos para programas de qualidade, priorizando, mediante a análise de Pareto (cujo conceito é apresentado no item 2.4), aqueles que proporcionam a obtenção imediata dos melhores resultados;
- Revelação do impacto financeiro das decisões de melhoria da qualidade;

1. Quantificar a dimensão dos problemas de qualidade em uma linguagem que terá impacto na alta direção da empresa

A linguagem financeira melhora a comunicação entre média e alta gerência. Embora as figuras mostradas nos relatórios de custos da qualidade correspondam, na realidade, a estimativas dos valores reais, esses relatórios podem fornecer à alta gerência das empresas informações importantes, tais como a existência de altos custos em áreas além da manufatura, e a identificação de áreas para melhorias potenciais. Vale observar que, segundo Deming (1990), a maior parte da má qualidade é causada por problemas gerenciais. Se essa afirmação for verdadeira, então a exposição dos problemas de qualidade em linguagem financeira à alta gerência poderá gerar duas reações possivelmente opostas: uma de autocrítica e mudança de atitude por parte da gerência; outra de autodefesa e crítica ao sistema de mensuração dos valores apresentados⁴¹.

2. Identificar grandes oportunidades para redução de custos

Os custos da qualidade são resultado de segmentos específicos que são rastreáveis a causas específicas. Estes segmentos são desiguais em tamanho, e poucos deles são responsáveis pela maioria dos custos. São os chamados “poucos vitais”⁴².

3. Identificar oportunidades para redução da insatisfação de clientes e ameaças associadas à diminuição de vendas

Alguns custos da qualidade são resultado de falhas dos produtos ocorridas após as vendas. Parte desses custos são pagos pelos fabricantes na forma de garantias, reclamações, etc. De qualquer forma, os clientes também pagam parte desses custos devido à interrupção de suas operações ou

-
- Visualização do efeito da qualidade no custo e no valor dos produtos e serviços.

⁴¹ Segundo Robles (1993), os relatórios de Custos da Qualidade por si só não resolvem os problemas de qualidade, porém efetuam uma verdadeira cobrança a respeito de sua correção. Robles afirma ainda que o processo de gerar informações de Custos da Qualidade também deve obedecer ao princípio de melhoria contínua, a fim de prover informações relevantes para o processo decisório.

⁴² Algumas ferramentas de análise e solução de problemas, dentre elas a Análise de Pareto, podem contribuir bastante para a identificação das maiores parcelas de custo e seus principais causadores. O Capítulo 2 apresenta uma metodologia para realizar análises como essa, e relaciona algumas ferramentas que podem ser utilizadas em conjunto para apoiar esses estudos.

outros distúrbios. Para Dobbins (1982), a imagem positiva de uma empresa, que leva anos para ser construída, poderá ser rapidamente arruinada se seus clientes perceberem uma queda de qualidade na forma com que suas atividades e processos estão sendo executados. A perda de imagem positiva, embora intangível, poderá trazer grandes prejuízos decorrentes de diminuição de vendas, que, conseqüentemente, causará queda no índice de participação de mercado.

4. Expandir os controles orçamentários e de custos

A maioria das empresas estabelece controles financeiros consistentes com a organização departamental, considerando, dessa forma, apenas os custos do departamento da qualidade, e, muitas vezes, apenas de suas atividades de inspeção e teste. Contudo, essas empresas não estabelecem controles financeiros referentes a sucata, retrabalho e falhas de campo, que cruzam a organização departamental. Barreto (1996) propõe uma relação de diversos tipos de custos da qualidade inter-funcionais, tais como gastos com desenvolvimento de projeto do produto ou serviço, processo de compras, administração da qualidade, avaliação das operações, devolução de vendas, dentre outros. Essa divisão constitui apenas uma forma diferente de enxergar os investimentos da empresa na qualidade de seus processos e produtos, e também os custos referentes ao desperdício gerado pela falta de qualidade. Vários outros autores propõem novas relações e tipos de custos da qualidade, tais como Lesley & Malcolm Munro-Faure⁴³ (1989). Contudo, cada empresa deve definir os tipos de relatório de custo que mais se ajustam a sua realidade e geram informações que os relatórios contábeis tradicionais não têm condições de mostrar.

5. Estimular melhorias mediante publicações

Algumas empresas acreditam que a simples publicação dos valores de custos da qualidade estimulará os gerentes responsáveis a definir ações

⁴³ Os diversos tipos de custos da qualidade estão diretamente correlacionados com sua classificação em custos de prevenção, avaliação e falha. Essa classificação é discutida a seguir.

para reduzir os custos. Cawsey (1976) concluiu que, ao compreender o efeito dos componentes de qualidade na lucratividade, a administração de uma empresa dará mais valor à saúde das operações de qualidade. Entretanto, nem sempre isso é verdade. Podem existir barreiras culturais, emocionais, e mesmo pessoais, que impedem esse tipo de atitude. Observa-se, contudo, que relatórios bem elaborados podem estimular competições internas entre departamentos, fábricas e divisões. Para ser efetivo, esses relatórios devem ser acompanhados por um programa estruturado de melhoria⁴⁴. Adicionalmente, os relatórios devem ser projetados para considerar diferenças nas operações das várias unidades organizacionais. De outra forma, as comparações poderão se transformar em uma fonte de atrito.

CUSTOS DA QUALIDADE, *OVERHEAD*, CUSTOS FIXOS E VARIÁVEIS

A maioria das empresas tem praticado várias formas de redução de custos como resultado de melhoria nos orçamentos, gestão por objetivos, e programas de melhoria estruturados. Na maioria das vezes, estes esforços têm focado áreas convencionais de redução de custos: re-projeto de produtos para reduzir os custos dos materiais e de produção; melhorias dos métodos de produção para reduzir custos com mão-de-obra; automação de processos; novas instalações para aumentar a produtividade; melhorias na gestão de materiais para reduzir custos com seu manuseio, estocagem, distribuição e inventário. Contudo, faltaram esforços para cuidar dos custos não convencionais relacionados à qualidade, que estavam amplamente escondidos no *overhead*. O fato de que estes custos não podem ser prontamente alocados a departamentos específicos tem sido uma grande limitação adicional.

Segundo Bacic (1998; 177), dentro dos custos da qualidade existem custos fixos e variáveis, e, dessa forma, um programa de otimização dos custos da qualidade poderá ter três efeitos distintos, que, muitas vezes, são complementares entre si:

⁴⁴ No Capítulo 2, é apresentada uma proposta de programa estruturado de melhoria.

1. Eliminação de custos variáveis e de parcela de custos fixos diretamente relacionados à falta de qualidade;
2. Aumento de custos fixos e variáveis para controlar a qualidade (espera-se que este aumento seja menor do que a diminuição observada nos custos da falta de qualidade);
3. Geração de ociosidade em parte importante dos recursos que se comportam como custos fixos (diretores, supervisores e pessoal de operação, que passam a ter mais tempo livre em função da redução dos problemas relacionados com a falta de qualidade). Essa ociosidade abre espaço para o crescimento da empresa, uma vez que os recursos ficam disponíveis para outras tarefas e atividades não relacionadas simplesmente à correção de problemas.

Portanto, um programa de melhoria da qualidade bem estruturado permitirá, além da redução de custos pura e simples, a liberação de recursos, que antes estavam sendo utilizados para corrigir problemas, para atividades de crescimento da empresa, tais como desenvolvimento de novos produtos, captura de novos mercados, reposicionamento estratégico, etc. Além disso, com a liberação de recursos internos, não será necessária a aquisição de novos recursos (i.e., contratação de pessoal, compra de equipamentos, etc.), o que possibilitará à empresa um crescimento mais eficiente e sustentado.

CATEGORIAS DOS CUSTOS DA QUALIDADE

Embora a contabilidade tradicional classifique os custos operacionais de uma empresa em fixos e variáveis, diretos e indiretos, a análise prática dos custos da qualidade requer uma classificação funcional que permita a definição de programas de melhoria da qualidade. Assim, Juran (1988) classificou os custos da qualidade em quatro grandes categorias:

- **Custos de Falha Interna**

São os custos associados com defeitos encontrados antes do produto ser transferido para os clientes. Correspondem àqueles custos que desapareceriam se nenhum defeito fosse encontrado nos produtos antes de

serem embarcados. Em outras palavras, se o produto, após a realização de inspeções e testes antes de sua expedição para os clientes, é considerado fora das especificações estabelecidas, então os custos de todas as atividades posteriores para recolocá-lo dentro dos padrões almejados, destruí-lo, ou colocá-lo à venda como sucata, são classificados como custos de falhas internas. Exemplos de sub-categorias desses custos são:

Sucata: é referente ao total de mão-de-obra, material, e *overhead* valorizados no produto defeituoso cujo reparo é economicamente inviável.

Retrabalho: diz respeito aos custos para corrigir produtos defeituosos de forma a torná-los adequados para utilização.

Análise de Falha: corresponde aos custos de análise de produto não-conforme com a finalidade de determinar as causas da não-conformidade.

Desvios de engenharia: englobam os gastos incorridos com a elaboração e emissão de especificações provisórias (emendas às especificações originais do produto) para aceitar determinados desvios aos padrões de qualidade previamente definidos.

Sucata e retrabalho – fornecedor: referem-se aos custos de sucata e retrabalho causados por produto não-conforme recebido de fornecedor. Esses custos referem-se aos materiais rejeitados anteriormente ao início do processo produtivo. Normalmente, a empresa incide em falhas desse tipo se não souber como selecionar seus fornecedores ou transmitir-lhes os requisitos desejados para os materiais a serem adquiridos.

Inspeção 100% para segregação: diz respeito aos custos para encontrar unidades defeituosas em lotes que contêm altos e inaceitáveis índices de produtos com defeito.

Reinspeção e reteste: correspondem aos custos de reinspeção e reteste de produtos defeituosos que passaram por retrabalho, reparo ou outra revisão.

Perdas de processo evitáveis: são referentes aos custos de perdas que ocorrem mesmo com produtos que estão em conformidade com as

especificações. Por exemplo, preenchimento excessivo de garrafas ou vasilhames devido à alta variabilidade nos equipamentos de preenchimento e medição.

Redução de capacidade produtiva: inclui perdas decorrentes de absorção da capacidade produtiva pelo fluxo de reparo ou retrabalho de produtos defeituosos durante o processo de fabricação. Isso ocorre principalmente quando o índice de falhas detectadas nas inspeções e testes realizados ao longo do processo de produção ultrapassa os limites do “gargalo” de processo⁴⁵. Nesses casos, a taxa de produção, i.e., quantidade de produtos fabricados por unidade de tempo, é afetada pelo alto índice de falhas.

Desvalorização: diz respeito à diferença entre o preço normal de vendas e o preço reduzido (desconto) devido à qualidade deficiente do produto.

Inventário de material defeituoso: corresponde ao custo de capital investido em matéria-prima e/ou produto acabado que está bloqueado para utilização produtiva e embarque para clientes devido a problemas de qualidade. Esse custo incide durante todo o tempo em que o material está bloqueado para fins de análise, reparo ou retrabalho, cessando no momento em que é emitido um laudo final sobre seu destino, i.e., reaproveitamento, desvalorização, sucateamento, etc.⁴⁶.

▪ **Custos de Falha Externa**

São os custos associados com defeitos descobertos após o produto ser embarcado para os clientes. Esses custos também desapareceriam se não houvessem defeitos. Alguns custos de falha externa são impossíveis de ser mensurados de forma objetiva, mas correspondem a grandes perdas para a empresa, tais como perda de imagem e confiança por parte dos clientes. Por essa razão, as falhas externas são mais graves, pois a exposição da

⁴⁵ Entende-se por “gargalo” de processo aqueles pontos onde há um estreitamento no fluxo de atividades de um processo produtivo ou administrativo. Por essa razão, esses pontos são determinantes da capacidade do processo, e ditam seu ritmo e velocidade de execução.

⁴⁶ Robles (1993) afirma que o produto rejeitado nas etapas de inspeção e teste normalmente fica aguardando o momento mais propício para sua recuperação. Segundo ele, essa espera chega a onerar o custo do carregamento dos estoques, prolongando tanto o ciclo de produção, quanto o ciclo financeiro, reduzindo, conseqüentemente, a taxa de retorno sobre o investimento.

imagem da empresa pode causar comprometimento de seu ciclo operacional, uma vez que, com um menor número de clientes consumindo seus produtos, a empresa pode ter seu ritmo de produção bastante reduzido, ou, até mesmo, interrompido. Exemplos de custos de falha externa são:

Despesas de garantia: correspondem aos custos envolvidos na substituição, remoção e/ou reparo de produtos que apresentaram defeitos nas mãos dos clientes e que ainda se encontram dentro do período de garantia.

Queixas e reclamações de clientes: dizem respeito aos custos incorridos com investigações e resoluções de queixas e reclamações realizadas por clientes que receberam produtos defeituosos.

Retorno de material: está correlacionado aos custos associados com recebimento e substituição de produto defeituoso que retornou do campo. Inclui também os gastos com avaliação e reparo dos itens que não foram aceitos pelos clientes por problemas de qualidade.

Concessões: correspondem aos custos de concessões feitas aos clientes em decorrência de produtos abaixo do padrão esperado, para que sejam aceitos da forma como se encontram.

Modificações de projeto: referem-se aos gastos com correções de deficiências apresentadas pelo projeto inicial que geraram problemas de utilização do produto pelo cliente.

Responsabilidade: diz respeito aos gastos decorrentes de reivindicações de responsabilidades por danos causados pelos produtos entregues.

Multas: correspondem aos custos com multas por desempenho inferior do produto fornecido, em desacordo com o que fora anteriormente especificado no pedido do cliente ou em normas e regulamentos governamentais.

Perda de imagem junto aos clientes: envolve custos decorrentes da insatisfação dos clientes com a qualidade dos produtos recebidos. É de difícil mensuração.

Vendas perdidas: referem-se ao valor da margem de contribuição perdida devido à redução no índice de vendas por causa de problemas de qualidade.

▪ **Custos de Avaliação**

São os custos incorridos para determinar e verificar o grau de conformidade dos produtos aos requisitos de qualidade exigidos. Consistem, portanto, nos gastos assumidos pela empresa durante todo o processo produtivo para garantir a aceitação do produto. Englobam os gastos com inspeção e teste efetuados durante as várias etapas de produção. A frequência e o espaçamento dessas atividades de verificação são baseados nas vantagens comparativas entre o custo-benefício da descoberta de uma falha, custo das falhas e custo das avaliações. Certamente o investimento em inspeções e testes antes da expedição do produto trará uma redução nos custos de falha externa. Entretanto, o montante a ser aplicado nesse sentido precisa ser cuidadosamente avaliado à luz do modelo de custo ótimo de Juran (ref. Figura 1.6.d). São exemplos de custos de avaliação:

Inspeção e teste de recebimento: correspondem aos custos para determinar a qualidade do produto ou material adquirido de fornecedores.

Inspeção e teste em processo: dizem respeito aos custos de avaliação dos produtos em processo quanto a sua conformidade aos requisitos especificados. Englobam, portanto, todos os gastos com inspeções, testes ou auditorias requeridos a cada etapa do processo produtivo.

Inspeção e testes finais: estão correlacionados aos custos de avaliação de conformidade aos requisitos para aceitação final dos produtos.

Auditorias da qualidade de produtos: correspondem aos custos para desempenhar auditorias da qualidade em produtos acabados ou produtos que ainda estão em processo.

Manutenção da exatidão e precisão de equipamentos de teste: diz respeito aos custos para manter os instrumentos de medição calibrados.

Materiais e serviços de inspeção e teste: estão correlacionados aos custos de materiais e serviços utilizados em trabalhos de inspeção e teste (por exemplo, filme de raio-X, energia elétrica), quando significativos.

Avaliação de estoques: corresponde aos custos para testar produtos em estoque com a finalidade de avaliar sua degradação.

Revisão dos dados de inspeção e teste: engloba todos os gastos com a revisão dos resultados de inspeção e teste dos produtos antes de sua liberação para embarque, como forma de certificar-se de que os requisitos especificados realmente foram atendidos.

Avaliação externa: diz respeito aos custos com instalação dos produtos no cliente, submissão a aceitação oficial por parte do cliente, e testes de campo para confirmar a adequação do produto aos requisitos especificados.

▪ **Custos de Prevenção**

São os custos incorridos para manter mínimos os custos de falha (interna e externa) e avaliação (ref. Figura 1.6.b). Correspondem, portanto, a todos os esforços despendidos pela empresa para evitar que produtos sejam fabricados de modo insatisfatório e assegurar sua conformidade às necessidades de qualidade por parte dos clientes ⁴⁷. Exemplos desses custos são:

Estudos de Mercado: englobam todos os gastos incorridos pela empresa objetivando a captação das necessidades de qualidade e as preferências dos clientes, que constituem atributos importantes na modelagem de produtos e serviços. As pesquisas de mercado para identificar esses atributos e as pesquisas de percepção dos clientes quanto a suas impressões, avaliadas de maneira comparativa às ofertas dos concorrentes, são exemplos típicos de estudos de mercado.

⁴⁷ Em referência à *American Society for Quality Control* (1986), Robles (1993) afirma que as premissas estratégicas para a utilização plena do Sistema de Custos da Qualidade apoiam-se no seguinte raciocínio:

1. Para cada falha, sempre há uma causa;
2. As causas são evitáveis;
3. A prevenção sempre é mais barata.

Desenvolvimento do projeto do produto ou serviço: são os custos ocorridos antes da liberação dos produtos para produção, buscando traduzir as necessidades dos clientes em padrões de qualidade confiáveis.

Planejamento da Qualidade: corresponde aos custos incorridos nas atividades envolvidas na criação do plano de qualidade geral. Inclui também a preparação de procedimentos necessários para comunicar estes planos a todas as áreas afetadas.

Revisão de novos produtos: diz respeito aos custos de engenharia de confiabilidade e outras atividades relativas à qualidade associadas com o lançamento de novos projetos.

Planejamento de processo: está relacionado aos custos de estudos de capacidade de processo, planejamento de inspeção, e outras atividades associadas com o processo de manufatura.

Controle de processo: corresponde aos custos de inspeção e teste em processo para determinar o *status* do processo (e não a aceitação do produto, que, nesse caso, seria considerada custo de avaliação).

Auditorias da qualidade: diz respeito aos custos para avaliar a execução de atividades previstas no plano de qualidade geral.

Avaliação da qualidade do fornecedor: está correlacionada aos custos de avaliação de atividades de qualidade do fornecedor anteriormente à seleção do fornecedor, auditoria dessas atividades durante o período de contratação, e esforços associados com fornecedores. Inclui, portanto, todos os gastos necessários para que a empresa se assegure de que seus fornecedores lhe garantam o atendimento aos padrões de qualidade especificados.

Treinamento: corresponde aos custos de preparação e condução de programas de treinamento relativos à qualidade.

Embora a classificação e os exemplos apresentados por Juran tenham sido adotados por muitas empresas, eles não constituem uma regra padronizada. Outros tipos de custos da qualidade, e até mesmo classificações, podem ser adotados. Isso depende da empresa, de sua realidade, cenário, setor econômico e produtivo, maturidade de sua

administração, facilidade de medição dos custos, sistema contábil, dentre outros fatores. A Tabela 1.6.a fornece exemplos complementares de custos da qualidade por departamento, ainda seguindo as classificações sugeridas por Juran.

“Seguindo uma linha de pensamento similar à de Juran, Crosby (1979) divide os custos da qualidade em dois componentes: o preço da conformidade e o preço da não-conformidade. O preço da conformidade inclui todos os custos para “fazer certo da primeira vez”, enquanto que o preço da não-conformidade diz respeito aos custos de correção de erros e defeitos. Crosby argumenta que não existe o problema da qualidade. O que existe são os problemas de engenharia, fabricação, mão-de-obra, ou outros que causam a baixa qualidade” (Shank & Govindarajan, 1993).

Nota-se, portanto, que o preço da conformidade de Crosby inclui os custos de prevenção e avaliação de Juran, e seu preço da não-conformidade inclui os custos de falha interna e externa.

DEPARTAMENTO	PREVENÇÃO	AVALIAÇÃO	FALHAS INTERNAS	FALHAS EXTERNAS
Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Normas e procedimentos para desenhos • Treinamento • Desenvolvimento de especificações • Análise crítica do projeto • Desdobramento da Função Qualidade (QFD) ⁴⁸ 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeção do protótipo • Testes de avaliação do projeto • Testes de qualificação 	<ul style="list-style-type: none"> • Mudanças ou reformulação de projetos • Projetos acima do custo previsto • Retrabalho na produção por erro de projeto • Desvios de especificação por erros de projeto 	<ul style="list-style-type: none"> • Cancelamento de pedidos por atrasos de projeto • Devolução de produto por erros de projeto • Retrabalho no cliente por erro de projeto
Distribuição	<ul style="list-style-type: none"> • Normas e procedimentos de distribuição • Treinamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeção do produto final antes do embarque 	<ul style="list-style-type: none"> • Rejeição ou retrabalho em virtude de embalagem incorreta 	<ul style="list-style-type: none"> • Produto entregue em endereço errado ou com fatura incorreta
Financeiro	<ul style="list-style-type: none"> • Normas e procedimentos financeiros • Treinamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Auditorias Internas • Inspeção de faturas antes do envio 	<ul style="list-style-type: none"> • Notas de crédito para corrigir faturas • Relatórios gerenciais elaborados além do prazo 	<ul style="list-style-type: none"> • Clientes devedores • Duplicatas pagas fora do prazo
Marketing	<ul style="list-style-type: none"> • Normas e procedimentos de Marketing • Treinamento • Pesquisa de mercado • Especificação de produto 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeção de cartas ou questionários de pesquisa antes do envio 	<ul style="list-style-type: none"> • Excesso ou falta de estoque em razão de previsões mal feitas • Perda de clientes • Perda de mercado 	<ul style="list-style-type: none"> • Produtos que não atendem às necessidades do mercado
Pessoal	<ul style="list-style-type: none"> • Normas e procedimentos • Treinamento • Avaliação de pessoal 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeção de relatórios de avaliação de pessoal 	<ul style="list-style-type: none"> • Falha de recrutamento • Alta rotatividade de pessoal (<i>turnover</i>) • Greves 	<ul style="list-style-type: none"> • Clientes mal atendidos
Produção	<ul style="list-style-type: none"> • Normas de produção • Treinamento • Manutenção preventiva • Planejamento e controle da produção • Planejamento e controle de ferramental • Controle de processo 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeção e teste de produto na linha de produção • Auditorias no estoque • Aferição e calibração de equipamentos • Testes no ambiente de produção 	<ul style="list-style-type: none"> • Sucata, retrabalho e perdas de produto durante e no final da produção • Análise de falhas • Excesso ou falta de produtos no estoque 	<ul style="list-style-type: none"> • Devolução, reposição ou reparo de produtos • Reclamações dentro do período de garantia • Atrasos nas entregas por atrasos na produção
Compras	<ul style="list-style-type: none"> • Normas e procedimentos de compras • Treinamento • Levantamento de dados técnicos e comerciais sobre os fornecedores • Programa de melhoria de fornecedores 	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação das fontes de fornecimento • Testes de inspeção no recebimento • Testes de qualificação de fornecedores • Auditorias no fornecedor 	<ul style="list-style-type: none"> • Compra de material fora das especificações • Devoluções ao fornecedor • Recompra de material rejeitado • Excesso ou falta de material em estoque 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso da garantia em virtude de materiais fora das especificações
Vendas	<ul style="list-style-type: none"> • Normas e procedimentos de vendas • Treinamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Reavaliação das cotas de vendas 	<ul style="list-style-type: none"> • Perdas de clientes por falha no atendimento • Falhas na administração dos pedidos • Excesso ou falta de estoque por falhas nas projeções de vendas 	<ul style="list-style-type: none"> • Atendimento a reclamações de clientes decorrentes de produtos fora das especificações
Assistência Técnica	<ul style="list-style-type: none"> • Normas e procedimentos de assistência técnica • Treinamento • Controle de equipamentos • Pré-ensaio de produtos 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeção e avaliação da assistência técnica 	<ul style="list-style-type: none"> • Perda de clientes por falha na assistência técnica • Reutilização da garantia 	<ul style="list-style-type: none"> • Retorno excessivo ao cliente devido a problemas na assistência técnica
Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> • Normas e procedimentos da qualidade • Treinamento • Projeto dos sistemas de controle • Auditorias da qualidade • Pesquisa junto ao consumidor 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeção do produto acabado em qualquer estágio 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema da qualidade falho, resultando em produtos que não estão em conformidade com as especificações 	<ul style="list-style-type: none"> • Atendimento a reclamações de clientes e a reclamações dentro do período de garantia • Responsabilidade civil (código de defesa do consumidor) • Falhas constatadas em auditoria e não corrigidas

TABELA 1.6.a - Exemplos de Custos da Qualidade por Departamento

Fonte: Adaptação de figura extraída de Lesley & Malcolm Munro-Faure (1989) –

Implementing Total Quality Management

⁴⁸ QFD (*Quality Function Deployment*) é uma técnica utilizada para tradução de requisitos de clientes em especificações de projeto. No Capítulo 2, é feita uma apresentação de algumas técnicas clássicas de análise e solução de problemas.

Assim, ao se definir os custos da qualidade, o importante é que os seguintes aspectos sejam considerados (Juran, 1988):

1. As definições devem se ajustar para cada tipo de organização. Mesmo os títulos utilizados devem ser normalmente aqueles que estão em uso dentro da empresa. A relação selecionada para os diversos tipos de custos deve ser discutida com as várias funções para identificar categorias adicionais, refinar a nomenclatura, e decidir a respeito de agrupamentos mais amplos para os custos. Entretanto, seria útil se as empresas definissem os custos da qualidade com base em classificações similares, pois isso permitiria comparações e, eventualmente, poderia ajudar na definição de valores típicos para cada segmento de indústria⁴⁹. Devido às grandes dificuldades para se estabelecer tais classificações padronizadas, todas as tentativas nesse sentido falharam e não há atualmente uma padronização estabelecida nesse sentido.
2. As principais categorias são aquelas referentes aos custos de falha porque fornecem as maiores oportunidades para redução dos custos e eliminação das causas de insatisfação de clientes. Estes são os custos que devem ser atacados em primeiro lugar. Os custos de avaliação também representam grandes oportunidades de redução, especialmente se as causas das falhas são identificadas e eliminadas, o que diminui também a necessidade de avaliações dos produtos. O levantamento dos custos de prevenção é importante no início para se destacar o baixo investimento em atividades de prevenção. Um maior investimento nessas atividades poderia representar uma boa oportunidade para se reduzir significativamente os custos de falha. Assim, os custos de falha (interna e externa) podem ser entendidos como custos resultantes, e os custos de prevenção e avaliação podem ser entendidos como custos controláveis. Contudo, a experiência de mercado tem mostrado que os custos de prevenção não precisam ser mensurados continuamente, o que permite um maior foco nas grandes oportunidades, i.e., custos de falha.

⁴⁹ Goetz (1979) ressalta que, mais importante do que as comparações entre localidades e empresas, é a análise de tendências.

3. Deve ser atingida plena concordância com relação às categorias de custos da qualidade antes que qualquer medição seja realizada. A alta gerência deve participar dessa concordância. Inicialmente, dados sumarizados de sucata e retrabalho podem ganhar atenção gerencial e estimular a necessidade de estudos mais completos. Tais sumários podem fazer com que a gerência se torne pessoalmente envolvida e lidere as reuniões para discutir as definições preliminares dos custos da qualidade. Essas definições devem ser preparadas conjuntamente pelos especialistas da qualidade e da área financeira, com informações coletadas de todas as outras áreas.
4. No passado, os custos da qualidade eram associados com custos diretamente envolvidos com o produto, tais como sucata, inspeção, etc. Entretanto, a tendência é tornar o conceito mais amplo, i.e., a qualidade deficiente está sendo vista cada vez mais como aplicável a qualquer atividade da empresa. Assim, qualquer trabalho que deve ser descartado ou refeito pode ser visto como custo da qualidade.
5. Alguns custos podem ser realmente inevitáveis, mas não deixam de fazer parte dos custos da qualidade. Exemplos são os custos de reprojeção de produto devido a deficiências na adequação ao uso, e os custos de mudanças nos processos de manufatura devido à inabilidade de atendimento às especificações do produto. Se o projeto e o plano de manufatura originais tivessem sido adequados, esses custos não teriam ocorrido. Normalmente estes custos têm sido aceitos como custos normais de operação, mas deveriam ser vistos como oportunidades de melhoria e de conseqüente redução de custos.

Com base na experiência de Agnone *et alli* (1973), vale ressaltar um outro fator importante a ser considerado: a facilidade de integração das informações coletadas. Para que o sistema de custos da qualidade forneça uma visão completa da gestão da qualidade da empresa, os diversos dados coletados por meio de diferentes sistemas e fontes precisam ser integrados para permitir a elaboração de relatórios gerenciais. Acontece que a maioria dos sistemas informatizados utilizados pelas empresas não foi

projetada para fornecer uma visão interfuncional como aquela requerida pelo sistema de custos da qualidade. Assim, a definição do sistema de custos da qualidade deve considerar os aspectos de integração das informações a serem coletadas.

Goetz (1979) ressalta ainda a importância de se utilizar, com a máxima extensão possível, os sistemas e procedimentos contábeis em prática na empresa. Isso garantirá maior sinergia entre os relatórios contábeis e os relatórios de custos da qualidade. Ele também chama a atenção para o fato de que é impossível levantar todos os custos relacionados à qualidade.

Todas essas avaliações e reflexões devem ser conduzidas primordialmente durante a fase de desenvolvimento de um programa de custos da qualidade. Contudo, nas fases de implantação e manutenção, é preciso rever periodicamente o programa quanto às definições das categorias e tipos de custo, de forma a refinar o sistema de medição e garantir mensuração apenas daquilo que realmente faz sentido, i.e., daquilo que pode subsidiar análises complementares e a determinação de programas e ações de melhoria⁵⁰.

ESTUDOS INICIAIS SOBRE CUSTOS DA QUALIDADE

Parece lógico que um estudo de custos de qualidade deva ser realizado pelas pessoas da área financeira da empresa. Contudo, normalmente o gerente da qualidade é quem dispara a necessidade desse estudo, procurando entender-se com a área financeira a respeito desse assunto. A resposta inicial da área financeira é que os livros contábeis não são mantidos dessa forma, e não são apropriados para esse estudo. A área financeira geralmente fornece números a respeito de sucata, retrabalho, ou outras categorias, mas não fica convencida de que deve ter iniciativa para preparar e definir uma lista completa de classificações de custos da qualidade e coletar as informações. O gerente de qualidade decide, então, que o estudo deve ser realizado, e segue uma das duas alternativas:

1. Prepara uma definição unilateral das categorias e coleta os dados;
2. Apresenta as informações limitadas fornecidas pela área financeira à alta direção da empresa, com a recomendação de que um estudo completo

⁵⁰ O Capítulo 3 apresenta um estudo de caso onde os relatórios de custos da qualidade foram revistos com o objetivo de garantir maiores subsídios às análises e à definição de ações de melhoria.

deve ser feito utilizando recursos da área financeira, qualidade e de outros departamentos e funções.

Juran (1988) afirma que a segunda alternativa é melhor, uma vez que deverá garantir maior aceitação dos resultados desse estudo.

Assim, o caminho recomendado por Juran é:

1. Apresentar à gerência qualquer informação que já esteja prontamente disponível, de forma a mostrar que o problemas de qualidade são potencialmente grandes. Essa informação tem grande impacto se apresentada na linguagem financeira;
2. Recomendar que alguém da gerência lidere uma força-tarefa para determinar os custos da qualidade. A força-tarefa deverá incluir pessoas da área financeira e de outras funções importantes. A condução desse estudo deve entrar como um item da agenda das reuniões da alta direção;
3. Propor uma lista de categorias a respeito de custos da qualidade. Essa lista pode ser rapidamente preparada pelo gerente da qualidade utilizando uma bibliografia de referência, ou informações provenientes de outros departamentos e funções;
4. Recomendar que a alta direção finalize as definições e designe responsabilidades, com um cronograma para a coleta de dados.

Goetz (1979) relaciona algumas perguntas que podem surgir em uma reunião como essa:

1. Qual o valor dessas informações?
2. O que esses relatórios poderão nos revelar e que já não conhecemos?
3. Onde iremos buscar recursos para trabalhar nesses novos problemas, quando não temos recursos nem para trabalhar nos problemas atuais?

A principal resposta a essas questões deve concentrar-se na obtenção de informações que podem correlacionar falta de qualidade com resultados financeiros, e conseqüentemente, podem direcionar melhor os investimentos em melhoria.

Goetz sugere, contudo, que se esclareça que não é possível saber exatamente o que o estudo irá fornecer até que ele seja realizado pela primeira vez.

É importante frisar que, sem a liderança da alta direção, o estudo provavelmente será realizado pelo gerente da qualidade, com um mínimo de ajuda das outras funções. O maior risco, nesse caso, é que os resultados terão baixa credibilidade, pois serão vistos como provenientes de uma área que tem uma opinião viciada.

Quanto à responsabilidade pelo programa, segundo estudos realizados por Barreto (1998), não há unanimidade entre as empresas que já trabalharam com custos da qualidade a respeito de quem deve coordenar a coleta de informações (área de qualidade ou área financeira). Barreto afirma que alguns autores consideram que a área de qualidade seria mais indicada por conta de seu papel de garantia da qualidade, que estaria intimamente ligado ao programa em questão. Outros autores, segundo ela, defendem a coordenação pela área financeira, com o objetivo de garantir credibilidade e respeito aos valores apurados.

Entretanto, Juran relaciona as seguintes vantagens de um coordenador da área financeira sobre um coordenador da área de qualidade:

- Maior independência com relação à divulgação de índices de desperdício decorrentes de falhas e defeitos, uma vez que profissionais da qualidade podem ser considerados “suspeitos” para relatar tais índices;
- Maior familiaridade com relatórios financeiros e com os sistemas contábeis existentes, tendo, portanto, maior facilidade para buscar as informações necessárias e compor o relatório final de custos da qualidade;
- Maior visibilidade do negócio como um todo, o que confere uma melhor utilização de índices comparativos e niveladores dos valores absolutos medidos para os custos, facilitando, assim, correlações com outros índices e análises de tendências;
- Maior proximidade com os integrantes da alta direção da empresa, tendo, portanto, melhor comunicação com eles por falar sua linguagem, ou seja, a linguagem do negócio.

Para Juran, um programa de custos da qualidade requer grande participação e suporte das partes afetadas. Assim, o coordenador do programa deve ter habilidade para:

- Trabalhar com equipes multifuncionais;

- Atingir consenso em quais custos da qualidade devem ser incluídos no sistema;
- Desenvolver relatórios que atinjam as necessidades específicas dos usuários das informações;
- Ganhar confiança e suporte de todos os níveis gerenciais.

Segundo Bottorff (1997), devem fazer parte da equipe de implantação aqueles indivíduos que detêm conhecimento contábil e financeiro⁵¹, capacidade de gerenciamento da qualidade, e habilidades interpessoais. O conhecimento contábil por parte da equipe é importante para assegurar confiança e credibilidade junto ao contador da empresa e da alta gerência. A capacidade de gerenciamento da qualidade, mais requerida para os coordenadores do programa, é necessária para vislumbrar o sistema de custos da qualidade como um processo mais amplo de gestão. As habilidades interpessoais dos integrantes da equipe são fundamentais para garantir compromisso e atingir consenso nos itens de custo.

Vale ressaltar que o grau de conhecimento sobre empresa e seus processos, bem como o nível de respeito conquistado perante as demais pessoas, também são requisitos importantes a ser considerados na composição dos integrantes da equipe. Isso poderá assegurar boa qualidade técnica e grande consideração ao programa.

A experiência prática tem demonstrado que é extremamente desafiador conseguir um alto grau de motivação e comprometimento das pessoas com um programa de custos da qualidade. Juran (1988) relaciona algumas barreiras que tornam essa tarefa mais difícil, tais como:

- A gerência não aloca tempo e recurso suficientes;
- Desde que o sistema de custos da qualidade geralmente não é compatível com os sistemas de custo de produto existentes, ele normalmente requer uma administração à parte;
- A fragilidade dos dados de custos indiretos da qualidade, i.e., aqueles custos que não podem ser medidos com precisão (perda de vendas, perda

⁵¹ Observa-se que os esforços de implantação de custos da qualidade têm maiores chances de sucesso quando a área financeira está fortemente envolvida e comprometida com o programa, independentemente do fato de estar na coordenação do programa ou não.

de imagem da empresa, custos de insatisfação dos clientes, etc.), gera controvérsias quanto a sua utilização;

- A utilização somente de custos diretos da qualidade, i.e., aqueles que são mais facilmente medidos (custos de falhas internas, custo de garantia, custos de avaliação, etc.), pode resultar em baixo investimento em atividades de prevenção, o que freqüentemente traz reduções de custo abaixo do esperado, causando uma perda de foco gerencial no suporte financeiro e nos programas de melhoria da qualidade;
- A falta de treinamento em conceitos de qualidade e métodos para liderar e facilitar equipes torna difícil a coordenação de grupos multifuncionais de melhoria de processos e a participação das pessoas nesses grupos;
- Quando sujeitos a pressões de orçamento, os benefícios esperados do programa de custos da qualidade dificilmente convencem a alta direção da empresa a manter o programa, a não ser que haja forte comprometimento nesse sentido;
- Se o controlador financeiro não participar do treinamento ou perder seu comprometimento com os conceitos de gestão da qualidade, ele alocará poucos recursos e reduzirá o papel do departamento financeiro no programa de custos da qualidade.

Shank & Govindarajan (1993) relacionam ainda a contabilidade gerencial convencional⁵² como mais uma barreira à implementação de programas de gestão da qualidade, dentre os quais incluem-se os programas de custos da qualidade. As diferenças estruturais entre a contabilidade convencional e os programas de custos da qualidade, bem como as divergências de objetivos entre esses dois conceitos, constituem uma dificuldade à parte a ser transposta, uma vez que a atenção da área financeira normalmente concentra-se na contabilidade gerencial convencional, mais difundida e utilizada.

⁵² A contabilidade gerencial convencional pode ser entendida como aquela que subsidia a determinação do custo padrão, as análises de variação dos custos indiretos de fabricação, as análises de variações no preço de matéria-prima, as análises de variações no custo de mão-de-obra, etc.

Se essas barreiras forem vencidas, a implementação do programa será bem sucedida, e, segundo Juran, muitas vantagens poderão ser obtidas para a empresa, tais como:

- Os dados da qualidade se tornarão mais aceitáveis por serem coletados e analisados em conjunto com o departamento financeiro em decorrência de um ambiente de trabalho em equipe;
- O sistema de custos da qualidade ajudará na avaliação de alternativas de investimento de capital;
- O sistema de custos da qualidade ajudará a justificar e dirigir investimentos em atividades de prevenção, que reduzirão os custos de falha, e também ajudará a justificar e dirigir outros esforços e investimentos em melhoria da qualidade;
- O sistema de custos da qualidade estimulará o desenvolvimento de medidas de desempenho mais avançadas em áreas de satisfação de clientes, produção e projeto, de forma a melhorar a percepção dos custos indiretos da qualidade;
- Mediante redução de custos, poderão ser obtidos maior retorno sobre investimento, melhores margens, e maiores índices de vendas.

Nota-se, contudo, que há divergências entre as abordagens de Juran, Crosby e Deming quanto ao papel dos contadores financeiros no apoio aos programas de gestão da qualidade. Shank & Govindarajan (1993) esclarecem essa questão afirmando que uma empresa que adota um programa de gestão da qualidade pela primeira vez pode se beneficiar começando com a abordagem de Juran, que pede uma explícita quantificação dos custos da qualidade com o objetivo de direcionar ações e programas de melhoria. Após alguma evolução cultural, a mensuração desses custos deverá ser periódica, e terá o objetivo principal de avaliar o estágio de maturidade da gestão da qualidade, como defende Crosby. A meta final deverá ser a transformação da qualidade em parte da cultura e do estilo de vida da empresa, de forma que as medições dos custos da qualidade tornem-se desnecessárias, conforme a filosofia de Deming. Assim, seguindo os pensamentos de Juran, a participação dos contadores nos programas de gestão da qualidade será intensa; pela abordagem de Crosby, essa participação será moderada; ao

atingir o estágio cultural defendido por Deming, a participação dos contadores será bastante reduzida.

COMO RELATAR OS CUSTOS DA QUALIDADE

Para Juran (1988), há duas maneiras de se obter as figuras dos custos da qualidade:

1. *Por estimativa*: essa é a forma mais prática, pois envolve pouco esforço. Em pouco tempo, é possível descobrir:
 - Se há uma grande oportunidade de redução de custos, e
 - Se essa oportunidade está concentrada.
2. *Pela expansão do sistema contábil*: essa é a forma mais elaborada, pois requer muito esforço de vários departamentos, especialmente da área financeira e da área de qualidade. Pode levar muito tempo (meses ou, até mesmo, anos).

Nos estágios iniciais de melhoria da qualidade, as estimativas são suficientes, pois envolvem menos trabalho, e fornecem respostas em pouco tempo.

Muitas empresas preferiram embarcar em programas para expandir o sistema contábil, o que causou grandes atrasos na obtenção das informações. Na maioria das vezes, esses atrasos foram decorrentes de uma forte preocupação com o grau de precisão de dados que não eram necessários para as decisões gerenciais.

No entanto, algumas organizações resolveram estabelecer sistemas específicos de informação da qualidade, alguns até mesmo associados a sistemas de informação executiva, com o objetivo de fornecer visibilidade à gerência quanto à performance de qualidade e correlacioná-la ao custo que poderia ter sido evitado se os problemas fossem menores. Cerzosimo (1972) apresenta o caso de uma empresa que desenvolveu um sistema próprio de relatórios com base nos tempos gastos (que poderiam ter sido evitados) corrigindo problemas ou refazendo trabalhos em decorrência de problemas de qualidade. Esses tempos eram transformados em custos e comparados com os custos totais de produção. Para viabilizar esse sistema, foi necessário implementar uma série formulários no chão-de-fábrica, que deveriam ser preenchidos pelo pessoal da

manufatura informando o tempo gasto em atividades de correção de problemas, análises de falha, reparo de material, dentre outras.

Juran afirma, contudo, que a coleta de dados de custos da qualidade devem ter como referência fontes diversificadas de informação, tais como⁵³:

1. *Contas já estabelecidas*: exemplos são as atividades de avaliação conduzidas por departamentos de inspeção ou as despesas de garantia para responder aos problemas de clientes;
2. *Análise do conteúdo das contas já estabelecidas*: essas contas podem incluir outras despesas. É preciso extrair delas apenas a parcela correspondente aos custos da qualidade. Exemplo: a conta “retorno dos clientes” pode incluir material que retornou dos clientes com o objetivo de reduzir inventário no campo, e não apenas material que retornou por razões de qualidade;
3. *Documentos contábeis básicos*: por exemplo, apesar de alguma inspeção de produto ser realizada pelo próprio pessoal da produção, é possível quantificar esses custos da qualidade;
4. *Estimativas*: várias formas de estimativa podem ser necessárias:
 - *Registros temporários*: por exemplo, alguns funcionários da produção podem estar gastando seu tempo reparando produtos defeituosos. É possível criar um registro provisório para que o tempo gasto nessa atividade, e, portanto o custo, seja conhecido;
 - *Amostragem de trabalho*: podem ser realizadas observações aleatórias das atividades, de forma a verificar o percentual de tempo gasto em um número pré-definido de categorias;
 - *Alocação*: por exemplo, em um departamento de engenharia, alguns engenheiros podem utilizar parte de seu tempo desempenhando análises de falha. Contudo, pode não ser realizada qualquer alocação formal do tempo de cada engenheiro nas múltiplas atividades desempenhadas por ele. Dessa forma, convém perguntar a cada

⁵³ Algumas dessas fontes foram utilizadas para preparação de relatórios de custos da qualidade pela empresa estudada no Capítulo 3.

engenheiro quanto tempo ele gasta desempenhando atividades de análise de falha;

- *Dados de custo-padrão*: exemplos incluem sucata, retrabalho, e substituição de produtos no campo. Deve-se tomar cuidado para não se considerar dados que estejam relacionados a histórias ou ocorrências antigas, que estejam defasadas no tempo com relação ao valor financeiro obtido;
- *Opiniões de pessoas de alto conhecimento*: exemplos são pessoas que participam de análises críticas de projeto, que fornecem treinamento aos demais, etc.

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS INICIAIS

Geralmente, os valores de custos da qualidade são correlacionados com o total de unidades produzidas. Outra medida bastante utilizada é a comparação entre os custos da qualidade com os custos totais do produto. Entretanto, várias outras formas de comparação e correlação podem ser realizadas, dependendo da empresa, de sua cultura, do foco do programa “custos da qualidade”, do impacto causado pelos custos da qualidade que se deseja mostrar, do *mix* de produção, dentre outros fatores.

Brown & Kane (1978), por exemplo, desenvolveram uma medida que correlacionava os custos de falha com as vendas de valor agregado⁵⁴. Com isso, eles conseguiram demonstrar o impacto das falhas nos ganhos da empresa e estabelecer programas de melhoria da qualidade.

Observa-se, contudo, que a interpretação do valor total dos custos da qualidade pode ser facilitada ao se relacionar esses custos a outras figuras com as quais a gerência já está acostumada. Para Juran (1988), as seguintes correlações causam maior impacto junto às pessoas da administração:

1. *Custos da qualidade como percentual de vendas*: os relatórios financeiros exibidos à alta gerência, e mesmo aos acionistas, fazem grande uso de

⁵⁴ Para Brown, vendas de valor agregado correspondem à diferença entre as vendas brutas faturadas e os custos de materiais e serviços adquiridos.

- vendas como base de comparação. Relacionar os custos da qualidade às vendas mostra o quanto esses custos são significativos;
2. *Custos da qualidade comparados ao lucro*: freqüentemente os custos da qualidade excedem os lucros das empresas e criam uma situação de choque junto à gerência;
 3. *Custos da qualidade comparados à magnitude dos problemas correntes*: por exemplo, os custos da qualidade podem ser comparados com um volume de produção adicional equivalente, ou com os custos para se manter uma fábrica inteira (obviamente, dependendo da magnitude desses custos);
 4. *Custos da qualidade comparados com os custos dos produtos vendidos*;
 5. *Custos da qualidade comparados com os custos totais de manufatura*;
 6. *Efeito dos custos da qualidade no ponto de equilíbrio (breakeven point)*.

Comparações adicionais podem ser realizadas entre os subtotais dos custos da qualidade referentes a cada uma das grandes categorias, i.e., prevenção, avaliação e falhas (internas e externas). Um estudo típico, por exemplo, poderá mostrar que os custos de falha são, provavelmente, várias vezes maiores do que os custos de avaliação. Isso normalmente surpreende a gerência e estimula uma revisão nas prioridades. Quando a gerência descobre que os custos de prevenção são muito baixos em relação ao total, sua reação instintiva é estudar um aumento nos esforços de prevenção de falhas.

A seleção de uma base para comparação é, portanto, um aspecto muito importante na análise e exibição dos resultados de custos da qualidade. Assim, os custos da qualidade mensurados devem ser divididos pelo total referente à base de comparação, de forma a permitir uma visualização relativa, e não absoluta e crua dos valores. Isso permite uma análise de tendências ao longo do tempo e também comparações de custos envolvendo diferentes produtos, fábricas, ou divisões. Algumas bases normalmente utilizadas para comparação são (Juran, 1988):

- *Hora de mão-de-obra direta*: a vantagem é que essa informação normalmente está disponível e é facilmente entendida; a desvantagem é que essa base pode ser distorcida pela automação dos processos;

- *Custo de mão-de-obra direta*: também é uma informação facilmente disponível e entendida, e, além disso, compensa o efeito da inflação, mas igualmente sofre distorções ocasionadas pela automação de processos;
- *Custo de vendas*: tem a vantagem do apelo à alta gerência, mas sofre influência de aumentos de preços, custos de marketing, demanda, etc.;
- *Unidades produzidas*: apresenta alta simplicidade; contudo, não é uma base apropriada quando produtos diferentes são fabricados.

A preparação de um sumário dos custos é essencial para complementar as análises e fornecer subsídios para investigações e priorização de projetos de melhoria. Robinson (1997), por exemplo, sugere a determinação de prioridades de melhoria mediante a classificação gradual dos tipos de defeito por custo de falha, colocando os problemas com maior custo no topo da lista. Para tanto, devem ser previamente estimados os custos causados por cada tipo de problema de qualidade⁵⁵. Juran também cita alguns exemplos de sumário para os relatórios de custos da qualidade:

- *Por produto, processo, componente ou tipo de defeito*⁵⁶: esses sumários facilitam a preparação de análises de Pareto para identificar os “poucos contribuidores vitais”, responsáveis pela maior parcela dos custos;
- *Por unidade organizacional*: esses sumários podem ser preparados por divisão, departamento, ou outra unidade organizacional conveniente;
- *Por categoria de custo da qualidade*: são úteis para estudo da relação entre as categorias de custo (ref. Figuras 1.6.b, 1.6.c e 1.6.d).

Relatórios que exibem custos da qualidade por tipo de cliente, segmento de mercado, região geográfica, etc., complementam a relação.

⁵⁵ Segundo Robinson, outras considerações, além do custo, devem ser feitas para que as prioridades de melhoria sejam determinadas, tais como o investimento necessário para a solução de cada falha, o retorno previsto para este investimento com base na redução estimada de ocorrência da falha, e a facilidade técnica para implementar o plano de melhoria referente a cada problema. Este mesmo enfoque é aplicado no estudo de caso apresentado no Capítulo 3.

⁵⁶ O estudo de caso apresentado no Capítulo 3 utiliza este enfoque para identificar os tipos de defeito que correspondem à maior parcela dos custos de falha interna.

APROVAÇÃO PARA O PROGRAMA DE MELHORIA DA QUALIDADE

Quem apresenta os resultados do estudo de custos da qualidade deve estar preparado para responder à seguinte questão da gerência: “o quê devemos fazer para reduzir os custos da não qualidade?”

Para se obter uma significativa redução nos custos torna-se necessário um processo estruturado para atacar as principais fontes de perda, i.e., os custos de falha. Este ataque significa proceder em uma base projeto-por-projeto. Esses projetos exigem recursos de vários tipos, tais como pessoas, treinamento, sistemas informatizados, testes, ensaios de laboratório, etc., que significam investimento e precisam ser justificados por benefícios esperados⁵⁷.

Assim, é provável que, num determinado momento, seja possível identificar várias oportunidades específicas para aperfeiçoar a qualidade. Dado que o capital é escasso, quais projetos devem ser priorizados? Segundo Simões, Bacic & Souza (1998), para ser consistente com o critério econômico, que atribui prioridade à rentabilidade do capital, é necessário comparar o investimento efetuado com os benefícios esperados, no caso, a diminuição esperada de custos. Isso significa que, existindo “n” projetos, estes podem ser ordenados a partir de algum critério de rentabilidade⁵⁸.

Adicionalmente, para Juran, algumas formas de justificar o investimento em melhorias, tendo em vista a redução dos custos de falha, podem ser:

1. Assumir que os custos de falha são suficientemente grandes para justificar ações;
2. Utilizar uma história de sucesso de melhoria da qualidade em uma empresa para justificar um programa mais amplo;

⁵⁷ Segundo Robles (1993), por meio da redução dos desperdícios, a empresa pode gerar recursos para alavancar seu Sistema de Melhoria da Qualidade. Para ele, o retorno do investimento em Qualidade é obtido primeiramente pela redução dos desperdícios; depois, quando o sistema entra em regime operacional, os benefícios da Qualidade superam amplamente os investimentos originais.

⁵⁸ Cabe lembrar que, conforme discutido anteriormente, para o caso de ações orientadas no curto prazo, o valor do dinheiro no tempo não é relevante. Podem, então, ser utilizadas medidas simples, tais como ROA ou *payback*. Caso os projetos envolvam ações no longo prazo, é recomendável utilizar as medidas tradicionais de avaliação de rentabilidade que consideram o valor do dinheiro no tempo, tais como taxa interna de retorno e valor presente líquido.

3. Mostrar as oportunidades apresentadas por uma meta razoável de redução de custos atrelada com os projetos de melhoria. Uma ferramenta importante para identificar os projetos de melhoria é a análise de Pareto, que distingue os elementos de custos “pouco vitais” dos “muitos triviais”⁵⁹.
4. Comparar o retorno do investimento em redução de custos da não-qualidade com o retorno do investimento em vendas adicionais;
5. Mostrar o efeito da melhoria da qualidade no aumento de vendas. Embora um aumento nas vendas possa ser difícil de se estimar, trata-se de um fator intangível que ajuda a justificar um programa de melhoria da qualidade.

Quando os resultados dos custos da qualidade são apresentados à gerência, outra pergunta que surge naturalmente é: “Qual é o nível correto para esses custos?” Na verdade, os gerentes estão procurando por um padrão de comparação para os custos atuais, de forma a julgar se há ou não necessidade de ações para melhorar o cenário apresentado.

O estudo da distribuição dos custos da qualidade nas três grandes classificações, i.e. falhas (internas e externas), avaliação e prevenção, pode ajudar a responder essa questão.

Robles (1993) afirma que, por meio do estudo e da observação das relações entre as categorias de Custos da Qualidade, é possível realizar inferências a respeito do ponto ótimo de investimento em qualidade. Segundo ele, uma forma de buscar essa otimização, seria a descoberta da melhor relação custo-benefício, ou seja, da economia em custo obtida pela redução de falhas como consequência do aumento de gastos em prevenção. Robles afirma ainda que, além do aspecto monetário, um outro fator decisivo dos investimentos em prevenção é a imagem de qualidade do produto, que poderá trazer expansão no volume de vendas ou no próprio preço unitário do produto⁶⁰.

⁵⁹ A análise de Pareto, bem como outras técnicas de análise e solução de problemas, são abordadas no Capítulo 2.

⁶⁰ Observa-se, nessa afirmação de Robles, a relação entre a melhoria da qualidade e a geração de valor. Vale lembrar que o aumento de valor pode justificar um acréscimo no preço, conforme discutido no item 1.2.

As figuras 1.6.b e 1.6.c tentam esclarecer como uma análise dessa distribuição pode ser conduzida (Juran, 1988):

1. *Custos de falha*: são iguais a zero quando o produto é 100% livre de defeitos, e tendem ao infinito quando o produto é 100% defeituoso (convém notar que a escala vertical corresponde ao *custo por unidade livre de defeito*, ou seja, quando existem 100% de defeituosos, o número de unidades livres de defeitos é zero, e, dessa forma, o custo por unidade livre de defeito tende ao infinito);
2. *Custos de avaliação mais prevenção*: são iguais a zero quando há 100% de defeituosos, e crescem quando a perfeição em qualidade é atingida;
3. *Soma das curvas 1 e 2*: esta curva representa o total dos custos da qualidade por unidade livre de defeito.

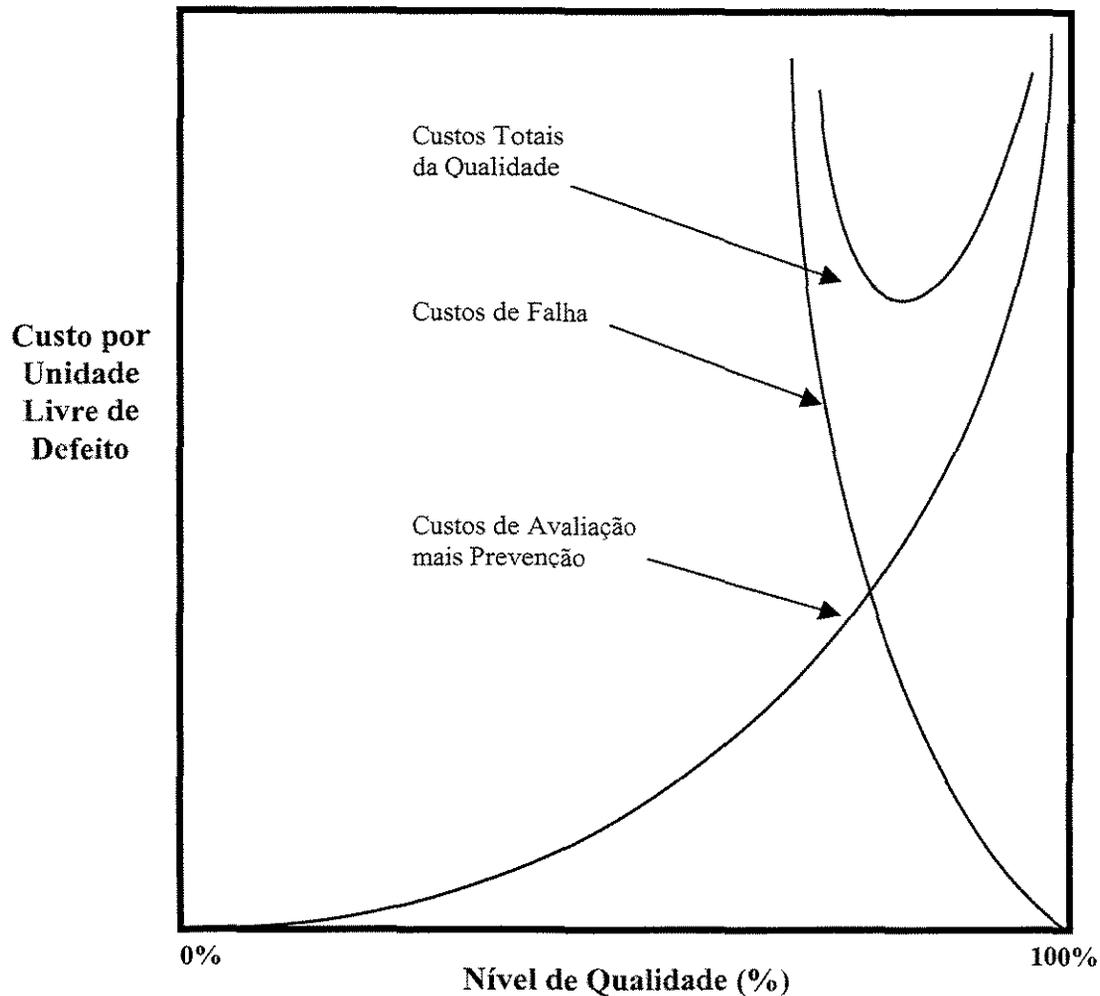


FIGURA 1.6.b - Modelo para Otimização dos Custos da Qualidade – Processos Tradicionais
 Fonte: J. M. Juran (1988) – *Juran's Quality Control Handbook*

O modelo representado pela Figura 1.6.b simboliza as condições que prevaleceram amplamente durante grande parte do Século XX. “Avaliação mais Prevenção” consistiram, na realidade, em muita avaliação e pouca prevenção. A maioria da avaliação foi conduzida por seres humanos incapazes de manter atenção em atividades de inspeção durante 100% do tempo, sem mencionar outras limitações naturais e próprias dos seres humanos. Essas falhas humanas também limitam os esforços para se atingir a perfeição a um custo finito. Assim, o modelo mostra a curva “custos de avaliação mais prevenção” tendendo ao infinito quando a perfeição é atingida. Em consequência, a curva de custo total da qualidade também tende ao infinito nessa condição.

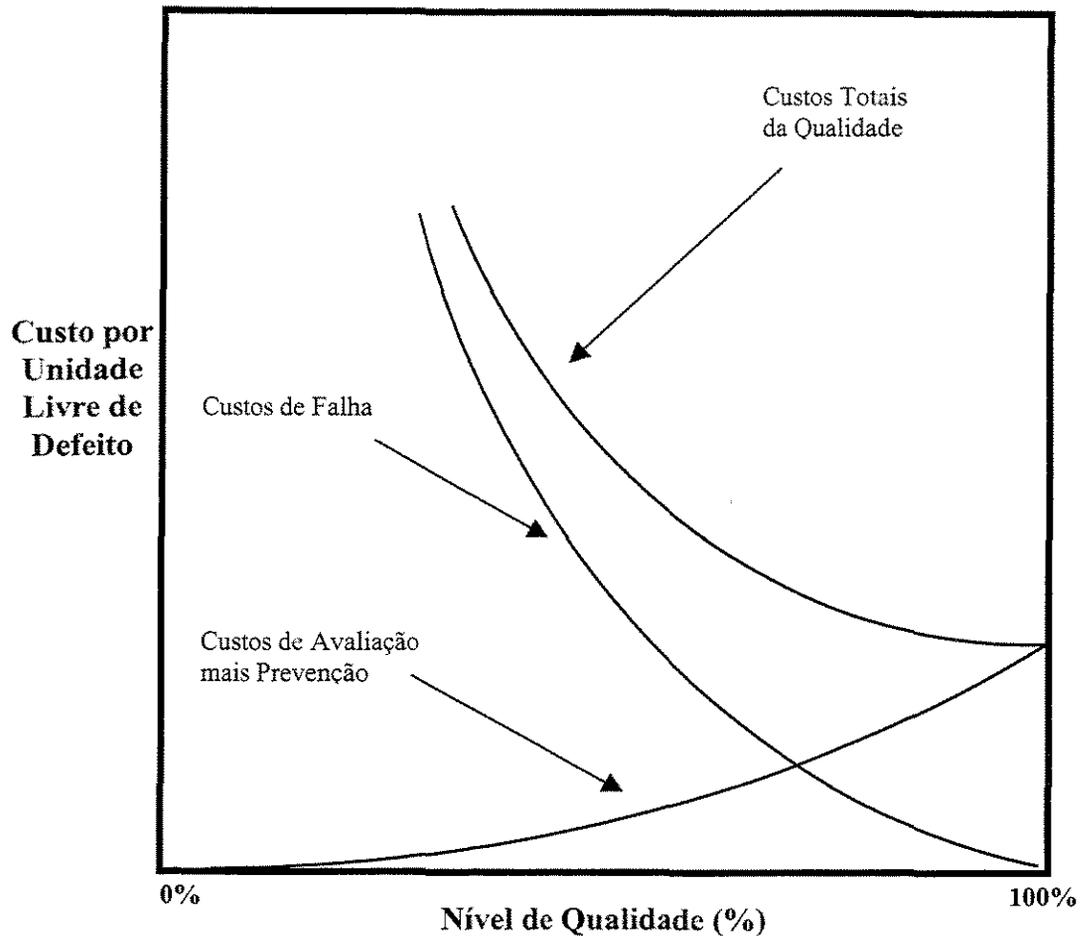


FIGURA 1.6.c - Modelo para Otimização dos Custos da Qualidade – Processos Emergentes

Fonte: J. M. Juran (1988) – *Juran's Quality Control Handbook*

O modelo representado pela Figura 1.6.c simboliza as condições que têm surgido a partir das últimas décadas. As prioridades em prevenção tornaram-se maiores. Novas tecnologias reduziram as taxas de falha de materiais e produtos. Robótica e outras formas de automação reduziram os erros humanos durante os estágios de produção. Inspeções e testes automáticos reduziram os erros humanos de avaliação. Coletivamente, esses acontecimentos possibilitaram atingir a perfeição a um custo finito.

Contudo, Shank & Govindarajan (1993) afirmam que todas as quatro classes de custos da qualidade apresentam componentes substanciais de custos fixos. Então, em uma empresa onde não haja falhas, não há necessidade de avaliação. Portanto, os únicos

custos da qualidade em uma operação de zero defeitos seriam os custos de prevenção incorridos para projetar o processo livre de erros. Os custos fixos de avaliação e falha seriam, em grande parte, eliminados. Assim, concluem Shank & Govindarajan, se uma operação pode obter zero defeitos, e se, como resultado, a maioria dos custos fixos de falha e de avaliação podem ser evitados, então o custo total da qualidade certamente será muito baixo.

Entretanto, para Juran, enquanto a perfeição é uma meta virtual, definida a longo prazo, ela não é a meta mais econômica a curto prazo. No modelo da Figura 1.6.b, a curva de custo total atinge o valor mínimo em um nível que não é o nível de perfeição. A Figura 1.6.d divide o custo total da Figura 1.6.b em três seções. Juran afirma que, geralmente, a seção em que uma empresa está inserida pode ser descrita como:

1. *Seção de Melhoria da Qualidade*: nesta seção, os custos de falha estão acima de 70% dos custos totais de qualidade, enquanto os custos de prevenção estão abaixo de 10% do total. Nesses casos, há oportunidades para reduzir os custos totais como resultado da melhoria da qualidade. Devem ser identificados projetos de melhoria específicos para atacar principalmente os custos de falha;
2. *Seção de Alto Custo de Avaliação*: nesta seção, os custos de avaliação geralmente ultrapassam os custos de falha. Nesses casos, também há grandes oportunidades de redução de custos, tais como:
 - Comparar os custos de detecção de defeitos com os danos que eventualmente seriam causados se os defeitos não fossem detectados;
 - Rever os padrões de qualidade para verificar se eles são realistas quanto a adequação ao uso;
 - Verificar se é possível reduzir a quantidade de inspeção com a aplicação de técnicas de amostragem baseada no conhecimento da capacidade do processo;
 - Verificar se é possível evitar duplicação de inspeção com a realização de auditorias de decisão.
3. *Seção de Indiferença*: nesta seção, os custos de falha são aproximadamente metade dos custos totais de qualidade, enquanto os

custos de prevenção estão em torno de 10% do total. Neste caso, o ponto ótimo já foi atingido com relação ao valor dos projetos de melhoria da qualidade. Melhorias adicionais podem ser atingidas, mas estes projetos estarão competindo com outros que ainda não atingiram os níveis ótimos.

Observa-se que o critério mais importante para avaliar se a melhoria da qualidade atingiu o limite econômico é comparar os benefícios possíveis a partir de projetos específicos, conduzidos dentro dos limites tecnológicos e do estado da arte atual, com os custos envolvidos para se atingir estes benefícios. Quando nenhum projeto justificável for encontrado, o ótimo já terá sido atingido. Vale ressaltar que, com a mudança dos conhecimentos e com a evolução tecnológica, pode ser que sejam encontrados projetos justificáveis que anteriormente não eram viáveis⁶¹.

Vale ressaltar que a busca do nível ótimo dos custos da qualidade não é defendida por Deming, para quem se deve investir na qualidade sem limites, pois, segundo seu ponto de vista, os custos diminuem com a melhoria da qualidade. Aliás, Deming somente se refere aos custos de falha, que, logicamente, diminuem com a melhoria da qualidade. Segundo Juran, uma empresa não pode investir indefinidamente quantias vultosas de recursos na prevenção e avaliação, sob pena de atuar em regiões distantes do ponto ótimo dos custos totais de qualidade (ref. Figura 1.6.d), o que acarretará desperdício de recursos.

⁶¹ Metodologia similar foi utilizada pela empresa que é objeto do estudo relatado no Capítulo 3.

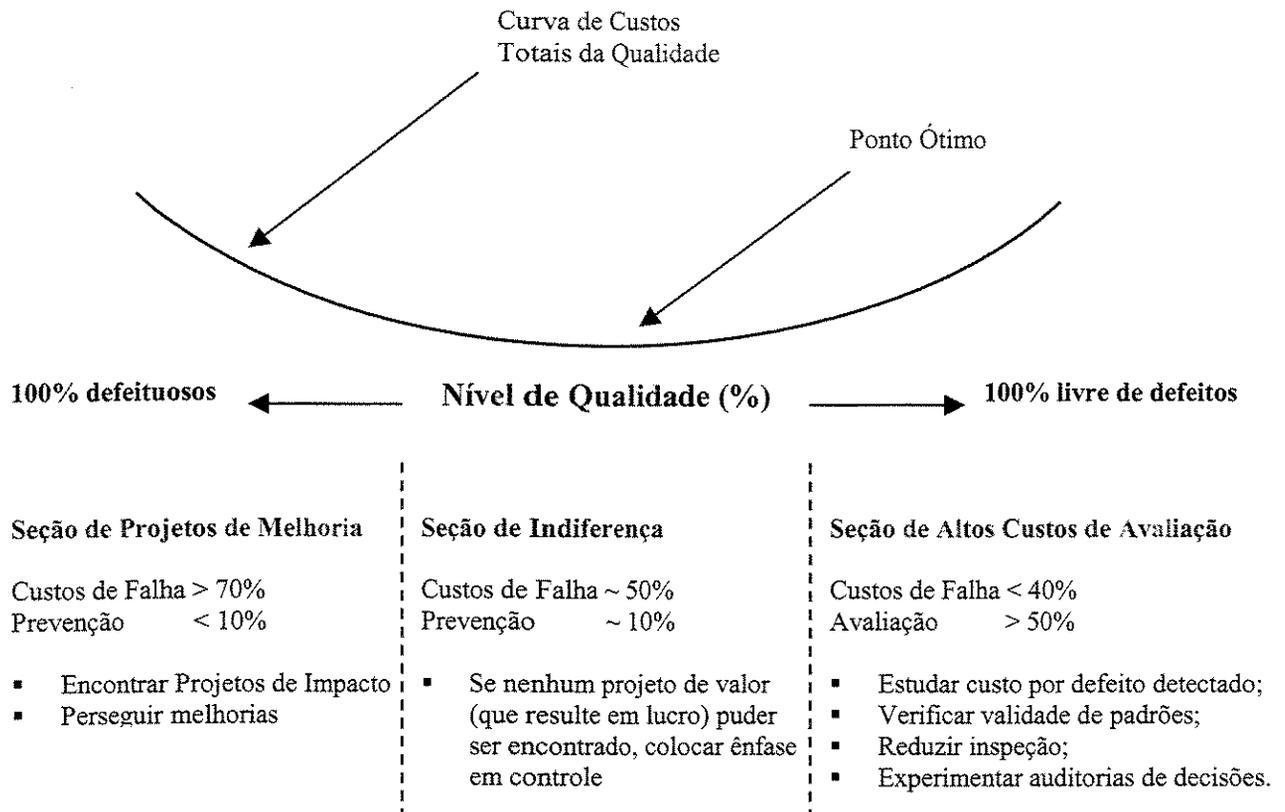


FIGURA 1.6.d - Segmento Ótimo de Modelo de Custo da Qualidade

Fonte: J. M. Juran (1988) – *Juran's Quality Control Handbook*

FATORES QUE DETERMINAM OS CUSTOS DA QUALIDADE

Conforme apresentado anteriormente, a preparação de um sumário dos custos da qualidade é essencial para complementar as análises e fornecer subsídios para investigações e priorização de projetos de melhoria. Essas investigações e análises devem conduzir à identificação dos fatores que causam os custos de falha. Em muitas situações não é tecnicamente possível definir com precisão e certeza quais são as causas das falhas, ou seus fatores determinantes, mas algumas ferramentas da qualidade podem ajudar a isolar as causas mais prováveis, ou chegar bem próximo dessa conclusão, mediante a identificação dos modos de falha que apresentam maior incidência.

Ferramentas como Análise de Pareto, Diagrama de Causa-Efeito, Cartas de Controle, FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), e outras podem ser utilizadas para

determinar os tipos de falha que mais ocorrem, identificar suas causas mais prováveis, minimizar seu efeito e mantê-las sob controle por meio de cartas estatísticas. Também podem contribuir bastante em análises com enfoque mais preventivo, principalmente na definição, minimização, eliminação e/ou controle de causas de falhas potenciais. É importante enfatizar que, como o objetivo é otimizar os custos da qualidade, deve-se dirigir as análises com base no custo das falhas, e não apenas em sua incidência⁶².

Os fatores que determinam os custos são tradicionalmente denominados *direcionadores de custos*. Dada sua importância na estimativa, bem como na análise e investigação das causas raízes dos custos, este conceito é apresentado a seguir com maior destaque.

1.7 DIRECIONADORES DE CUSTO

De acordo com Shank & Govindarajan (1993), o custo é causado, ou direcionado, por muitos fatores que se inter-relacionam de formas complexas. Compreender o comportamento dos custos requer o entendimento da complexa interação entre esses fatores, ou direcionadores. Por outro lado, na contabilidade tradicional, o custo é tratado como uma função exclusiva de um único fator causador: volume de produção. Isso significa que, para a contabilidade tradicional, quanto maior o volume de produção, maior o custo⁶³. Esse conceito ainda constitui a base de algumas análises de custo, tais como análises de custos fixos *versus* custos variáveis, custo-volume-lucro, ponto de equilíbrio (*breakeven point*), dentre outras. Entretanto, o volume de produção tem sido visto ultimamente como um fator que pouco traduz o verdadeiro comportamento dos custos.

Nagakawa (1991) esclarece essa questão ao afirmar que os sistemas baseados em volume obscureciam o custo dos produtos e dificultavam a gestão e mensuração das

⁶² Detalhes a respeito de métodos de melhoria contínua e técnicas para análise e solução de problemas são discutidos no Capítulo 2.

⁶³ Segundo Nagakawa (1991), os sistemas tradicionais de custeio baseados em volume foram desenhados para empresas que competiam no mercado mediante estratégias de redução de custos de produtos homogêneos e manufaturados em grande escala para estoques. Esses sistemas, afirma Nagakawa, apropriavam os custos indiretos com base em alguns atributos intimamente relacionados com o volume de produção, tais como horas de mão-de-obra direta, horas-máquinas, valor do material consumido, etc.

atividades de manufatura, especialmente após o aumento da diversidade de modelos e tipos de produtos manufaturados por uma mesma empresa (maior *mix* de produção). Para Nagawawa, a percepção desse fato teve origem em um novo enfoque, segundo o qual as atividades consomem recursos, e os produtos consomem atividades. Segundo Eliseu Martins (1996), direcionador é o fator que determina a ocorrência de uma atividade. Assim, conclui ele, como as atividades exigem recursos para serem realizadas, deduz-se que os verdadeiros determinantes dos custos são os direcionadores. Contudo, sob o ponto de vista técnico, nem sempre a identificação do direcionador é suficiente para disparar um projeto de melhoria, tendo em vista a redução dos custos, uma vez que esse direcionador pode representar uma causa secundária do custo, e não uma causa primária, ou causa raiz. Para que se possa trabalhar efetivamente em projetos de melhoria, torna-se essencial a determinação da causa raiz, por meio da utilização de técnicas e ferramentas para análise e solução de problemas⁶⁴.

“Riley (1987)⁶⁵ apresenta uma tentativa de criar uma ampla lista de direcionadores de custos. De acordo com Riley, essa lista é dividida em duas categorias: *direcionadores estruturais* e *direcionadores de execução*.

Os direcionadores estruturais envolvem escolhas realizadas pela empresa que direcionam o custo do produto. Estão mais correlacionados com o posicionamento estratégico da empresa. Exemplos desses direcionadores são: escala (grau de investimento em produção, pesquisa e marketing), escopo (grau de integração horizontal), experiência com o negócio, tecnologia aplicada, e complexidade do produto.

Os direcionadores de execução são aqueles relacionados com a capacidade da empresa de executar sua missão e seus processos de forma bem sucedida. Estão, portanto, mais correlacionados com a eficiência operacional da empresa. Exemplos desses indicadores são: envolvimento e participação da força de trabalho, gestão da qualidade total, grau de utilização da capacidade, eficiência das instalações, configuração do produto, ligações com os fornecedores ou clientes.

Assim, enquanto os direcionadores de execução estão diretamente relacionados com o desempenho da empresa, os direcionadores estruturais não estão. Isso

⁶⁴ Técnicas para análise e solução de problemas são apresentadas no item 2.4.

⁶⁵ Essa referência é citada por Shank & Govindarajan (1993).

significa que uma linha de produtos mais complexa não é necessariamente melhor ou pior do que uma menos complexa. Muita experiência pode ser tão ruim quanto pouca experiência em um ambiente dinâmico. Por outro lado, com relação aos direcionadores de execução, quanto melhor o desempenho, menor o custo.

A partir do exposto, conclui-se que os custos da qualidade estão muito mais correlacionados com os direcionadores de execução do que com os direcionadores estruturais” (Shank & Govindarajan, 1993).

Eliseu Martins (1996) esclarece ainda que os direcionadores de custos podem também ser classificados em dois estágios: primeiro em *direcionadores de recursos*, e segundo em *direcionadores de atividades*.

Os direcionadores de recursos identificam a maneira pela qual as atividades consomem recursos, e, portanto, devem ser utilizados para custear as atividades. Alguns exemplos desses direcionadores são: quantidade de funcionários, área ocupada, tempo de mão-de-obra, tempo de máquina, quantidade de energia, etc.

Os direcionadores de atividades identificam a maneira pela qual os produtos consomem atividades, e, dessa forma, devem ser utilizados para custear produtos. Alguns exemplos desses direcionadores são: quantidade de pedidos, quantidade de fornecedores, quantidade de recebimentos, tempo de processamento, etc. Nota-se que os direcionadores de atividades também podem ser utilizados para custear projetos, processos, clientes, tipos de falha ou defeito, etc.

Observa-se que cada atividade deve ter apenas um direcionador, mas um direcionador pode estar correlacionado a mais de uma atividade.

A Figura 1.7.a procura demonstrar de forma simplificada a aplicação dessa técnica, conhecida como ABC (*Activity Based Costing*).

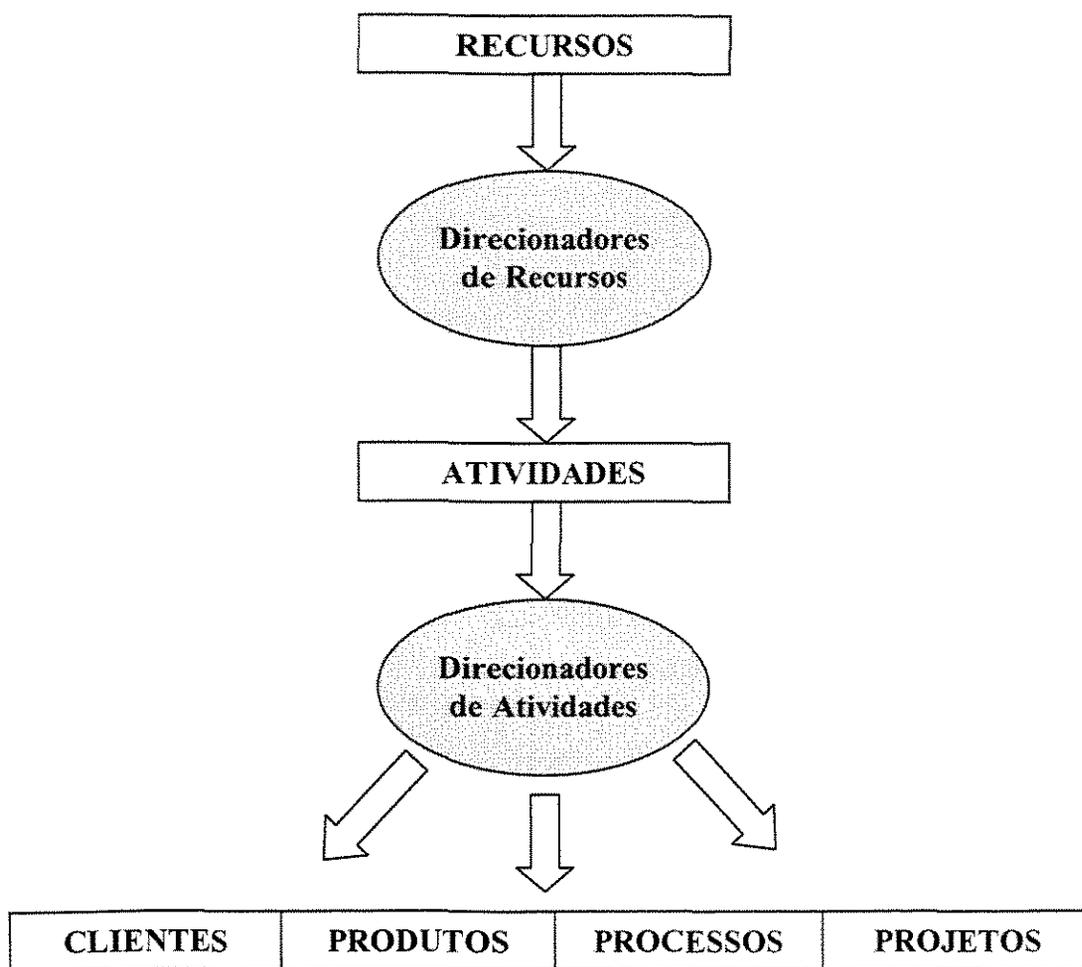


FIGURA 1.7.a - Aplicação do Conceito de Direcionadores de Custos

Fonte: Adaptação de figura extraída de *ABC - Conceitos Básicos, Técnicas de Cálculos e Metodologia de Implementação*, material didático da Fundação C. Alberto Vanzolini (1996)

Vale ressaltar que é possível utilizar o ABC (*Activity Based Costing*) para auxiliar a determinação de alguns custos da qualidade⁶⁶. Em outras palavras, afirmam Frosini & Carvalho (1995), existe uma tendência de que a técnica de custos da qualidade estime e compile perdas decorrentes da má qualidade, associadas a atividades que consomem recursos. Entretanto, na maioria dos casos, tais atividades estão relacionadas a custos indiretos ou despesas gerais e administrativas, que devem ser devidamente

⁶⁶ Para Robles (1993), a sistemática de alocação de custos por meio de direcionadores permite a acumulação dos custos da qualidade por categoria, i.e., prevenção, avaliação, falha interna e falha externa.

rateadas ou apropriadas para compor um valor preciso do custo da qualidade associado a um produto, processo, projeto, tipo de falha ou cliente específico. Para tanto, pode-se utilizar métodos tradicionais de custeio ou o método ABC, dependendo dos vários fatores envolvidos. Essa abordagem, segundo Frosini & Carvalho, pode ser feita tanto em estágios iniciais de um programa de custos da qualidade quanto em estágios mais avançados. Se a empresa tiver dados suficientes para afirmar que os custos indiretos e as despesas gerais e administrativas são significativamente altos quando oriundos da má qualidade dos seus produtos e serviços, então o método ABC é uma boa opção para complementar os custos da qualidade já em primeira fase. Caso contrário, o método ABC pode apresentar melhores resultados complementando os custos da qualidade em estágios mais avançados. Independente disso, é importante frisar que as empresas modernas, devido ao avanço das técnicas de produção e à conseqüente diminuição dos custos diretos, possuem parcelas expressivas de custos indiretos e despesas gerais e administrativas dentro de sua estrutura de produção. Essa característica, concluem Frosini & Carvalho, não só afeta os mecanismos utilizados para compor o preço final de um produto, mas também as ferramentas utilizadas para avaliação da efetividade dos sistemas de gestão da empresa.

Finalmente, outro aspecto importante dos direcionadores de custos é que eles podem ser monitorados para efeito de controle⁶⁷. Por exemplo, a partir da técnica representada pela Figura 1.7.a, pode-se dimensionar os custos de cada tipo de falha que está ocorrendo em um certo produto. Supondo que as atividades “consumidas” por cada tipo de falha são (1) reparo do produto defeituoso e (2) re-teste do produto reparado, os recursos consumidos por essas atividades serão, então, mão-de-obra e equipamento de teste. Portanto, os direcionadores de recursos serão tempo de mão-de-obra de reparo e tempo de teste. A partir da estimativa do custo dessas atividades, e da definição dos tipos de falha, deve-se determinar quais são os direcionadores de atividades. Nesse caso, o direcionador é o índice de ocorrência de cada tipo de falha. Assim, para controlar e

⁶⁷ Segundo Nagakawa (1991), mensurações de desempenho devem ser estabelecidas para melhorar a visibilidade dos direcionadores de custos. Para ele, as mensurações devem permitir ao analista o reconhecimento dos direcionadores de custos, i.e., somente a adequada compreensão e a visibilidade de tais direcionadores auxiliarão os gestores a utilizar essas informações para fins de controle.

monitorar os custos de cada falha, pode-se mensurar a incidência individual dessas falhas, o tempo médio de execução do reparo e o tempo médio de re-teste do produto.

Portanto, o índice de falhas e o tempo médio de reparo e re-teste constituem medidas não-financeiras de desempenho que têm uma correlação direta com os custos da qualidade⁶⁸. Por essa razão, a utilização de medidas não-financeiras na gestão empresarial será abordada a seguir com maior ênfase.

1.8 MEDIDAS NÃO-FINANCEIRAS DE DESEMPENHO

Shank e Govindarajan (1993) afirmam que a medição dos custos da qualidade não pode ser a única base para facilitar os esforços de melhoria. É preciso um *feedback* específico, obtido em tempo hábil, proveniente de medidas não-financeiras de qualidade. Alguns exemplos dessas medidas são: quantidade de refugo, número de unidades reparadas, incidência de paradas de máquina não programadas, quantidade de reclamações de clientes, frequência de devoluções de produto, número de falhas do produto nos testes realizados, tempo de execução de ordens de cliente, etc. Para Shank e Govindarajan, há duas vantagens nas medidas não-financeiras: (1) a maioria delas pode ser relatada em uma base de tempo quase real, e (2) as ações corretivas sobre essas medidas podem ser iniciadas quase imediatamente. Portanto, os relatórios de custos da qualidade, conforme apresentado no item 1.6, fornecem apenas um quadro geral para fins de análise e monitoramento gerencial, enquanto as medidas não-financeiras proporcionam um *feedback* atualizado e passível de ações imediatas de melhoria.

Assim, concluem Shank e Govindarajan, apenas utilizando informações financeiras, é difícil interpretar uma variação nos resultados e relacioná-la a um problema específico, uma vez que a causa dessa variação é muito difícil de ser determinada. Além disso, os números financeiros são resumidos em um nível tão agregado que se torna difícil atribuir responsabilidade individual às variações. Adicionalmente, as medidas financeiras refletem os resultados de decisões passadas, não os passos necessários para a sobrevivência no ambiente competitivo atual. Informações atualizadas são especialmente

importantes em ambientes dinâmicos, onde o processo de fabricação e a competitividade mudam rapidamente.

Nagakawa (1991), por outro lado, menciona que, sob a ótica da Gestão Estratégica de Custos, os objetivos da mensuração de desempenho são:

1. Mensurar o nível de acerto com que as atividades da empresa estão sendo executadas em comparação com as metas e objetivos determinados na fase de planejamento estratégico;
2. Oferecer adequado suporte ao processo de eliminação de desperdícios.

Portanto, a empresa necessita não só de informações financeiras, como também de informações não-financeiras para mensurar seu desempenho. Nagakawa afirma ainda que, para serem compreensíveis, tais informações devem ser consistentes, ou seja, qualquer melhoria de desempenho não-financeiro deve ser também compreensível e mensurável em termos financeiros.

Conclui-se, dessa forma, que a análise de um sistema de medidas não-financeiras resgata o direcionamento da empresa pelo desempenho de suas operações. É importante frisar, contudo, que esse sistema precisa ser bem projetado e desenvolvido, de maneira a correlacionar causas e efeitos⁶⁹.

Para que as medições sejam realizadas na prática, deve-se estabelecer primeiramente uma fórmula matemática e lógica que traduza o desempenho daquilo que se deseja avaliar em um determinado período de tempo. Por exemplo, para uma medida não-financeira referente ao índice mensal de falhas de produto nos testes de produção, a fórmula poderia corresponder à quantidade de produto que falhou no mês dividida pela quantidade de unidades testadas no mesmo período⁷⁰.

Contudo, a utilização de sistemas de controle não-financeiros não elimina a importância dos resultados financeiros. Na realidade, as empresas devem acreditar que resultados financeiros positivos decorrem da bem sucedida aplicação de controles não-financeiros. Muitos dos fatores que determinam o sucesso de uma empresa podem estar diretamente correlacionados com os direcionadores de custo, especialmente quando a

⁶⁸ O Capítulo 3 relata um caso prático de aplicação desses conceitos bastante similar ao exemplo apresentado.

⁶⁹ No caso dos custos da qualidade, é preciso que esse sistema inclua os direcionadores dos custos, conforme discutido anteriormente.

⁷⁰ O caso apresentado no Capítulo 3 retrata uma aplicação semelhante a esta.

empresa adota uma estratégia de liderança em custo. Daí a importância de se identificar os direcionadores de custo e passar a monitorá-los freqüentemente por meio de medidas não-financeiras. Vale ressaltar a utilidade de métodos e técnicas estatísticas nesse sentido, i.e., no controle e no monitoramento do desempenho dos direcionadores de custo⁷¹.

Por outro lado, a determinação do desempenho aceitável, ou das metas de melhoria, pode ter como base a curva de aprendizagem, os resultados históricos, os concorrentes, ou os referenciais de excelência⁷². A curva de aprendizagem⁷³ pode ser utilizada para projetar uma melhoria futura, com base na experiência acumulada e em probabilidades estatísticas. Os resultados históricos podem ser utilizados como ponto de partida (*baseline*) para melhorias futuras, ou seja, os resultados dos próximos períodos devem ser melhores do que o resultado do período anterior. Os concorrentes e os referenciais de excelência, por sua vez, devem estimular a empresa a definir valores agressivos para seus objetivos futuros, de forma a garantir sua liderança no aspecto em questão.

Para que os projetos de melhoria sejam determinados e executados, é fundamental estabelecer um sistema de gerenciamento e controle, com a finalidade de atribuir responsabilidades a equipes de gerentes e/ou equipes de melhoria com relação ao desempenho das medidas financeiras e não-financeiras. Essas equipes poderão ter a missão de analisar e atacar problemas específicos, de forma a garantir o desempenho esperado. Uma metodologia bastante utilizada nesse sentido é o modelo para produzir melhorias, que utiliza como princípio o ciclo de melhoria contínua PDSA (*Plan, Do, Study and Act*)⁷⁴.

Entretanto, para Shank & Govindarajan, existem algumas restrições na utilização de medidas não-financeiras.

Um dos grandes problemas vividos pelas organizações empresariais é a dificuldade de se valorizar as melhorias obtidas, ou seja, converter as melhorias em

⁷¹ Algumas técnicas estatísticas, tais como Análise de Pareto, Cartas de Controle, dentre outras, são apresentadas no Capítulo 2.

⁷² Os Critérios de Excelência do Prêmio Nacional da Qualidade 2000 definem referencial de excelência como o líder reconhecido mundialmente, no País, na região e/ou no setor, utilizado para efeito de comparação de desempenho.

⁷³ O conceito de curva de aprendizagem está correlacionado ao início de vida de um produto, quando as taxas de falha normalmente são maiores até que seja atingida a estabilização da tecnologia e dos processos de desenvolvimento e produção.

⁷⁴ Detalhes a respeito dessa metodologia são descritos no Capítulo 2.

valores financeiros. Na maioria das vezes, os gerentes não têm certeza de que seus esforços são, de fato, recompensados com melhorias nos resultados financeiros. Vale observar, contudo, que são extremamente válidas propostas como a de Robinson (1997), que demonstrou que as reduções de falha podem ser transformadas em ganho financeiro para fins de comparação com os investimentos realizados em melhoria e estimativa do retorno obtido.

Outro ponto fraco das medidas não-financeiras é que elas podem ser conflitantes entre si. Por exemplo, o departamento de produção, que é medido por resultados, pode entrar em conflito com o departamento de qualidade, que é medido por retornos de produtos entregues aos clientes. Quanto mais rigorosa a inspeção realizada pelo departamento de qualidade, melhor o filtro de defeitos, e, portanto, menor o índice de retorno de produto de cliente. Em contrapartida, uma inspeção mais rigorosa significará maiores rejeições internas, e, conseqüentemente, resultados insatisfatórios para o departamento de produção.

Além disso, um sistema de medidas não-financeiras pode fazer com que determinados gerentes otimizem seu desempenho às custas do desempenho ótimo da organização⁷⁵. Esse é o caso, por exemplo, do departamento de compras que adquire insumos baratos para reduzir o custo de matéria-prima, colocando em risco a qualidade do produto e os custos de falha na produção e no cliente.

Finalmente, uma consideração muito importante a ser feita é a necessidade de alinhamento de todas essas métricas à estratégia da empresa. Um conjunto de medidas financeiras e não-financeiras deve ser determinado de forma integrada à estratégia. Isso pode ser realizado mediante a utilização da ferramenta gerencial *Balanced Scorecard*⁷⁶, que constitui um método de compreensão e consolidação dos fatores que influenciam a receita da empresa, dentre os quais encontram-se aqueles fatores que também influenciam seus custos. Assim, o *Balanced Scorecard* pode contribuir decisivamente para o gerenciamento dos custos da qualidade por meio do monitoramento de seus direcionadores, que constituem medidas não-financeiras de desempenho. Esse enfoque deve permitir a determinação de uma correlação de causa-efeito que facilite a

⁷⁵ Essa questão pode ser resolvida mediante a adoção de métricas múltiplas de desempenho (ref. item 2.3).

⁷⁶ No item 1.3, é discutida a metodologia de *Balanced Scorecard*.

identificação da necessidade de projetos de melhoria. Por outro lado, a eficácia desses projetos deve ser refletida na melhoria do desempenho das medidas financeiras e não-financeiras que são consideradas fundamentais para o sucesso da estratégia da empresa.

1.9 SUMÁRIO

Antes de prosseguir para o próximo Capítulo, que aborda os métodos, modelos e técnicas utilizados para facilitar a produção de melhorias, é oportuno recapitular, de maneira resumida, os principais conceitos e aspectos discutidos no Capítulo 1.

Conclui-se, assim, que o objetivo básico de uma empresa é a maximização da taxa de retorno. A partir desse princípio, surge uma pergunta: como obter retorno? A resposta concentra-se na oferta de algum valor ao cliente e na obtenção de lucro.

Desse modo, é imprescindível atingir o balanceamento ideal entre custo, valor e preço. Para tanto, os diversos aspectos internos da empresa devem ser considerados, o que requer a utilização de sistema de indicadores de desempenho. O *Balanced Scorecard* pode ser uma ferramenta útil nesse sentido.

Contudo, uma vez que a empresa não está só no mercado, ela precisa desenvolver uma perspectiva estratégica que considere as cinco forças competitivas existentes, i.e., concorrentes, entrantes, substitutos, fornecedores e clientes.

As estratégias podem ter foco em diferenciação ou custo mínimo. Esses focos estratégicos possuem uma correlação direta com o triângulo custo-valor-preço, pois quanto maior a diferenciação, maior o valor e o preço que pode ser cobrado, e, quanto menor o custo, maior o lucro auferido. Entretanto, não se deve baixar o custo por meio da diminuição de valor, pois isso pode forçar uma redução no preço.

Finalmente, observa-se que os custos da qualidade constituem um instrumento de gestão para baixar custos sem afetar o valor oferecido ao cliente, que é o fator de diferenciação. Nesse sentido, deve-se buscar o ponto ótimo dos custos totais da qualidade, i.e., prevenção, avaliação, falha interna e falha externa. Um bom método para caminhar em direção ao ponto ótimo é priorizar os projetos de melhoria com base no

retorno proporcionado em redução de custos de falha. Para tanto, o enfoque inicial é a determinação, por meio da análise de Pareto, das falhas que proporcionam os maiores custos. A identificação das causas raízes dessas falhas e a determinação dos direcionadores dos custos proporcionados por elas constituem um outro aspecto importante do trabalho de melhoria. O monitoramento balanceado dos direcionadores de custos e de outras métricas não-financeiras é fundamental na orientação das ações de melhoria e na análise do desempenho empresarial, fornecendo condições para que sejam tomadas decisões mais acertadas e mais rápidas do que aquelas que seriam tomadas por meio da análise pura e simples de métricas exclusivamente financeiras.

No próximo Capítulo, serão apresentados e discutidos os modelos, os métodos e as técnicas recomendadas para produzir melhorias a partir do trabalho em equipe. A aplicação dos enfoques abordados no Capítulo 2 pode permitir a obtenção rápida de resultados bastante consistentes e sustentáveis, que proporcionem um grande avanço com relação à melhoria da qualidade, assegurando o fornecimento de maior valor ao cliente e/ou a redução de custos decorrente das falhas eliminadas ou minimizadas.

CAPÍTULO 2

Aplicação do Modelo para Produzir Melhorias e de Técnicas de Análise e Solução de Problemas por equipes multifuncionais para obter benefícios no desempenho de processos

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

Este Capítulo tem a finalidade de apresentar e discutir métodos e técnicas para desenvolver e implementar mudanças que resultem em melhorias efetivas para a empresa. Uma pergunta que surge freqüentemente é: de onde vêm as melhorias? Essa questão é exaustivamente discutida ao longo do Capítulo e tem como ponto de partida o conhecimento e a criatividade das pessoas.

Assim, entender como as pessoas obtêm conhecimento é de suma importância para o desenvolvimento de projetos de melhoria. Além disso, as pessoas têm sentimentos e emoções a respeito de como elas serão afetadas pelas mudanças. Desse modo, é crucial a abordagem de aspectos relativos à organização dos esforços de melhoria, à coleta de dados, ao aprendizado com base nas informações obtidas, ao trabalho em equipe, e ao entendimento dos sistemas de trabalho da empresa.

As melhorias não acontecem espontaneamente, pelo menos em uma base consistente. A melhoria de qualidade requer um enfoque que ajude as pessoas a aprender sobre os sistemas de trabalho em suas organizações e que produza mudanças com a finalidade de satisfazer melhor as necessidades dos clientes.

Quando abordada dentro de um contexto estratégico, conforme discutido no Capítulo 1, a produção de melhorias pode contribuir significativamente para o sucesso da empresa. Sob esse aspecto, a metodologia apresentada neste Capítulo é fortemente recomendada, uma vez que ela pode trazer melhorias de forma mais rápida, eficiente, sustentada e consistente, em substituição à desatualizada filosofia de detecção de erros e “apaga incêndio”, normalmente tão empregada no mundo empresarial.

2.1 A “ARTE DA MELHORIA”

Há mais de 200 anos, Goethe, poeta e dramaturgo alemão, sugeriu uma linha filosófica segundo a qual os seres humanos possuem dois espíritos: o lógico e o artístico. Somente na segunda metade do século 20, a explicação física desta dualidade do pensamento humano foi documentada. Foi descoberto que a metade esquerda do cérebro é a fonte do processamento lógico e a metade direita é a fonte das habilidades artísticas.

Segundo Langley *et alli* (1996), a “ciência da melhoria”⁷⁷ é baseada no processamento lógico. Contudo, para que as melhorias sejam mais efetivas, ambos os aspectos do cérebro devem ser considerados. A “arte da melhoria” é uma peça vital nesse sentido⁷⁸.

A questão, portanto, é: como ativar propositadamente o lado artístico e criativo do ser humano? Uma técnica muito utilizada em trabalhos em equipe é o *brainstorming* (“tempestade cerebral”). Por meio dessa técnica, uma ou mais pessoas lideram e facilitam a livre expressão de idéias por todos os integrantes da equipe durante uma sessão especialmente programada para este fim. Um tema central é escolhido e as pessoas liberam suas idéias, por mais absurdas que pareçam. Nenhuma idéia pode ser desprezada. No final da sessão, as idéias são discutidas uma a uma, até que a equipe atinja um consenso com relação àquelas idéias que demonstram ser mais viáveis e que aparentemente produzirão os melhores efeitos. Por fim, essas idéias são selecionadas para um estudo mais aprofundado pela equipe a ser realizado posteriormente.

Uma outra questão que surge envolve a utilização de equipes de pessoas em trabalhos que visam o desenvolvimento de mudanças. Segundo Teegarden (1995), equipes multifuncionais de solução de problemas são o elemento chave em programas de melhoria da qualidade. Para ele, é impossível trabalhar em problemas complexos e crônicos e chegar a soluções permanentes sem a utilização de equipes, uma vez que grupos de pessoas desenvolvem melhores soluções do que indivíduos isolados. Além disso, as equipes são mais eficazes na geração de opções e na exploração de vantagens e desvantagens de possíveis alternativas. Teegarden cita um estudo realizado por três

⁷⁷ O item 2.2 descreve com mais detalhes o enfoque da “Ciência da Melhoria”.

psicólogos, E.J.Hall, J.S.Mputon, e R.Blake, com o objetivo de determinar a razão pela qual grupos de pessoas atingem soluções qualitativamente superiores do que indivíduos isolados. O resultado mostra que, em um grupo de trabalho, o conjunto de julgamentos pessoais melhora a chance de sucesso por causa da anulação de erros individuais. Mais importante, eles mostraram que, em uma equipe de pessoas, há encorajamento de uma avaliação objetiva, i.e., a decisão conjunta representa mais do que uma simples combinação de contribuições individuais ou uma reflexão do esforço do melhor integrante do grupo. Segundo Deming, não há nada que substitua o trabalho em equipe e bons líderes de pessoas para atingir uma consistência nos esforços juntamente com o acúmulo de conhecimento.

As equipes são, portanto, mais eficientes e eficazes na criação de idéias que produzem mudanças e melhoram um sistema ou processo. As idéias, por sua vez, podem ser resultantes de processos comuns de pensamento (ref. figura 2.1.a) ou de processos incomuns de pensamento (ref. figura 2.1.b). Um importante impulso para a criatividade é freqüentemente produzido ao reconhecer e utilizar diferentes modos de pensamento. Esse enfoque é especialmente útil em trabalhos em equipe. Para Langley *et alli* (1996), os três modos de pensamento que geralmente estão presentes num processo de desenvolvimento de mudanças são:

- *Pensamento criativo*, que resulta em novas idéias e possibilidades;
- *Pensamento positivo lógico*, que se preocupa em como fazer a nova idéia funcionar;
- *Pensamento negativo (crítico) lógico*, que é focado em encontrar erros lógicos na nova idéia.

É recomendável que a equipe que está desenvolvendo as mudanças concentre-se em um tipo de pensamento por vez.

De Bono (1992) propõe um método para aplicação prática deste conceito. Esse método sugere a utilização de seis chapéus imaginários pela equipe que está desenvolvendo uma mudança. Cada um desses chapéus deve ter uma cor diferente, representando um diferente tipo de pensamento. Ao colocar um dos chapéus, a equipe

⁷⁸ Conforme mencionado no item 2.2, melhorias requerem mudanças. As mudanças, por sua vez, implicam em inovação e criatividade, que são resultantes das habilidades artísticas dos seres humanos.

deve operar exclusivamente no modo de pensamento representado pela cor em utilização naquele momento. São seis as colorações de chapéu, e, portanto, as linhas de pensamento, propostas por De Bono:

- *Branca*: ao utilizar este chapéu, a equipe deve ter preocupação exclusiva com a obtenção de informações e dados. Algumas perguntas que surgem: “temos os dados corretos?” ou “o que sabemos a respeito desse assunto?”;
- *Vermelha*: esta cor representa sentimentos e emoções. Normalmente, sentimentos e emoções são excluídos de uma discussão porque não representam fatos ou lógica. O método de De Bono permite um lugar para eles na exploração de um assunto. Algumas posturas pessoais típicas desse “chapéu” são: “o que vocês sentem a respeito desse projeto?” ou “digam-se apenas o que vocês sentem”;
- *Preta*: o chapéu de cor preta sugere cautela. Ao utilizá-lo, a equipe deve interromper pensamentos ilegais, errados ou danosos. Essa cor sinaliza perigo, dificuldades e problemas, evitando que a equipe gere idéias irrealistas, que poderiam causar um grande desastre. Algumas perguntas típicas referentes a esse chapéu são: “o que poderia dar errado?” ou “quais são as dificuldades?”
- *Amarela*: ao utilizar esta cor, a equipe deve ser otimista, e avaliar os benefícios das idéias geradas. O chapéu amarelo se preocupa em viabilizar a idéia. Assim, perguntas típicas são: “como podemos fazer isso funcionar?” ou “quais são os benefícios desta sugestão?”;
- *Verde*: este chapéu representa criatividade. A equipe deve abrir espaço para liberar esforços criativos. Não se pode forçar as pessoas a ter idéias criativas, mas é possível fazer uma pausa para iniciar um esforço criativo. Exemplos de argumentos são: “nós precisamos tornar isso mais atraente; vamos desenvolver novas idéias” ou “não estou contente com essas alternativas; precisamos de outras idéias”;
- *Azul*: Esta cor denota controle do processo. Ao utilizar este chapéu, a equipe deverá pensar no próprio processo de geração de idéias, i.e., no

planejamento da seqüência de pensamento. Perguntas típicas incluem: “por onde devemos começar?” ou “vamos rever nosso plano?”.

Assim, esse método poder ser utilizado por apenas um indivíduo ou por equipes de pessoas que estão trabalhando no desenvolvimento de mudanças, e dessa forma, precisam criar idéias, muitas vezes, inovadoras. A seqüência de utilização dos chapéus varia de acordo com a situação. Não há, portanto, uma seqüência estabelecida como a mais correta e recomendada.

Conclui-se, dessa forma, que métodos para melhorar o pensamento criativo são fundamentados em processos incomuns de pensamento. Sem um novo padrão de pensamento, uma quantidade limitada de mudanças será produzida. A provocação de novas formas de pensar traz uma variedade sem limites de mudanças que podem resultar em melhorias consideráveis. Langley *et alli* (1996) cita alguns exemplos desses métodos:

- *Limitar o tempo:* é o método mais simples. Consiste em estabelecer um prazo de apenas alguns minutos para que uma idéia criativa apareça;
- *Estar no lugar certo na hora certa:* gastar tempo observando o sistema ou exercendo o papel de cliente desse sistema pode permitir a uma pessoa estar no lugar certo quando ocorrerem eventos provocadores de novas idéias;
- *Desafiar as fronteiras dentro das quais as mudanças podem ser desenvolvidas:* as pessoas criam barreiras para desenvolver mudanças ao estabelecer fronteiras explícitas ou implícitas. Para serem desafiadas, as fronteiras devem ser primeiramente listadas. A partir desse ponto, deve-se testar a eliminação ou expansão de cada uma das fronteiras. No decorrer desse processo, novas idéias deverão surgir.
- *Atacar as soluções comuns:* Muitas vezes as mudanças sugeridas são as mesmas de sempre, e são o resultado de padrões comuns de pensamento (ref. figura 2.1.a). Uma boa sugestão é fazer uma relação das mudanças sugeridas, identificar suas semelhanças, e atacar ou desafiar os temas comuns que impedem novas idéias;
- *Usar metas não realistas:* quando o processo em curso demonstra claramente não ser adequado para atingir as metas, pode-se estabelecer

metas não realistas e questionar as pessoas com relação ao que é necessário para que essas novas metas sejam atingidas. Esse método força as pessoas a abandonar o padrão comum de pensamento;

- *Colocar foco na necessidade:* para qualquer serviço ou produto em particular, deve-se identificar quais são as necessidades que devem ser atendidas. Em seguida, deve-se descartar os atuais serviços ou produtos como opção. Várias formas de atender a essas necessidades surgirão, o que poderá dar origem a novos serviços ou produtos.

Vale ressaltar, no entanto, que nenhum dos dois enfoques, ciência ou arte, é mais importante do que o outro nos esforços de desenvolvimento de mudanças. Na realidade, o que conduz à melhoria contínua, rápida e sustentada, é a integração da ciência com a arte, ou do pensamento lógico com o pensamento artístico. No item seguinte, é apresentado o tema “ciência da melhoria”, que aborda a lógica do processo de produção de mudanças que buscam o aperfeiçoamento de uma situação vigente.

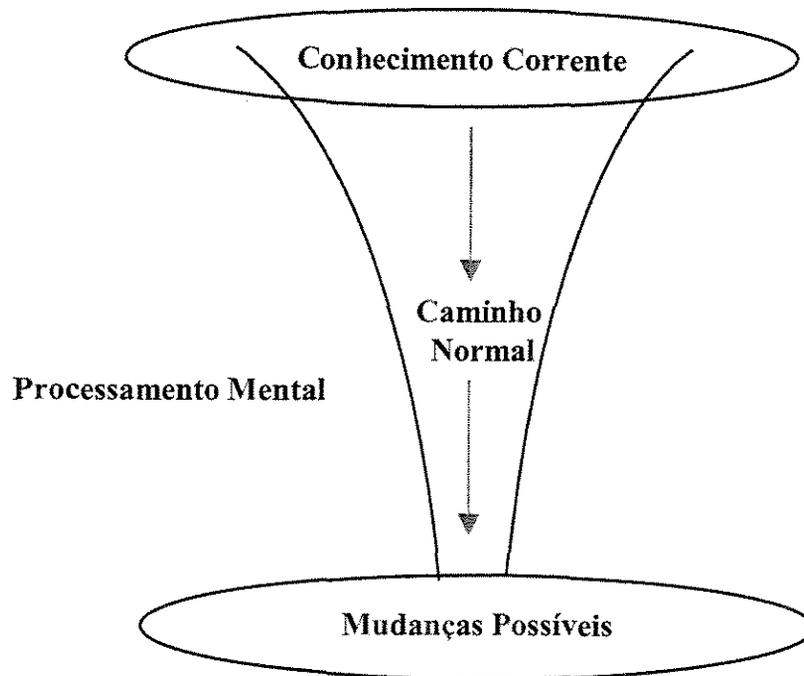


FIGURA 2.1.a – Processo comum de pensamento
 Fonte: Langley *et alli* (1996) *The Improvement Guide*, USA

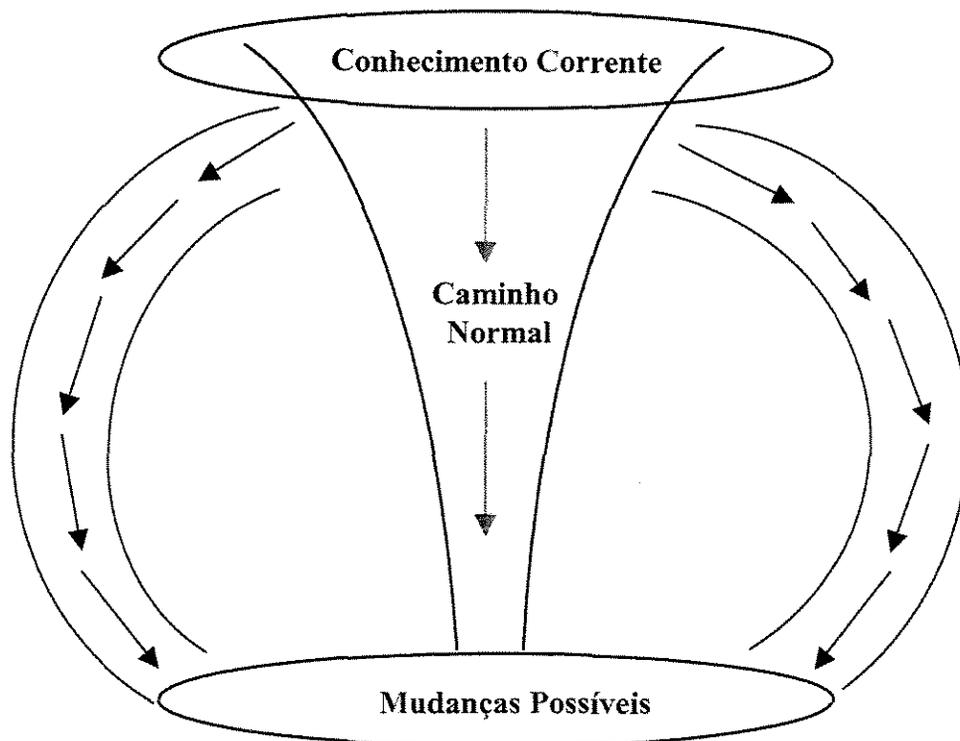


FIGURA 2.1.b – Processos incomuns de pensamento / provocação de novos padrões de pensamento
 Fonte: Adaptação de figura extraída de Langley *et alli* (1996) *The Improvement Guide*, USA

2.2 A “CIÊNCIA DA MELHORIA”

A produção de melhorias requer, obviamente, um conhecimento relevante do problema em particular que se deseja solucionar, i.e., de engenharia, finanças, medicina, ou simplesmente do processo em análise. Por outro lado, para Juran (1988), “melhoria” pode ser entendida como a obtenção de um nível de desempenho superior a qualquer patamar anteriormente atingido. Segundo ele, esta superioridade pode ser atingida a partir do conceito de ruptura (*breakthrough*) aplicado a problemas de qualidade, i.e., a partir da criação de uma nova realidade. Assim, a “ciência da melhoria” concentra-se na forma como o conhecimento de um assunto específico é aplicado em diversas situações para produzir melhoria.

Deming fez uma importante contribuição à “ciência da melhoria” ao reconhecer os elementos do conhecimento que permeiam melhorias em um amplo campo de aplicações. Ele denominou estes elementos como “Sistema de Profundo Conhecimento”. “Profundo” denota a intensidade com que esse conhecimento é aplicado para gerar melhorias em uma variedade de situações. “Sistema” denota a ênfase na interação dos elementos, ou componentes, ao invés da ênfase nos elementos propriamente ditos. Segundo Deming, estes elementos são⁷⁹:

- *Apreciação do sistema*: uma vez que os produtos e serviços resultam de um sistema de interações complexas entre pessoas, procedimentos e equipamentos, é vital compreender as propriedades de tais sistemas, o que aumenta o grau de precisão das predições sobre os impactos em todo o sistema decorrentes de eventuais mudanças ou alterações;
- *Compreensão da variação*: sistemas exibem variações constantes. Assim, todas as decisões sempre são baseadas na interpretação dessas variações. A habilidade para realizar interpretações é imprescindível para a produção de melhorias;

⁷⁹ Juran (1988) deixa esses mesmos conceitos muitas vezes implícitos em sua abordagem sobre melhoria da qualidade. Contudo, sua ênfase parece ser mais forte nos projetos de melhoria propriamente ditos e nas técnicas que podem ser utilizadas para analisar problemas, desenvolver soluções, realizar testes, formular teorias, prever resultados, e implementar mudanças. De qualquer maneira, há fortes indícios de que existe um alinhamento de conceitos entre as duas linhas de pensamento, i.e., Deming e Juran.

- *Teoria do conhecimento*: no contexto de “melhoria”, uma alteração é uma predição, i.e., se a alteração for realizada, uma melhoria será obtida. Um plano deve ser desenvolvido a partir desta predição. Quanto maior o conhecimento do sistema, melhor será a predição a respeito dele, e maior a probabilidade de que uma alteração resultará em melhoria. Comparar as predições com os resultados é uma fonte importante de aprendizado. A construção de conhecimento a partir da implementação de alterações e da observação e medição de seus resultados é o fundamento da “ciência da melhoria”;
- *Psicologia*: o conhecimento de psicologia ajuda a entender as pessoas e como elas interagem entre si e com o sistema. Ajuda a prever como as pessoas reagirão a mudanças específicas, por que elas resistem às mudanças, e como superar essa resistência.

De fato, melhorias podem ser obtidas por meio de ações determinadas a partir do desenvolvimento, teste e implementação de alterações e mudanças em processos, conforme descrevem Langley *et alli* (1996)⁸⁰:

- *Desenvolvendo uma mudança*

A cultura tradicional de introduzir mudanças em processos é bem intencionada, mas não é bem direcionada. Normalmente, procura-se realizar alterações em resposta a problemas, o que acaba resultando em mudanças irreais, ou seja, nas mesmas mudanças que nunca surtiram o efeito esperado (mais pessoas, mais recursos, mais tempo, mais equipamentos, etc.). O lema “se não quebrar, não conserte” é o que impera em muitas organizações, evidenciando uma cultura extremamente reativa, com baixo grau de prevenção. Um outro aspecto normalmente identificado é a busca pela mudança perfeita, o que inibe mudanças reais. Desde que efeitos colaterais imprevistos e objeções às mudanças são sempre possíveis, a busca pela perfeição pode nunca terminar. Assim, um

⁸⁰ Vale ressaltar que, antes de iniciar o desenvolvimento de mudanças, é preciso, primeiramente, entender e estudar cuidadosamente o problema, i.e., deve-se entender suas causas, avaliar o desempenho atual, compreender qual é o nível de desempenho requerido, desenvolver critérios para mensuração dos resultados a serem obtidos com as mudanças, etc.

resultado desse enfoque pode ser a realização de mudanças muito amplas com base apenas no planejamento e não nos testes das mudanças propostas. Um outro resultado possível é a redução da magnitude da mudança devido ao receio de efeitos colaterais imprevistos. Existem métodos alternativos melhores e mais sistemáticos para desenvolver mudanças, tais como:

1. A partir do exame do sistema corrente, utilizando quadros, fluxogramas, diagramas, dados de desempenho, informações de aprendizado acumulado e entendimento comum, etc., de forma a facilitar a identificação de oportunidades de mudanças (reprojeto do sistema); ou
2. Por meio da invenção ou criação de uma nova idéia, sem recorrer ao processo atual (desenho de um novo sistema).

- *Testando uma mudança*

Mudanças podem não funcionar, i.e., podem não surtir o efeito esperado. O que parece uma melhoria no papel pode não se concretizar na prática. Por outro lado, devido a atrasos naturais nos tempos de resposta dos sistemas, os efeitos de uma mudança podem parecer positivos a princípio, mas conseqüências negativas podem aparecer posteriormente. Um método mais apropriado nesse aspecto requer tentativa (teste) e aprendizado. Isto significa que, antes de realizar mudanças em sistemas, é necessário desenvolvê-las, testá-las em pequena escala para minimizar riscos, e observar como o sistema reage ao longo do tempo. Seguindo esse enfoque, a mudança pode estar correta da forma como foi concebida, pode precisar de um aperfeiçoamento, ou até mesmo pode ser descartada. Qualquer que seja o resultado, alguma coisa será aprendida, e a próxima tentativa (teste) terá mais informação do que a anterior. Assim, o ciclo de aprendizado é o fator crítico para organizações que desejam perseguir melhorias em seus sistemas e processos. Técnicas para análise e solução de problemas⁸¹ são imprescindíveis para desenvolver testes, avaliar o

⁸¹ Essas técnicas são apresentadas no item 2.4

desempenho resultante do sistema, e apoiar o aprendizado. Algumas pessoas temem que a ênfase nos testes pode tornar o progresso lento e aumentar a resistência das pessoas, caso os resultados dos testes não sejam tão positivos quanto o esperado. Nesse sentido, é importante destacar o aprendizado que pode ser obtido em decorrência dos resultados dos testes, o que proporcionará conhecimento suficiente para que uma nova tentativa seja realizada com mais chances de sucesso. O conhecimento acumulado por meio dos testes permitirá que sejam realizadas previsões de resultados com maior probabilidade de acerto. Segundo Deming, uma afirmação que não contém previsão e explicação dos eventos passados não é “conhecimento”. Por essa razão, os testes não devem apoiar decisões direcionadas à manutenção do sistema da forma como está, mas devem sim promover mudanças e melhorias contínuas no sistema.

- *Implementando uma mudança*

No entanto, a simples demonstração, mediante testes, de que uma mudança resulta em melhoria não é suficiente. Para tanto, a mudança deve ser totalmente integrada ao sistema. Isso requer planejamento e, geralmente, um aprendizado adicional. Não se deve assumir que a implementação de uma mudança pode ser realizada apenas com base em planejamento e execução. As pessoas que não participaram do desenvolvimento da mudança devem aceitá-la e ajudar a sustentá-la. Deve ser obtido um balanço entre ditar a mudança e atrasar seu progresso até que um consenso completo seja atingido. Algumas pessoas resistirão a qualquer mudança. É difícil saber se as objeções são razoáveis e justificam alguns ajustes específicos nas mudanças propostas, ou se as objeções são meramente emocionais e o processo de implementação das mudanças deve ser revisto.

Assim, de acordo com Deming, a experiência sem o auxílio da teoria nada ensina sobre o que fazer para melhorar a qualidade e a competitividade empresarial, nem como fazê-lo. Esperanças, sem o suporte de um método que permita realizá-las,

permanecerão eternamente meras esperanças. Este é o enfoque do próximo item, que descreve o modelo para produzir melhorias, proposto por Langley *et alli* (1996), que utiliza como referência metodológica os princípios da “ciência da melhoria”.

2.3 O MODELO PARA PRODUZIR MELHORIAS

A utilização do método de “tentativa e erro” implica em fazer uma mudança e verificar se alguém se queixa a respeito dela, ou se alguma coisa deixa de funcionar normalmente em decorrência dessa mudança. No entanto, esse enfoque é muito criticado por produzir soluções sem que sejam realizados estudos suficientes antes e após as tentativas. Por outro lado, um estudo extensivo antes da execução de mudanças ou da realização de tentativas pode conduzir à paralisação dos trabalhos.

Para que seja possível tirar o melhor proveito desses dois extremos, três questões fundamentais são sugeridas por Langley *et alli* (1996):

1. O quê se deseja realizar?
2. Como saber se uma mudança produzirá melhoria?
3. Quais mudanças poderão ser feitas e que resultarão em melhoria?

Essas questões fornecem uma estrutura para o balanceamento entre os dois enfoques anteriores, i.e., arte e ciência da melhoria. Segundo os autores, a utilização dessas questões permite às pessoas transformar seus pensamentos e idéias em mudanças bem sucedidas.

Dessa forma, seguindo a linha de pensamento de Deming, quanto mais apropriado o conhecimento sobre determinada situação, mais significativas serão as melhorias obtidas com a aplicação desse conhecimento no desenvolvimento e implementação de mudanças.

Wheeler (1993), por outro lado, cita uma afirmação de Daniel Boorstin que correlaciona informação e conhecimento, segundo a qual “informação é aleatória e diversificada, mas conhecimento é ordenado e cumulativo”. Wheeler conclui dizendo que, antes da informação ser útil, ela deve ser analisada, interpretada e assimilada.

A API (*Associates in Process Improvement*, 1997) acrescenta afirmando que de grande utilidade entender a situação corrente antes de iniciar o desenvolvimento de mudanças, e ressalta que é importante documentar o conhecimento atual para depois proceder com os ciclos de melhoria.

Portanto, considerando todos esses aspectos, tem-se a base para a produção de melhorias. As respostas às três questões fundamentais utilizam esses princípios sugerindo o acúmulo e a utilização de conhecimento para entender a situação corrente e as necessidades de mudanças, e, a partir desse entendimento, desenvolver essas mudanças, testá-las e implementá-las mediante a obtenção e re-aplicação do aprendizado, de forma a produzir melhorias estruturadas e sustentadas⁸². Assim, Langley *et alli* (1996) fornecem algumas orientações para facilitar as respostas a essas questões. Essas orientações são apresentadas e interpretadas a seguir:

1. *O quê se deseja realizar?*

Essa questão deve ser respondida com a finalidade de guiar e manter o foco dos trabalhos no esforço de melhoria. Assim, suas principais finalidades são definir a “missão”⁸³ do projeto de melhoria e fornecer

⁸² Juran (1988) propõe uma sistemática similar (embora isso não esteja explícito em seu *Quality Control Handbook*). Ele relaciona algumas etapas consideradas cruciais para a obtenção de melhorias em qualidade:

1. *Conceito do projeto de melhoria*, i.e., definição clara do problema e análise completa da situação corrente mediante a utilização de técnicas estatísticas apropriadas, tais como Análise de Pareto (ref. item 2.4), para apoiar a definição do foco principal dos esforços (prioridades) e a nomeação oficial da equipe de projeto;
2. *Diagnóstico* para identificar as origens e as causas dos problemas. A coleta de dados e sua organização racional são pontos-chaves nessa etapa;
3. *Formulação de teorias* a respeito das origens e causas dos problemas, tendo como base o resultado de análises realizadas a partir de ferramentas e técnicas apropriadas, tais como diagramas de causa-efeito (ref. item 2.4), dentre outras;
4. *Teste de teorias* com o objetivo de verificar sua validade. Análise de métricas, avaliação do fluxo do processo, verificação da capacidade do processo (ref. item 2.4), dentre outras técnicas, podem ser aplicadas para facilitar os estudos de validação das teorias. A provocação de erros conscientes também pode ajudar na comprovação das hipóteses;
5. *Desenvolvimento de soluções* para atacar as causas responsáveis pela maior parte dos problemas e enfraquecer as origens dos problemas mais críticos;
6. *Comprovação da eficácia e eficiência da solução* por meio de avaliações que simulam as condições reais de operação;
7. *Combate da resistência à mudança* com o objetivo de facilitar a implementação da solução;
8. *Controle do processo* para garantir a manutenção dos benefícios obtidos.

⁸³ Segundo a API (*Associates in Process Improvement*, 1997), a documentação do conhecimento corrente deve apoiar a resposta à primeira questão. Para tanto, é preciso, em primeiro lugar, listar os processos relacionados à missão do projeto. O próximo passo é escolher um processo inicial para estudo e descrevê-lo utilizando técnicas específicas, tais como fluxograma, ou diagrama de fluxo (ref. Item 2.4). Os passos seguintes devem identificar as características do processo, os requisitos dos clientes, o desempenho atual, dentre outras informações.

algumas “diretrizes” para a condução dos trabalhos. A utilização de informações, especialmente aquelas correlacionadas com o que os clientes acham importante, normalmente é útil para garantir o correto direcionamento dos esforços. Uma regra geral é manter a resposta a essa questão curta e concisa, para assegurar maior objetividade. Langley *et alli* (1996) consideram os seguintes aspectos que contribuem para o desenvolvimento da missão⁸⁴ e das diretrizes⁸⁵ do projeto de melhoria: (1) sugestões de medidas de desempenho, (2) aspectos do sistema que devem receber maior foco no início do projeto, (3) fronteiras dentre as quais as mudanças devem ser desenvolvidas, e (4) recomendações de possíveis mudanças. Para esses autores, dois problemas surgem ao se estabelecer os objetivos de um projeto de melhoria:

- A utilização de metas numéricas

Vários são os abusos associados ao estabelecimento de metas numéricas, tais como falsificação de gráficos, punições de pessoas por não terem atingido metas impossíveis, e obtenção de bons resultados em uma área em prejuízo de outras. Entretanto, esses possíveis problemas não devem excluir dos projetos de melhoria o uso de metas numéricas, que podem certamente ser utilizadas de uma forma benéfica. As metas numéricas são convenientes para comunicar expectativas e, além disso, fornecer uma dimensão do suporte e do investimento necessário. Entretanto, deve-se tomar cuidado para que não se estabeleça uma expectativa maior do que aquilo que é possível ser atingido. Segundo os autores, a definição de metas numéricas e a determinação de direções para atingi-las devem considerar o seguinte:

⁸⁴ Para a API (*Associates in Process Improvement*, 1997), a definição da missão de uma equipe pode ser útil nos seguintes aspectos:

- Seleção das pessoas que participarão da equipe e atribuição de poder para que elas possam realizar mudanças;
- Minimização de desvios com relação à finalidade original do projeto;
- Auxílio na escolha de processos ou produtos a serem estudados.

⁸⁵ A figura 3.4.a apresenta um modelo de “Carta de Comissionamento de Equipe de Melhoria”, onde devem ser formalizadas a missão do projeto, algumas diretrizes, metas de melhoria e métricas que serão utilizadas como referência pela equipe. Este modelo é utilizado pela empresa que é objeto do estudo de caso apresentado no Capítulo 3.

- Observar outras organizações que atingiram metas similares⁸⁶;
- Fornecer alguns conceitos básicos ou idéias que, se executados, podem conduzir os resultados à meta desejada;
- Mostrar as falhas do sistema e calcular os resultados que seriam obtidos caso as falhas fossem eliminadas⁸⁷;
- Utilizar técnicas estatísticas adequadas para estabelecer as metas. Para tanto, deve-se primeiro estabilizar o processo, eliminando as causas especiais⁸⁸ de variação, para depois estabelecer uma meta com base na implementação de mudanças apropriadas.

- A remoção do sistema atual como uma alternativa

A decisão que normalmente predomina quando uma determinada mudança não pode ser desenvolvida na prática, é a permanência do sistema atual, mesmo que a mudança proposta possa vir a resultar em melhorias. Isso conforta a equipe de trabalho, mas inibe a produção das melhorias. Langley *et alli* (1996) afirmam ainda que é possível fazer uso da missão e das diretrizes do projeto para evitar essa atitude. Isso pode ser conseguido mediante:

- Uma declaração de que a permanência do processo atual inviabilizará o sistema;
- A determinação de uma meta que não possa ser atingida apenas com pequenas mudanças no sistema atual;
- A sugestão de algumas idéias de mudança a serem avaliadas, caso não surjam alternativas melhores;

⁸⁶ Métodos como o *Benchmarking* (ref. item, 2.4) podem ajudar nesse sentido.

⁸⁷ Robinson (1997) apresenta um enfoque bastante similar. Ele estima os custos associados a falhas de processo e o retorno financeiro esperado com a correção de cada uma dessas falhas para priorizar os problemas a serem atacados (ref. Item 1.6), e aplica o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check and Act*), de Shewhart, para direcionar o desenvolvimento de soluções. O Capítulo 3 detalha uma aplicação prática deste conceito, segundo a qual é estimado o retorno financeiro esperado com a redução de falhas de manufatura a partir de metas estabelecidas. Essa mesma aplicação é descrita por Simões, Bacic & Souza (1998).

⁸⁸ O conceito de causas especiais é abordado na descrição da técnica de Cartas de Controle (ref. item 2.4).

- A previsão de conseqüências lógicas decorrentes da não implementação de melhorias, tais como concessão de descontos no produto ou serviço oferecido a clientes, o que trará perda de receita.

2. *Como saber se uma mudança produzirá melhoria?*

Para responder a essa questão, devem ser definidas métricas de desempenho que estão correlacionadas com as mudanças a serem testadas ou implementadas. Se for realizada uma mudança e essas métricas demonstrarem resultados melhores ao longo do tempo, pode-se supor que a mudança causou uma melhoria⁸⁹. Assim, a disponibilidade dos dados para avaliar os impactos das mudanças facilitará em muito o aprendizado. É importante frisar que a escolha das métricas corretas é uma etapa crítica, pois é necessário avaliar todos os impactos no sistema decorrentes da mudança realizada, inclusive os efeitos colaterais gerados por essa mudança⁹⁰. Para Langley *et alli* (1996), a determinação e a seleção de métricas⁹¹ deve considerar os seguintes aspectos⁹²:

- Assegurar-se de que os interesses do cliente do produto, processo ou sistema estão fortemente representados pelas métricas;
- Em muitos casos, os dados necessários para medir o impacto de uma mudança não estão disponíveis. Nesses casos, é recomendado que

⁸⁹ É importante observar que o fator chave para análise do comportamento das métricas é a variabilidade. É preciso verificar se o resultado aferido é decorrente da variabilidade natural da métrica em questão ou de uma mudança em seu comportamento causada por uma alteração significativa no processo. O conceito de Cartas de Controle (método estatístico desenvolvido por Walter Shewhart e apresentado no item 2.4) pode ser amplamente utilizado para apoiar essas análises.

⁹⁰ Uma ferramenta bastante aplicada nessas situações são as Cartas de Controle, que podem ser úteis na análise dos efeitos causados por uma determinada mudança. Wheeler (1993) descreve um enfoque bastante apropriado para ouvir a “voz do processo”. Ele defende a utilização de Cartas de Controle na análise de quaisquer dados inseridos em uma série temporal, ou *Run Chart*, sejam eles referentes a processos de manufatura, déficit comercial do país, ou custos de frete em uma empresa qualquer.

⁹¹ Essas métricas podem ser financeiras ou não-financeiras. O item 1.8 aborda a questão das medidas não-financeiras de desempenho, e discute algumas de suas vantagens e desvantagens no direcionamento de esforços de melhoria.

⁹² A API (*Associates in Process Improvement*, 1996) complementa afirmando que a família de medidas de um sistema deve ter dois papéis: (1) servir como indicador do desempenho atual, e (2) ajudar a prever como será a performance desse sistema no futuro. Olhando como um todo, as medidas devem ajudar a predizer a direção futura da organização. É responsabilidade dos líderes da empresa planejar e gerenciar esforços de melhoria e operar o sistema para aperfeiçoar, inclusive, a própria família de métricas.

sejam selecionadas métricas intermediárias⁹³ correlacionadas às métricas que realmente se deseja avaliar. Esse conceito pode ser aplicado mesmo quando se deseja trabalhar com projetos de melhoria que têm enfoque em sistemas complexos⁹⁴. Assim, métricas intermediárias são parte da hierarquia de medição e apresentam uma correlação de causa-efeito com aquelas métricas que são de real interesse. Observa-se, contudo, que essa classificação de métricas não é uma regra geral. Outras classificações podem ser atribuídas, dependendo da complexidade do sistema, da organização, ou dos processos.

- A seleção de um conjunto de métricas múltiplas é quase sempre necessária, uma vez que é fundamental obter um balanço entre interesses concorrentes e assegurar que o sistema como um todo será avaliado, sem prejuízo de áreas importantes em favor de outras⁹⁵. Contudo, deve-se selecionar uma quantidade gerenciável de métricas, e não necessariamente perfeita.

3. *Quais mudanças poderão ser feitas e que resultarão em melhoria?*

A resposta a essa questão requer o desenvolvimento de possíveis mudanças. Testes devem ser realizados para avaliar o impacto da mudança e analisar diferentes alternativas. O principal objetivo desses

⁹³ Os níveis das métricas podem ser divididos em (Langley *et al.*, 1996):

- Métricas Globais: são as métricas de um grande sistema em estudo e geralmente estão correlacionadas com o objetivo do projeto de melhoria. Quase sempre estão fortemente atreladas à estratégia da organização, e fazem parte da hierarquia das métricas do *Balanced Scorecard* (ref. item 1.3);
- Métricas Intermediárias: estão diretamente correlacionadas à métrica global. Entretanto, as melhorias obtidas nesse nível normalmente não são suficientes para garantir o cumprimento do objetivo maior do projeto. Podem ser entendidas como “indicadores de progresso”;
- Medidas de Processo: dizem respeito ao desempenho de um determinado processo (ref. item 2.4), ou de suas etapas críticas. Em grandes sistemas, as métricas globais e intermediárias normalmente requerem a execução de vários ciclos PDSA (ref. figura 2.3.c). Essas medidas, geralmente associadas a ciclos específicos, são utilizadas para determinar se o ciclo em questão foi conduzido de acordo com o planejamento inicial.

⁹⁴ Nesses casos, é possível que as métricas do *Balanced Scorecard* (ref. item 1.3) sejam direta ou indiretamente envolvidas.

⁹⁵ No item 1.8, é feita uma ressalva quanto à utilização de medidas não-financeiras de desempenho, que podem estimular um certo individualismo departamental na gestão de performance em prejuízo do todo. A adoção de métricas múltiplas pode ser uma solução interessante para essa questão, desde que não haja um exagero na quantidade de métricas definidas.

testes é aumentar a habilidade de prever o impacto que uma ou mais mudanças causariam no sistema se fossem implementadas. As previsões devem ter como referência uma hipótese ou teoria⁹⁶ previamente estabelecidas. Os planos para a execução dos testes devem identificar quem fará o quê, quando e onde⁹⁷.

Observa-se, portanto, que as três questões apresentadas fornecem um guia para garantir maior enfoque no conceito de “tentativa e aprendizado”. A palavra “tentativa” sugere que uma mudança seja testada, utilizando como referência uma hipótese, ou teoria, previamente formulada, e o termo “aprendizado” implica que um critério deve ser utilizado para estudar e aprender com os resultados das tentativas. Dessa forma, o foco nessas questões enfatiza uma estrutura para o aprendizado com base na utilização de dados e na execução de experiências planejadas e efetivas.

Reforçando as vantagens do modelo apresentado, a API (*Associates in Process Improvement*, 1997) lista alguns atributos importantes decorrentes de sua aplicação. Assim, o modelo:

- É adaptável a qualquer nível de formalismo;
- É útil para proporcionar melhorias em processos ou produtos;
- É aplicável a todos os tipos de organizações;
- Facilita o trabalho em equipe para melhorar a qualidade;
- Provê um método para concentrar esforços na melhoria em si, mediante a definição clara de objetivos e metas;
- Fornece uma estrutura para a aplicação de ferramentas estatísticas;
- Encoraja o planejamento com base em hipóteses e teorias previamente formuladas a partir de algum conhecimento adquirido;
- Enfatiza e encoraja um processo de aprendizado interativo;
- Provê uma forma de atribuir poder às pessoas para realizar ações.

⁹⁶ Algumas ferramentas de análise e solução de problemas podem ser utilizadas para formular hipóteses, facilitar a identificação de mudanças possíveis no sistema, e elaborar o planejamento dos testes. São exemplos dessas ferramentas: diagramas de causa-efeito, análise de processo, FMEA (Análise do Modo e Efeito de Falha), ferramentas estatísticas, tais como Gráficos de Pareto, Histogramas, Projetos de Experimentos, etc. (ref. item 2.4).

⁹⁷ Uma ferramenta normalmente utilizada para organizar pendências, responsabilidades, prazos, planos de ação e trabalho é a “planilha W-4”, que é apresentada no item 2.4.

O CICLO PDSA

A aplicação prática de todos os conceitos implícitos nesse modelo pode ser bastante facilitada pela adoção de um método que organize a obtenção de aprendizado e o acúmulo de conhecimento. A elaboração de respostas às três questões fundamentais requer a utilização de uma sistemática estruturada para que a situação corrente seja compreendida, teorias sejam formuladas e testadas e, finalmente, mudanças sejam implementadas com sucesso. Observa-se, por exemplo, que nem sempre é fácil testar uma mudança. Podem acontecer coisas não planejadas, as mudanças podem não causar impactos nas métricas selecionadas, ou podem aparecer efeitos colaterais indesejados e não previstos. Assim, o ciclo PDSA (*Plan, Do, Study and Act*, i.e., Planejar, Executar, Estudar, e Agir) – ref. figura 2.3.c - pode ser bastante útil no desenvolvimento, teste e implementação de mudanças. O ciclo começa com a preparação de um plano e termina com a execução de uma ação, ou com a tomada de uma decisão, baseada no aprendizado obtido a partir de etapas de planejamento, execução e estudo.

Nota-se que a utilização da palavra “estudar” na terceira etapa do ciclo enfatiza a “construção de conhecimento”. De fato, essa é a única modificação realizada no conhecido ciclo PDCA (*Plan, Do, Check and Act*, i.e., Planejar, Executar, Checar, e Agir), ou “ciclo de Deming”⁹⁸ (ref. figura 2.3.b). Essa modificação no ciclo PDCA, apesar de sutil, enfatiza que não basta apenas verificar (checar) se, por exemplo, uma mudança produziu melhoria durante um teste em particular. É necessário, além disso, adquirir habilidade (aprender) para que se possa prever se uma mudança resultará em melhoria sob condições diferentes daquelas encontradas nos testes.

⁹⁸ O “ciclo de Deming”, na realidade, foi uma versão preliminar do atual ciclo PDCA, introduzido pelos Japoneses, e teve origem na década de 50 a partir do “ciclo de Shewhart” (ref. figura 2.3.a). Dr. Walter Shewhart era um proeminente estatístico, que durante a década de 20 trabalhou na *Bell Telephone Hawthorn Works*. Shewhart, juntamente com outros especialistas, desenvolveu novas teorias e ferramentas que puderam auxiliar as empresas em questões referentes à melhoria da qualidade, quebrando paradigmas e descobrindo novas soluções. Shewhart era professor e foi mentor do Dr. Edwards Deming, um dos mais conhecidos “gurus” da Qualidade Total.

Para Santana & Carastan (1998), o ciclo PDCA pode, inclusive, contribuir para um constante aperfeiçoamento do sistema de gestão⁹⁹, e, conseqüentemente, do processo de tomada de decisões de uma empresa, para que a organização possa manter-se inserida no novo ambiente de competição econômico-financeiro, obtendo eficácia na realização das metas estabelecidas e no cumprimento de sua missão¹⁰⁰. Santana e Carastan afirmam ainda que o PDCA aplicado à solução de problemas é o caminho racional para que as metas organizacionais possam ser atingidas (ref. figura 2.3.b).

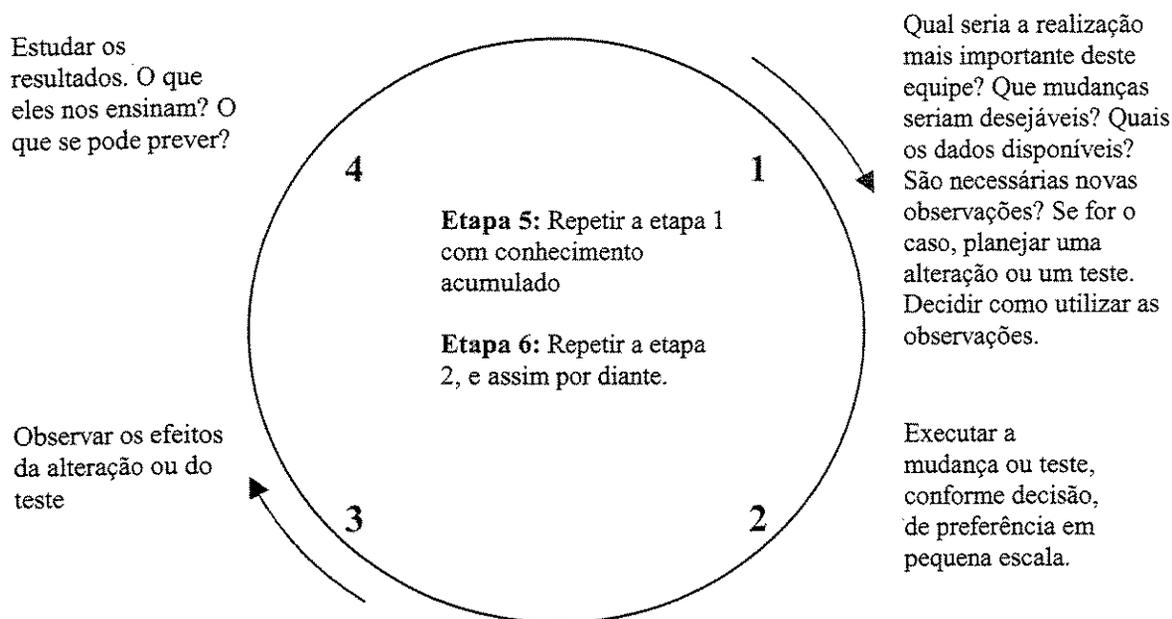


FIGURA 2.3.a – O “ciclo de Shewhart”

Fonte: Adaptação de figura extraída de W. Edwards Deming (1990) *Qualidade: A Revolução da Administração* – Editora Marques Saraiva

⁹⁹ Santana e Carastan (1998) definem gestão como o conjunto integrado de missão, princípios, conceitos, valores, processos gerenciais e operacionais, destinado à obtenção dos objetivos, identificação de ameaças e oportunidades, avaliação dos pontos fortes e fracos e tomada de decisões.

¹⁰⁰ Os Critérios de Excelência do Prêmio Nacional da Qualidade 2000 definem uma estrutura implícita para o sistema de gestão empresarial conforme o ciclo PDCA. Segundo essa estrutura, existem quatro grandes blocos que compõem o sistema de gestão empresarial: Planejamento, Execução, Resultados e Análise. O bloco de Planejamento é composto pelos critérios “Liderança”, “Planejamento Estratégico” e “Foco no Cliente e no Mercado”. O bloco de Execução é composto pelos critérios “Gestão de Pessoas” e “Gestão de Processos”. O bloco de Resultados, por sua vez, é composto pelo critério “Resultados da Organização”. Finalmente, o bloco de Análise é composto pelo critério “Informação e Análise”.

A experiência tem mostrado que o ciclo PDSA é um dos meios mais importantes e eficientes para transformar idéias em ações, e ações em melhorias. A figura 2.3.f fornece uma orientação a respeito do que deve ser considerado em cada fase do ciclo. Essas considerações devem guiar a equipe de projeto com o objetivo de garantir a aderência de suas atividades às etapas de planejamento, execução, estudo, e ação.

As quatro etapas do ciclo PDCA aplicadas em projetos de melhoria e controle de processo também são discutidas por Juran (1988). A análise de Juran parte do pressuposto de que é preciso obter informações (*feedback's*) a respeito do controle do processo, de forma que se possa assegurar a estabilidade de seu desempenho¹⁰¹. Assim, na figura 2.3.h, um mini-ciclo PDCA é exibido dentro da etapa de planejamento do ciclo maior, indicando que o planejamento para controle e melhoria também pode sugerir uma série de atividades, como, por exemplo, a identificação de fornecedores e clientes com o objetivo de formar equipes para trabalhar no controle e na melhoria do processo.

Entretanto, a utilização do ciclo PDSA (ou PDCA) de forma efetiva requer disciplina e esforço por parte da equipe que está atuando em um projeto de melhoria. Para tanto, a figura 2.3.i propõe a utilização de um formulário com o objetivo de estabelecer certa disciplina na condução dos ciclos e organizar as informações para facilitar o aprendizado. O preenchimento de formulários como esse para cada rodada do ciclo PDSA representa, inclusive, uma maneira bastante conveniente de documentar um projeto de melhoria¹⁰².

Assim, parece evidente que o ciclo de aprendizado (PDCA ou PDSA) constitui um método estruturado para ser aplicado dentro do Modelo para Produzir Melhorias, pois ele pode aumentar a eficácia na obtenção de respostas às três questões fundamentais, principalmente em decorrência de sua seqüência organizada de atividades voltadas à tomada de decisão com base no conhecimento previamente adquirido.

Contudo, uma única rodada do ciclo PDSA pode não ser suficiente para realizar todo o estudo necessário. Para Langley *et alli* (1996), a utilização de ciclos

¹⁰¹ Segundo Shewhart e Deming, um processo deve ser estabilizado antes de ser efetivamente melhorado. Isso significa que não devem existir causas especiais afetando seu desempenho. Nessas situações, o processo é dito sob controle estatístico, o que torna possível sua reprodução consistente.

¹⁰² No item 3.5, é apresentada uma aplicação prática de um formulário semelhante ao da figura 2.3.i, utilizado com o objetivo de documentar e disciplinar os ciclos PDSA referentes a um projeto de redução de falhas de manufatura.

subsequentes reduz os riscos das mudanças à medida que se caminha de simples teorias e idéias para a comprovação de que as mudanças propostas realmente resultam em melhorias (ref. figura 2.3.d).

Geralmente, um aumento na frequência e na quantidade dos ciclos resulta em um aprendizado maior e mais rápido. Com base nesse pressuposto, recomenda-se um rápido teste em pequena escala e o uso subsequente de outros ciclos para prosseguir com as mudanças. Portanto, gastar muito tempo em salas de reunião buscando a mudança perfeita antes da realização dos testes não é uma maneira eficiente de produzir melhorias. Sempre existirão muitas dúvidas e incertezas.

Por outro lado, em sistemas grandes ou complexos, vários ciclos pequenos poderão ocorrer sem qualquer coordenação, o que não resultará em uma mudança efetiva do sistema. Essa falha potencial do projeto de melhoria pode ser contornada pela clareza na definição da missão do projeto, das diretrizes, das métricas, e pela disciplina no preenchimento dos formulários de documentação abordados anteriormente. Isso fornecerá aos pequenos ciclos um contexto adequado para que eles possam ser conduzidos.

Para re-projeto de sistemas grandes e complexos, normalmente é bastante útil rodar seqüências de ciclos simultâneos e múltiplos¹⁰³. Uma representação desse enfoque pode ser observada por meio da figura 2.3.g. Contudo, esse enfoque pode prejudicar a rastreabilidade das mudanças, ou seja, pode-se perder a visibilidade de quais mudanças realmente produziram os resultados. Assim, algumas considerações precisam ser feitas nessas situações (Langley *et alli*, 1996):

1. Mesmo quando as mudanças representarem melhorias em processos locais e não estiverem gerando impactos nas medidas globais, uma simples análise de custo-benefício poderá facilitar a implementação das mudanças;
2. Frequentemente, as melhorias são resultado do total de mudanças realizadas e de suas interações. Nesse caso, uma investigação a respeito de qual mudança efetivamente provocou a melhoria poderá representar uma total perda de tempo;

¹⁰³ A figura 3.5.a representa a condução de ciclos múltiplos para um projeto real de redução de custos de falha interna.

3. Em situações onde o custo das mudanças é alto, ou quando se deseja implementar somente as mudanças que efetivamente trarão melhorias para o desempenho do sistema, ferramentas mais sofisticadas deverão ser utilizadas, tais como projetos de experimentos¹⁰⁴.

O CICLO PDSA E O MODELO PARA PRODUZIR MELHORIAS

Portanto, segundo Langley *et alli* (1996), combinando as três questões fundamentais com o ciclo PDSA, obtém-se a base do Modelo para Produzir Melhorias (ref. figura 2.3.e). Este enfoque pode ser aplicado a situações simples ou complexas. Entretanto, os esforços podem diferir dependendo da complexidade do sistema a ser melhorado, do grau de conhecimento e da quantidade de pessoas envolvidas, ou do escopo da melhoria a ser desenvolvida (ex. novo projeto ou re-projeto de produtos, etc.).

Assim, a aplicação do Modelo para Produzir Melhorias pode variar em termos de formalidade. Um enfoque mais formal sugere um aumento da quantidade de documentação do processo, da complexidade das ferramentas e dos métodos utilizados¹⁰⁵, da quantidade de tempo gasto no projeto de melhoria, do número de medidas e métricas utilizadas como referência, da quantidade de interações entre equipes, dentre outros fatores.

Vale observar que o ciclo PDSA pode ser utilizado para formar determinado conhecimento, buscando resposta às três questões fundamentais.

O uso do conhecimento para responder à questão “*o quê se deseja realizar?*” tem a finalidade de determinar por quê um objetivo ou um projeto de melhoria em particular deve ser escolhido dentre muitas alternativas. Várias informações disponíveis, tais como reclamações de clientes, análises de falhas, comentários de funcionários, etc., podem ser utilizadas para construir esse conhecimento.

Similarmente, para responder à questão “*como saber se uma mudança produzirá melhoria?*”, um determinado conhecimento é necessário. Se esse conhecimento

¹⁰⁴ A técnica de Projetos de Experimentos é resumidamente apresentada no item 2.4.

¹⁰⁵ Observa-se que as ferramentas e os métodos utilizados em apoio ao ciclo PDSA incluem, mas não se limitam a, aqueles apresentados no item 2.4.

não estiver disponível, será preciso construí-lo. O ciclo PDSA pode ser utilizado, por exemplo, para determinar um conjunto balanceado de métricas. Nesse caso, o ciclo poderia ser aplicado para organizar entrevistas com clientes e pessoas envolvidas no sistema que é o alvo do projeto de melhoria.

Por fim, a resposta à questão “*quais mudanças poderão ser feitas e que resultarão em melhoria?*” pode ser baseada em conhecimento existente ou em alguma atividade criativa. Quando o conhecimento existente ou as idéias não estiverem disponíveis ou não forem suficientes, um ou mais ciclos poderão ser necessários com o objetivo de formar o conhecimento requerido para desenvolver as mudanças. Um exemplo de construção de conhecimento para desenvolver alternativas de mudanças é a realização de pesquisas junto a pessoas fortemente envolvidas e afetadas pelo sistema para coletar sugestões de mudanças, e, em seguida, a seleção dessas sugestões com base em algum critério previamente estabelecido¹⁰⁶.

¹⁰⁶ Os ciclos PDSA # 1 e PDSA # 2, apresentados na figura 3.5.a, constituem um exemplo real de construção de conhecimento para responder às duas primeiras questões. Detalhes adicionais a respeito dessa aplicação são discutidos no item 3.5.

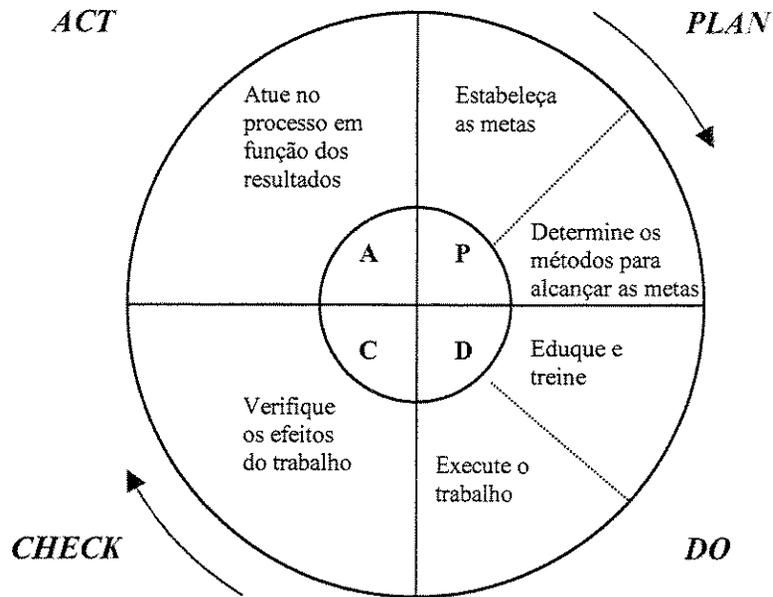


FIGURA 2.3.b – O “ciclo PDCA” – Método de Controle de Processos

Fonte: Adaptação de figura extraída de Campos (1996, p. 266)

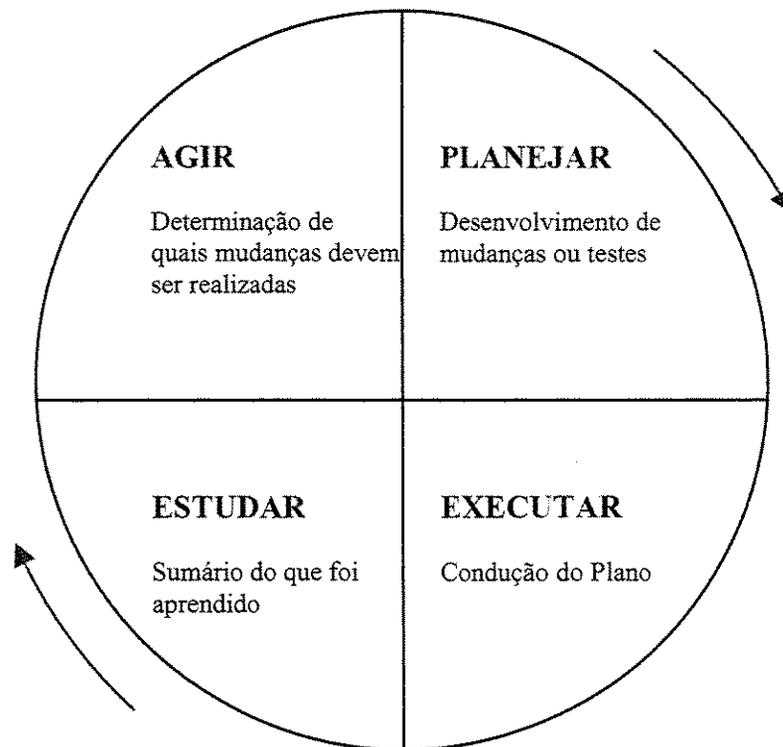


FIGURA 2.3.c – O ciclo PDSA

Fonte: Figura extraída de Langley *et alli* (1996) *The Improvement Guide*, USA

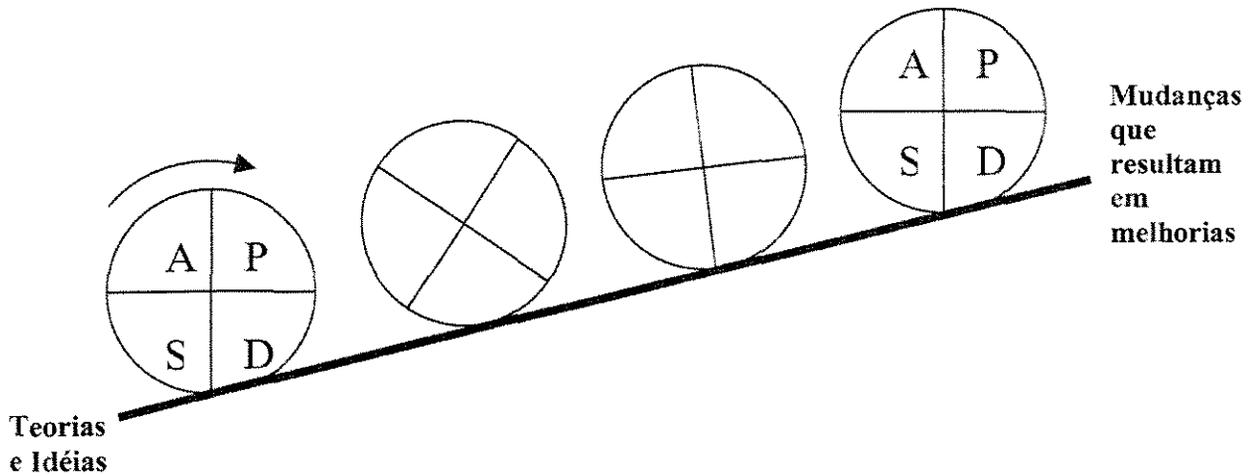


FIGURA 2.3.d - Rodadas do Ciclo *PDSA* caracterizando aprendizado e implementação de melhorias

Fonte: Figura extraída de Langley *et alli* (1996) *The Improvement Guide*, USA

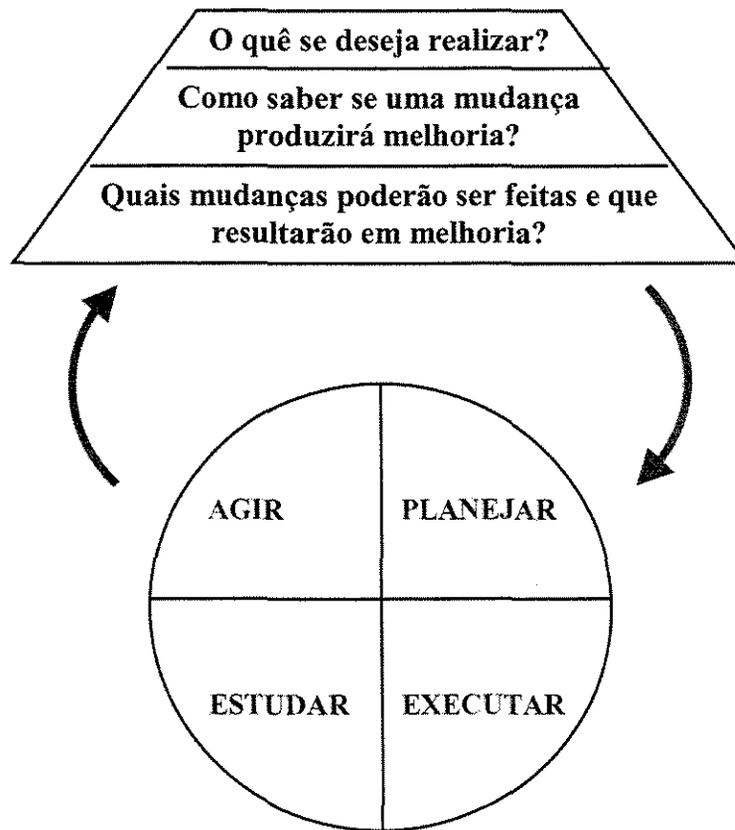


FIGURA 2.3.e – O Modelo para Produzir Melhorias

Fonte: Figura extraída de Langley *et alli* (1996) *The Improvement Guide*, USA

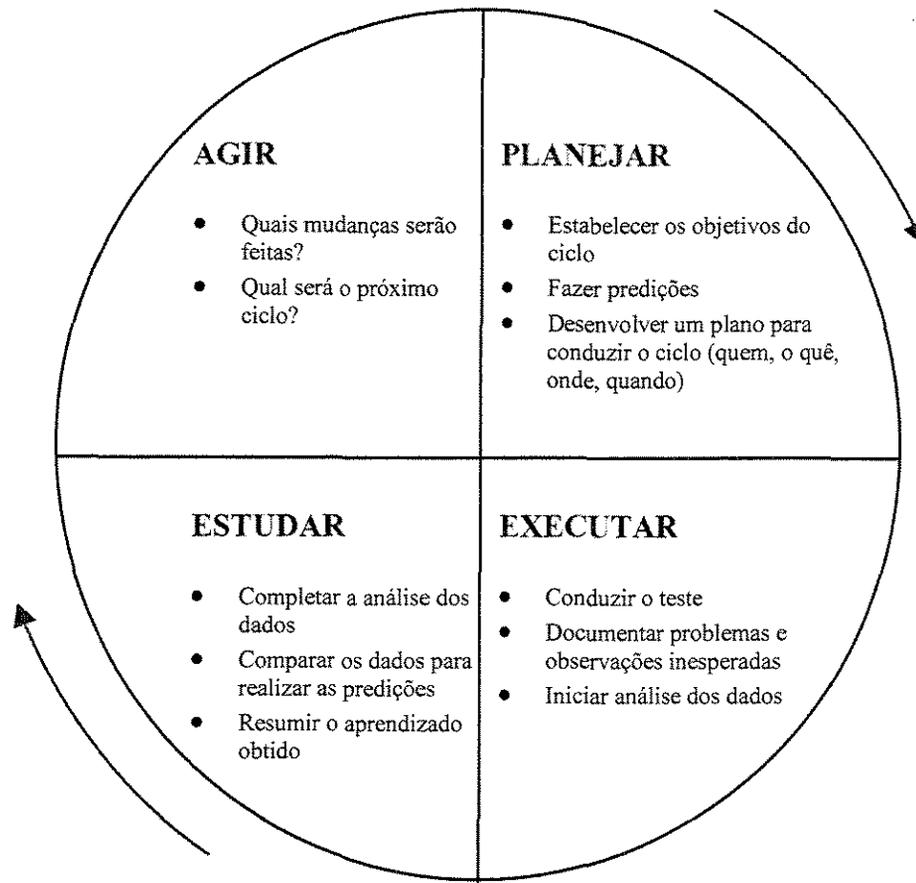


FIGURA 2.3.f – Elementos do Ciclo PDSA
 Fonte: Figura extraída de Langley *et alli* (1996) *The Improvement Guide*, USA

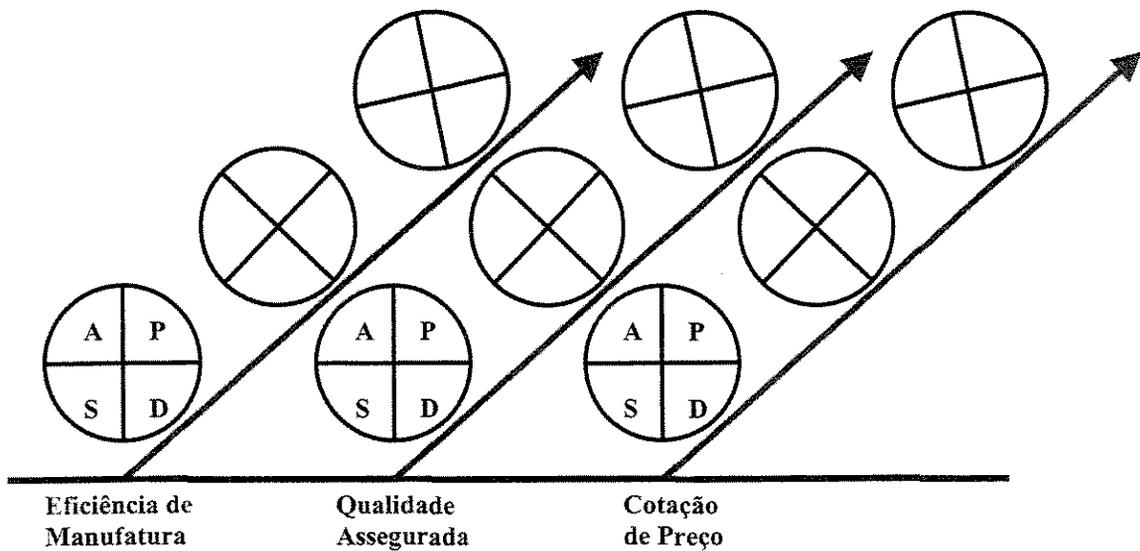


FIGURA 2.3.g – Exemplo de seqüências simultâneas de múltiplos ciclos PDSA
 Fonte: Figura extraída de Langley *et alli* (1996) *The Improvement Guide*, USA

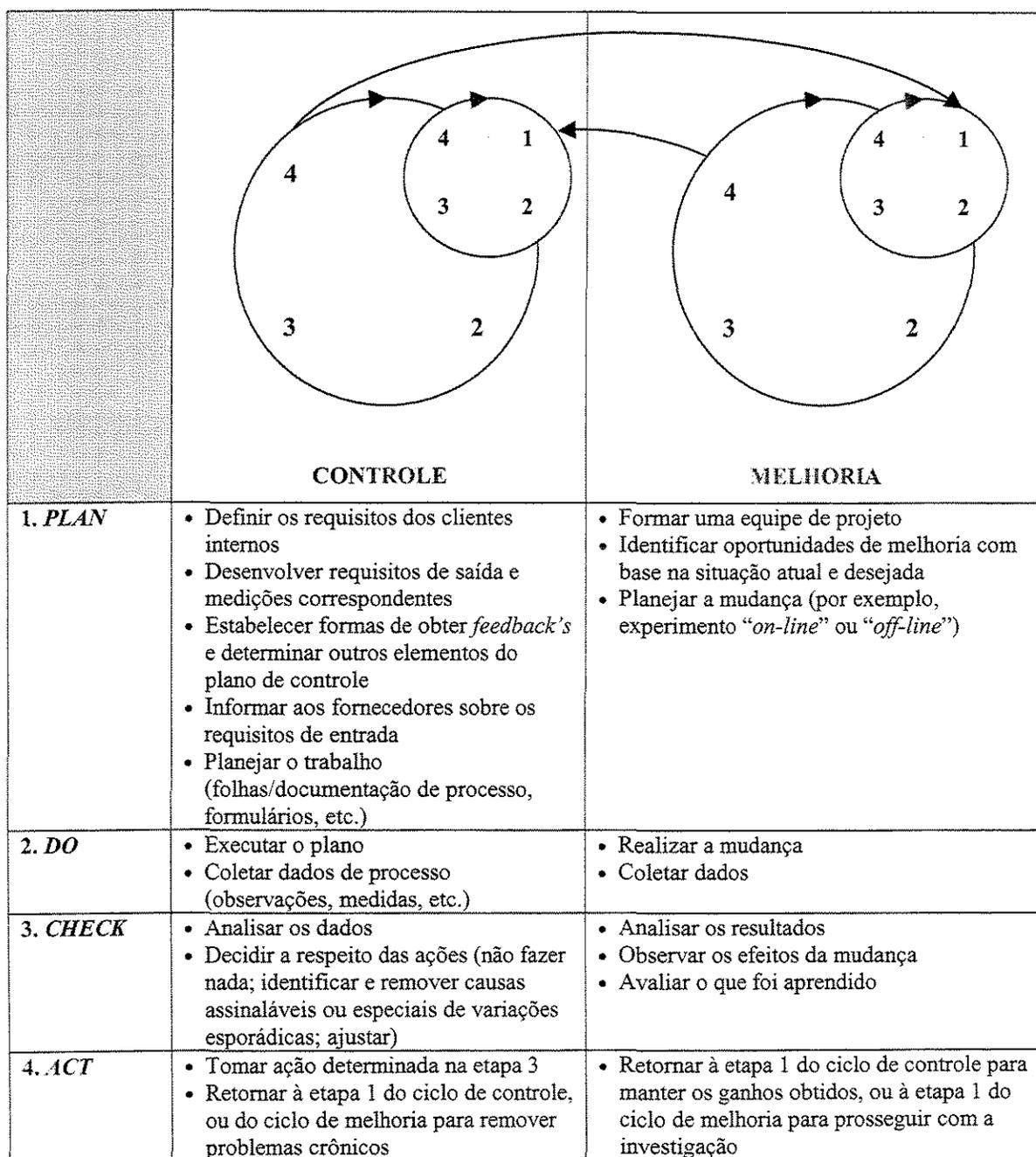


FIGURA 2.3.h – Ciclo PDCA (*plan-do-check-act*) de gestão de processo

Fonte: Adaptação de figura extraída de J. M. Juran (1988) – *Juran's Quality Control Handbook*

CICLO PDSA	
CICLO # _____	
Data de Início: _____	Data de Término: _____
PLANO	
Descrever o seguinte: objetivo do ciclo, questões e predições, e outros detalhes (quem, o quê, quando e onde; incluir abordagem dos dados a serem coletados).	
EXECUÇÃO	
Conduzir o plano e documentar os problemas e as observações inesperadas.	
ESTUDO	
Completar a análise dos dados.	
Comparar os resultados obtidos com as predições e resumir o aprendizado obtido.	
AÇÃO	
Quais mudanças devem ser realizadas?	
O quê acontecerá no próximo ciclo?	

FIGURA 2.3.i – Formulário para Documentar os Ciclos PDSA

Fonte: Figura extraída de Langley *et alli* (1996) *The Improvement Guide*, USA

HABILIDADES ADICIONAIS PARA PRODUZIR MELHORIAS

Segundo Langley *et alli* (1996), após estar familiarizado com o método básico do Modelo para Produzir Melhorias, deve-se adquirir habilidade em alguns tópicos adicionais para tornar o processo de melhoria mais eficaz e natural:

1. *Utilização de dados*

Para realizar mudanças efetivas, é preciso efetuar observações a respeito do que está acontecendo antes e o que está diferente depois das mudanças terem sido feitas. A utilização de dados é muito importante na passagem de um método de “tentativa e erro” para um método de “tentativa e aprendizado”. Dados podem ser definidos como a documentação de uma observação. Esta última, por sua vez, está mais correlacionada a um fato isolado. Assim, os dados representam o histórico das observações¹⁰⁷. Observa-se, no entanto, que a utilização de dados deve ser acompanhada por análises e inferências estatísticas, de forma a facilitar a interpretação das variações nos dados coletados. Assim, a aplicação de cartas de controle e projetos de experimentos freqüentemente é bastante útil nessas situações¹⁰⁸. No início do Século XX, Walter Shewhart desenvolveu o conceito de que a variação deve ser vista de duas formas: aquela que indica que algo mudou no processo (ou sistema), e aquela que é resultante do mesmo processo (ou sistema) de sempre (que, portanto, não indica nenhuma mudança). Dessa forma, as decisões devem ter como base a natureza da variação, ou seja, não se deve reagir automaticamente a cada observação. Os dados devem ser avaliados ao longo do tempo. Deve-se observar o padrão natural dos dados e visualizar quando uma alteração ocorreu. O conceito de variação é importante para responder à terceira questão fundamental: *quais mudanças poderão ser feitas e que resultarão em melhoria?* Por exemplo, se a variação comum dos dados sofrer um

¹⁰⁷ As Medidas Não Financeiras de Desempenho (ref. itens 1.3 e 1.8) podem estar associadas aos dados de um determinado sistema que se deseja melhorar. O estudo de caso apresentado no Capítulo 3 utiliza este conceito, tomando como base Medidas Não Financeiras de Desempenho para monitorar e avaliar resultados de projetos de melhoria.

¹⁰⁸ Cartas de Controle e Projetos de Experimentos são técnicas apresentadas resumidamente no item 2.4.

distúrbio causado por alguma circunstância específica, podem ser desenvolvidas melhorias a partir do entendimento dessas causas especiais¹⁰⁹.

2. *Desenvolvimento da mudança*

Normalmente, as primeiras reações ao se identificar necessidades de mudança levam às mesmas respostas de sempre, i.e., mais recursos financeiros, mais pessoas, mais inspeção, mais equipamentos, mais procedimentos, etc. Uma outra reação comum é a busca pela mudança perfeita, o que gera um trabalho sem fim, e as mudanças nunca são implementadas de fato, ou seja, as pessoas acabam não tendo tempo para desenvolver e testar algumas boas propostas de mudança. Na verdade, as mudanças que resultam em melhorias efetivas a longo prazo devem ter origem nas seguintes fontes (Langley *et alli*, 1996):

- Entendimento dos processos e sistemas de trabalho

Partindo do ponto de vista de que todo trabalho é resultado de um processo, obtém-se uma estrutura para realizar melhorias em qualquer situação. Processo pode ser definido como um conjunto de causas e condições que surgem repetitivamente em uma série de etapas organizadas para transformar determinadas "entradas" (*inputs*) em "saídas" (*outputs*)¹¹⁰. Entradas, etapas e saídas fornecem elementos tangíveis que podem ser medidos, informações estas que podem ser a base de análise para o desenvolvimento e teste de mudanças. Observa-se também que a inter-relação entre os diversos processos pode constituir um sistema. Para desenvolver mudanças efetivas, é fundamental compreender a natureza das inter-relações entre os processos, pois em um sistema, tudo afeta tudo. Muitas vezes, uma

¹⁰⁹ Segundo Wheeler (1993), a gerência empresarial tende a analisar relatórios de resultados corporativos comparando um número com outro isoladamente. Contudo, afirma Wheeler, tais comparações são limitadas e fracas, uma vez que elas não consideram a variabilidade inevitável presente no mundo real. Assim, é muito difícil determinar quanto da diferença entre os números é decorrente de variabilidade natural e quanto é resultante de mudanças reais no sistema. Para tanto, é preciso visualizar os números em função do tempo, de forma a permitir uma análise de tendências e a sinalização de que mudanças reais podem ter ocorrido no sistema.

melhoria em determinada área pode significar prejuízo em outra. Deve-se, portanto, avaliar se o sistema como um todo obteve ganhos com a mudança realizada¹¹¹.

- Pensamento criativo

O desafio para as pessoas que desenvolvem mudanças é seguir uma linha de raciocínio diferente do padrão normal¹¹².

- Utilização apropriada de recurso tecnológico

Com a finalidade de tirar vantagens de novas tecnologias, deve-se estabelecer métodos para reconhecer avanços tecnológicos relevantes e para trazer essa tecnologia para a organização. Isso pode ser feito por meio de parcerias com outras organizações, participação em testes de novas tecnologias, etc. As respostas às três questões fundamentais do Modelo para Produzir Melhorias podem ser utilizadas para orientar a aquisição de novas tecnologias. No entanto, algumas considerações devem ser feitas ao realizar mudanças que incluem novas tecnologias:

- Não automatizar um sistema ruim;
- Utilizar soluções tecnológicas para melhorar sistemas estáveis ao invés de solucionar causas especiais¹¹³;
- Direcionar mudanças que envolvem tecnologia para os “gargalos de processo”¹¹⁴;

¹¹⁰ A análise de processo é discutida em mais detalhes no item 2.4.

¹¹¹ A API (*Associates in Process Improvement*, 1998) define sistema como um grupo interdependente de itens (tangíveis ou intangíveis), pessoas, ou processos trabalhando em conjunto para atingir um objetivo comum. Segundo a API, entender e desenvolver planos para melhorar um sistema organizacional é uma das principais responsabilidades gerenciais. A API afirma ainda que alguns aspectos são muito importantes para realizar melhorias em um sistema, tais como:

- O objetivo do sistema deve ser o foco primário dos esforços de melhoria;
- Pesquisas para ouvir os clientes constituem um pré-requisito fundamental para direcionar o desenvolvimento de melhorias;
- Melhorias resultam do projeto ou re-projeto de algum aspecto do sistema;
- Qualquer pessoa de uma organização deve ter participação ativa em esforços de melhoria.

¹¹² Alguns métodos aplicados para despertar o pensamento criativo nas pessoas são discutidos no item 2.1.

¹¹³ A definição de sistemas estáveis e causas especiais é abordada no item 2.4.

¹¹⁴ Os gargalos de processo correspondem àqueles pontos onde existe um estrangulamento no fluxo. Por essa razão, eles normalmente ditam o ritmo e a capacidade do processo. Uma melhoria nesses pontos pode trazer ganhos para todo o processo. Maiores detalhes são apresentados no item 2.4.

- Uma tecnologia que não é confiável é pior do que deixar o sistema como está.

3. *Teste da mudança*

Posteriormente à etapa de desenvolvimento da mudança, deve-se buscar uma resposta objetiva para a questão “quais mudanças poderão ser feitas e que resultarão em melhoria?”. Para tanto, é fundamental a realização de testes que avaliem a eficiência da mudança proposta. O teste é uma forma de efetivar temporariamente a mudança, aprender sobre seu comportamento prático e seu potencial impacto. O ciclo PDSA fornece uma estrutura organizada para realizar testes de mudanças. Para ser bem sucedido nessa etapa, deve-se projetar o teste para que seja gasto pouco tempo e recurso, e para que os riscos sejam conhecidos e controlados. Simultaneamente, deve-se maximizar o aprendizado obtido com o teste. Os testes poderão mostrar resultados diferentes daqueles previstos, mas o aprendizado obtido com a experiência deverá justificar os investimentos realizados e conduzir à melhoria esperada após a realização de outros ciclos de teste. Quando for possível prever os resultados em decorrência do aprendizado acumulado com a realização dos testes, será hora de considerar a hipótese de perpetuação das mudanças propostas (implementação). Um outro fator muito importante a ser considerado nos testes de mudanças é que as circunstâncias poderão ser diferentes no futuro, i.e., mesmo que os testes demonstrem bons resultados, é possível que a mudança não funcione no próximo período (ex. próxima semana, mês, etc.). Assim, os princípios fundamentais para realizar testes em mudanças são:

- Manter os testes em pequena escala e executar ciclos PDSA múltiplos (ref. figura 2.3.g) para atingir o objetivo;
- Incluir condições no teste que poderão afetar a mudança no futuro, e coletar dados ao longo do tempo para medir o impacto da mudança sob diferentes condições;
- Sempre que possível, realizar testes simples, sem muita sofisticação.

4. Implementação da Mudança

A implementação difere do teste em várias maneiras. Primeiro, o teste não é permanente, i.e., não é preciso criar uma estrutura de suporte (treinamento, documentação, padronização, etc.) para a mudança além do período de teste. Por outro lado, para implementar uma mudança, o processo de suporte tem que ser implementado em paralelo. Segundo, enquanto os resultados dos testes são incertos, é prudente apenas implementar mudanças que seguramente resultarão em melhoria. Terceiro, desde que os testes normalmente são conduzidos em pequena escala, um número menor de pessoas será envolvido nessas situações. Implementações bem sucedidas, por outro lado, requerem meios para lidar com a resistência das pessoas. Observa-se, assim, que o grau de complexidade da implementação depende de cada situação particular, ou seja, pode ser tão simples quanto seguir um fluxograma para um processo novo, ou tão complexo quanto investir em equipamentos, mudar *lay-out* e re-treinar todo o pessoal envolvido. Entretanto, o ciclo PDSA deve ser utilizado para estudar os impactos mesmo de mudanças aparentemente simples, de forma a assegurar que os resultados previstos sejam, de fato, atingidos. Se a mudança não for simples, sua implementação poderá ser realizada em paralelo com a execução do processo corrente, o que minimizará os riscos. Também é possível realizar a implementação em fases, o que poderá requerer múltiplos ciclos PDSA, cujo conceito será abordado a seguir. Quanto à aceitação das mudanças pelas pessoas, a reação pode variar desde um total compromisso até uma forte oposição e hostilidade. Alguns aspectos devem ser considerados para lidar com a reação das pessoas, tais como:

- Desde o início, manter as pessoas informadas sobre os motivos pelos quais a mudança é necessária;
- Divulgar às pessoas afetadas o progresso obtido durante as fases de desenvolvimento e teste das mudanças;

- Esclarecer às pessoas como as mudanças afetam sua rotina de trabalho;
- Obter informações de outras pessoas a respeito de como as mudanças podem ser implementadas com sucesso.

Uma vez concluída a implementação, devem ser desenvolvidos métodos para tornar o desempenho das mudanças consistente. Isso pode significar a determinação de padrões de execução, o fornecimento de treinamento, a elaboração de documentação e a medição do desempenho do sistema, de forma a assegurar que as mudanças passem a fazer parte da rotina normal de trabalho.

5. *Trabalho em equipe*

A maioria dos esforços de melhoria envolve equipes formais ou informais de pessoas. Assim, são necessárias algumas capacitações e habilidades básicas para ouvir as pessoas, resolver conflitos e conduzir reuniões eficientes. Além disso, a utilização de um método comum de trabalho, tal como o Modelo para Produzir Melhorias, ajuda a equipe a desenvolver uma linguagem e um entendimento comuns que podem acelerar o aprendizado como um todo. Um melhor entendimento das diferenças entre as pessoas e de como elas são motivadas aumenta consideravelmente a habilidade de cooperação para desenvolver, testar e implementar mudanças. As pessoas devem estar pré-dispostas a cooperar em benefício do cliente ou da organização como um todo¹¹⁵. Para tanto, algumas vezes terão que abrir mão de certas atividades, poderes e controles como parte da mudança. Não se deve menosprezar o fato de que pessoas diferentes têm preocupações diferentes com relação às mudanças. Essas preocupações podem ser contornadas pela resposta à questão “como saber se uma mudança produzirá melhoria?”. Por exemplo, a

¹¹⁵ A API (*Associates in Process Improvement*, 1997) define trabalho em equipe como um grupo de pessoas trabalhando em direção a um objetivo comum. Para a API, a qualidade do trabalho em equipe é medida pela ênfase atribuída ao objetivo comum em sobreposição aos objetivos individuais de cada integrante do grupo. Outros aspectos importantes do trabalho em equipe, segundo a API, são a cooperação entre as pessoas, ao invés de competição individual, o compartilhamento de informações, e a quantidade de aprendizado e crescimento adquiridos por seus integrantes.

inclusão de uma métrica relacionada às preocupações e interesses das pessoas pode aumentar o grau de cooperação. Por outro lado, os testes em pequena escala podem ajudar a reduzir o temor causado pelos riscos envolvidos com a implementação das mudanças propostas.

Portanto, é fundamental que as pessoas designadas para atuar em um projeto de melhoria, além de conhecer e aplicar um método racional para tornar a execução desse projeto mais eficiente (ex: Modelo para Produzir Melhorias), adquiram habilidade para utilizar dados e informações, desenvolver, testar e implementar mudanças, e trabalhar em equipe.

Contudo, isso ainda não basta. É preciso que essas pessoas conheçam técnicas para análise e solução de problemas. Para tanto, é preciso adquirir certa capacitação em métodos estatísticos e conceitos de gestão da qualidade. As técnicas para análise e solução de problemas são utilizadas em situações específicas e determinadas, conforme a necessidade, para facilitar as análises, as investigações, o estudo de alternativas, a execução de testes e o monitoramento dos resultados. Um breve sumário dessas técnicas e o modo pelo qual elas podem ser utilizadas na obtenção de respostas às três questões fundamentais são abordados no item 2.4, apresentado a seguir.

2.4 TÉCNICAS PARA ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

O Modelo para Produzir Melhorias pressupõe a aplicação de ferramentas e técnicas adequadas que possam sustentar o aprendizado obtido. Existem vários métodos e ferramentas, alguns desenvolvidos a partir de conceitos estatísticos, que podem ser aplicados em função do objetivo do projeto de melhoria, de seu enfoque e contexto, e das limitações impostas pelo negócio (ex. restrições de recurso e custo dos projetos de melhoria). A utilização dessas ferramentas visa principalmente tornar os ciclos PDSA mais eficazes e eficientes, e fornecer apoio ao aprendizado da equipe.

Contudo, nem todos os projetos de melhoria precisam recorrer à utilização de técnicas e ferramentas sofisticadas para sustentar o aprendizado. A aplicação desses métodos dependerá de alguns fatores tais como grau de complexidade do projeto, quantidade de variáveis a serem analisadas, nível de risco para o negócio, velocidade de resposta exigida, grau de conhecimento da equipe de projeto, nível de investimento requerido, dentre outros¹¹⁶.

A seguir, são apresentadas algumas técnicas e ferramentas amplamente utilizadas na análise e solução de problemas, e também é discutido como cada uma dessas técnicas pode ser aplicada sob a ótica do Modelo para Produzir Melhorias.

PRINCÍPIO DE PARETO¹¹⁷

O princípio de Pareto estabelece que poucos contribuidores (fatores causadores) podem ser responsáveis pela maior parte do efeito observado. Esses poucos contribuidores (denominados “poucos vitais”) precisam ser identificados para que os

¹¹⁶ A empresa que é objeto de estudo do Capítulo 3 procurou aplicar na prática algumas dessas técnicas e ferramentas, tais como Princípio de Pareto, Diagramas de Causa-Efeito, Análise do Processo, Cartas de Controle e Análise do Modo e Efeito de Falha (FMEA), sob a estrutura do Modelo para Produzir Melhorias. As conclusões a respeito dessa experiência podem ser observadas no item 3.9.

¹¹⁷ Dentre as várias referências bibliográfica existentes sobre o Princípio de Pareto, para o escopo deste trabalho, vale destacar o *Juran's Quality Control Handbook*, Quarta Edição, 1988, Capítulo 22, página 19. Neste capítulo, Juran apresenta um exemplo prático de aplicação do Princípio de Pareto na análise de custos da não qualidade.

recursos destinados à melhoria possam ser concentrados em seu enfraquecimento ou eliminação. Por outro lado, os muitos fatores que pouco contribuem para o efeito (denominados “muitos triviais”) devem ser descartados da análise, ou deixados para um “ataque” posterior (refinamento). Esse princípio é válido, por exemplo, quando aplicado aos custos da má qualidade (custos de falha). Nesses casos, poucos contribuidores são responsáveis pela maioria dos custos¹¹⁸.

Normalmente, ao se realizar a análise de Pareto, encontra-se uma variedade sem fim de fontes a serem consideradas como “contribuidoras”. Assim, muitas vezes, é de grande utilidade realizar uma “quebra” (*breakdown*) dos dados até um nível considerado adequado para permitir uma análise conclusiva a respeito dos maiores contribuidores. Essa “quebra” pode ser feita por organização (divisão, departamento, planta fabril, etc.), por tipo de pessoas (operadores, gerentes, etc.), por função (desenvolvimento de produto, manufatura, engenharia, etc.), por tipo de defeitos, por processo, etc. As tabelas 3.6.b, 3.6.c e 3.7.a são exemplos de aplicação prática da análise de Pareto. Nesses casos, a análise realizada teve por objetivo identificar os poucos tipos de falha que eram responsáveis pela maior parte dos custos da não qualidade.

A análise de Pareto também pode ser representada de forma gráfica, por meio de barras verticais (ou horizontais), que simbolizam o fatores que contribuem para um determinado efeito.

A grande vantagem dessa técnica é sua simplicidade. Por essa razão, ela é amplamente utilizada para apoiar análises e decisões em projetos de melhoria. O conceito de Pareto ajuda a equipe de projeto a atingir consenso mediante o sumário dos fatos, que permite demonstrar onde a maioria dos problemas está concentrada.

Essa ferramenta pode ser utilizada no Modelo para Produzir Melhorias para construir conhecimento e ajudar a responder à questão “*o quê se deseja realizar?*”. Ao restringir o universo de análise, essa técnica permite definir com mais clareza qual deve ser o foco da equipe de melhoria e onde devem ser concentrados os esforços.

Sua aplicação deve ser realizada por meio de ciclos PDSA, i.e., deve ser planejada, executada, estudada e deve gerar ações para outros ciclos. O planejamento deve incluir a definição dos tipos de “quebra” (*breakdown*) a serem realizados, como os

¹¹⁸ O Capítulo 3 relata o caso de uma empresa que aplicou esse princípio em um projeto de redução de custos de falha interna.

dados serão coletados, quem fará a coleta de dados, etc. A execução deve ser realizada conforme o planejamento previamente definido. O estudo deve abordar uma análise crítica (de preferência visual, por meio de gráficos de barra) das “quebras” realizadas e permitir uma clara identificação dos “poucos vitais”. A etapa de ação deve produzir diretrizes para mais uma rodada do ciclo PDSA, utilizando novamente o princípio de Pareto com o objetivo de refinar as conclusões obtidas, ou deve nortear os ciclos subsequentes (ciclos para identificação de prováveis causas mediante a utilização de diagramas de causa-efeito, ciclos para desenvolvimento de mudanças, etc.)¹¹⁹.

DIAGRAMAS DE CAUSA-EFEITO¹²⁰

Essa é uma técnica muito utilizada quando se deseja identificar todas, ou quase todas, as possíveis causas de um determinado efeito (ex. falha de produto, problema administrativo, custo elevado, etc.).

Dessa forma, os diagramas de causa-efeito¹²¹ podem ajudar bastante na formulação de hipóteses, que, posteriormente, deverão ser testadas e confirmadas. Uma maneira sistemática de gerar teorias é a aplicação da técnica de *Brainstorming*¹²². Como resultado, será obtida uma lista de possíveis causas que deverão ser posteriormente

¹¹⁹ Este enfoque, quando aplicado com o objetivo de otimizar os custos da qualidade (por exemplo, mediante a identificação e seleção dos tipos de custo de falha mais incidentes e que geram maior impacto financeiro), dependendo dos investimentos em prevenção ou avaliação realizados para combater esses “poucos vitais”, pode produzir mais valor para o cliente (resultante da oferta de produtos mais confiáveis, por exemplo), e/ou melhorar a eficiência operacional da empresa com a diminuição dos índices de falha, reduzindo, dessa forma, seus custos operacionais. Conforme abordagem do Capítulo 1, isso permite a garantia de maiores margens financeiras em decorrência de:

- um aumento de preço ocasionado pela oferta de maior valor para o cliente, e/ou
- uma redução de custos proporcionada pela diminuição de falhas sem aumento correspondente nos custos de prevenção ou avaliação.

¹²⁰ Dentre as várias referências bibliográfica existentes sobre Diagramas de Causa-Efeito, para o escopo deste trabalho, vale destacar o *Juran's Quality Control Handbook*, Quarta Edição, 1988, Capítulo 21, página 17, e Capítulo 22, página 37. Nestes capítulos, Juran apresenta exemplos práticos de aplicação do Diagrama de Causa-Efeito na análise de problemas de manufatura, e demonstra sua utilização dentro de um contexto real, exibindo sua inserção em uma seqüência de análises onde outras técnicas são utilizadas de forma correlacionada com esta, tais como Princípio de Pareto, Histograma e Cartas de Controle.

¹²¹ O diagrama de causa-efeito foi idealizado pelo Professor Kaoru Ishikawa, em 1950, e, por essa razão, também é conhecido como diagrama de Ishikawa. Uma outra conhecida denominação para esse diagrama é “espinha de peixe”, dado seu formato gráfico característico.

¹²² A Técnica de *Brainstorming* é abordada no item 2.1.

analisadas e revistas pela equipe com base em investigações adicionais. Essas investigações poderão, inclusive, valer-se da aplicação de outras técnicas, como, por exemplo, o Princípio de Pareto.

Um arranjo ordenado é essencial para visualizar a inter-relação entre as teorias e apoiar a escolha daquelas que deverão ser testadas. Para representar o diagrama graficamente, o efeito (sintoma) deve ser escrito na extremidade de uma linha. As prováveis causas, apontadas por meio de hipóteses ou teorias, devem ser adicionadas ao diagrama e agrupadas em categorias, determinadas a partir de algum critério pré-definido. Exemplos dessas categorias são “pessoas”, “métodos de trabalho”, “materiais”, “equipamentos” e “meio ambiente”¹²³.

Essa ferramenta pode ser utilizada no Modelo para Produzir Melhorias com diversos enfoques, dentre os quais destacam-se os seguintes:

- *Ajudar a responder à questão “o quê se deseja realizar?”*

O diagrama de causa-efeito pode identificar o quê deve ser atacado para buscar as melhorias desejadas. Ele ajuda a indicar onde devem ser feitas alterações, mas não aponta o quê deve ser feito.

- *Ajudar a responder à questão “quais mudanças poderão ser feitas e que resultarão em melhoria?”*

Para que sejam definidas as mudanças a serem feitas, é preciso antes localizar onde deve ser mudado, i.e., em que ponto do sistema, ou do processo, as mudanças devem ser realizadas. Essa tarefa pode requerer a identificação das prováveis causas de problemas, e a utilização de diagramas de causa-efeito.

- *Rodar ciclos PDSA para listar prováveis causas de falhas e problemas*

A aplicação de diagramas de causa-efeito poder ser realizada sob a estrutura de ciclos PDSA, i.e., o uso dessa técnica deve ser planejado e executado, de maneira a apoiar estudos, conclusões e ações para os próximos ciclos. O planejamento pode envolver, por exemplo, a definição clara do efeito (falhas ou problemas) que se deseja avaliar, o

¹²³ As figuras 3.7.d e 3.7.e representam aplicações reais do diagrama de causa-efeito para identificar as prováveis causas de determinadas falhas de produto.

comissionamento de uma equipe com conhecimento e experiência no assunto de interesse, a coleta de dados e informações para apoiar a identificação das causas (relatórios de falha, gráficos de desempenho, fluxogramas de processo, etc.), a categorização das prováveis causas, e a definição de uma técnica para conduzir o trabalho da equipe (ex: *brainstorming*, pesquisas, entrevistas, etc.). A etapa de execução corresponde à condução dos trabalhos de acordo com o que foi previamente planejado, com o objetivo de listar individualmente as prováveis causas. A etapa de estudo abrange a análise crítica das causas listadas para assinalar aquelas que são mais evidentes (materiais de suporte devem ser utilizados nessa etapa, tais como relatórios, cartas de controle, registros de entrevistas com operadores de produção, etc.). A etapa de ação deverá gerar diretrizes e subsídios para os ciclos PDSA que desenvolverão as mudanças necessárias para a melhoria do processo ou sistema.

Observa-se, portanto, que os diagramas de causa-efeito são normalmente utilizados no Modelo para Produzir Melhorias com o objetivo de construir conhecimento¹²⁴, e, dessa forma, sustentar o desenvolvimento, teste e implementação de mudanças que produzam melhorias nos sistemas e processos de uma organização¹²⁵.

¹²⁴ Esse enfoque é descrito no item 2.3.

¹²⁵ Quando aplicado com o objetivo de otimizar os custos da qualidade, este enfoque permite, por exemplo, a identificação de prováveis causas que geram os custos de falha. Isso possibilita à equipe de melhoria desenvolver ações corretivas e/ou preventivas para eliminar ou enfraquecer essas causas. Assim, um maior valor pode ser fornecido ao cliente (resultante da oferta de produtos mais confiáveis, por exemplo), e/ou uma melhor eficiência operacional pode ser obtida mediante a redução dos índices de falha. Conforme apresentado no Capítulo 1, é possível conseguir maiores margens financeiras em decorrência de:

- um aumento de preço proporcionado pela oferta de maior valor para o cliente, e/ou
- uma redução de custos ocasionada pela diminuição das falhas sem aumento correspondente em custos de prevenção ou avaliação.

ANÁLISE DO PROCESSO¹²⁶

Segundo Martin (1998), a criação de valor empresarial se faz por meio da transformação produtiva dos recursos em bens e serviços, e a transformação produtiva dos recursos é efetuada no âmbito das empresas mediante uma série de processos internos, também chamados de processos do negócio. Martin ainda faz referência a Grieco & Pilachowski (1995) ao afirmar que são os processos do negócio que produzem valor e geram custos, e também ao concluir que é fundamental que o valor produzido por esses processos seja maior do que seus respectivos custos¹²⁷. Harrington (1993), por sua vez, definiu processo como um grupo de tarefas interligadas logicamente, que fazem uso dos recursos da organização para gerar resultados definidos e pré-determinados em apoio aos objetivos organizacionais. As figuras 2.4.a e 2.4.b representam essa definição. Assim, segundo Martin (1998), cada processo do negócio:

- Gera um determinado produto;
- Tem receptores do produto, que são os clientes internos ou externos;
- Consome recursos (insumos) de diferentes naturezas (trabalho humano, materiais, capital, tecnologia, informação, etc.), que constituem custos;
- Precisa de um determinado tempo para sua execução, denominado “tempo de ciclo”;
- Apresenta variância (tanto na obtenção dos produtos e na geração de valor, como no consumo de recursos e tempo), a qual também implica em custo;
- Pode ser decomposto em atividades, que são tarefas seqüenciais interrelacionadas que transformam os insumos em produtos. As

¹²⁶ Dentre as várias referências bibliográfica existentes sobre Análise do Processo, para o escopo deste trabalho, vale destacar as publicações “*How Process Enterprises Really Work*”, de Michel Hammer e Steven Stanton, 1999, “A Redução Estratégica de Custos”, do Prof. Dr. Nilton Cano Martin, 1998, e “Aperfeiçoando Processos Empresariais”, de Harrington, 1993. Hammer e Stanton discutem em sua publicação o moderno enfoque de gerência de processos, que tem conduzido as empresas a uma gestão “horizontal” em contrapartida a uma gestão tradicionalmente “vertical”, i.e., com foco em departamentos e sua estrutura hierárquica. Por outro lado, em sua publicação, Martin faz uma análise da redução estratégica de custos sob a ótica dos processos, discutindo a importância da criação de valor e das atividades de suporte para a manutenção de uma vantagem competitiva superior. Harrington, por sua vez, aborda conceitos de gerência de processos e apresenta técnicas para melhorar seu desempenho.

¹²⁷ A relação entre valor e custo é abordada com mais profundidade no item 1.1.

atividades, por sua vez, também podem ser decompostas em sub-atividades ou tarefas.

É importante observar que a análise de um processo é bastante facilitada pela construção de um diagrama de fluxo (fluxograma) exibindo os vários passos e as diversas etapas do processo¹²⁸. O fluxograma permite uma análise visual de detalhes importantes do processo, que, de outra forma, passariam despercebidos.

A utilização desses conceitos no Modelo para Produzir Melhorias fornece subsídios para construir conhecimento a respeito do objeto a ser melhorado, ou seja, o processo. Todo processo possui entradas e saídas, fornecedores e clientes, e utiliza recursos para efetuar uma transformação das entradas. Os processos possuem uma missão e têm fronteiras de atuação, que são determinadas por algumas atividades que marcam seu início, e por outras atividades que determinam seu fim. Dessa forma, a análise do processo é uma técnica valiosa para responder às três questões fundamentais do Modelo para Produzir Melhorias¹²⁹:

- *O quê se deseja realizar?*

Mediante a identificação do cliente do processo, a determinação de suas expectativas e necessidades, e a visualização das fronteiras do processo e dos recursos utilizados, é possível entender com bastante clareza o quê e onde deve ser melhorado, e quais são os pontos mais vulneráveis do processo. Deve ser identificado o caminho crítico do processo. Nos casos em que se deseja melhorar sua eficiência, esse caminho crítico normalmente corresponderá a seu “gargalo”, que é o ponto onde há um estrangulamento do fluxo¹³⁰. Este ponto determina a velocidade de

¹²⁸ As figuras 3.6.a e 3.8.a representam exemplos de diagrama de fluxo, ou fluxograma, utilizados para a análise de processos dentro do contexto real de um projeto de melhoria.

¹²⁹ Este enfoque, quando aplicado para otimizar os custos da qualidade (por exemplo, mediante a simplificação de processos produtivos de maneira a torná-los mais eficientes e eficazes), dependendo dos investimentos em prevenção ou avaliação requeridos, pode produzir mais valor para o cliente (resultante da oferta e entrega mais rápida de produtos mais confiáveis, por exemplo), e/ou melhorar a eficiência operacional da empresa pela diminuição dos índices de falha, reduzindo, dessa forma, seus custos operacionais. Conforme abordagem apresentada no Capítulo 1, é possível garantir maiores margens financeiras em função de:

- um aumento de preço ocasionado pela oferta de maior valor para o cliente, e/ou
- uma redução de custos pela diminuição de falhas sem aumento correspondente em custos de prevenção ou avaliação.

¹³⁰ As métricas de desempenho (ref. item 2.3), na maioria das vezes, devem mensurar a performance do processo nestes pontos, pois, caso eles funcionem adequadamente, todo o processo poderá ter bom desempenho em termos de eficiência.

operação do processo, e estabelece, portanto, sua capacidade. Por outro lado, quando se deseja melhorar a eficácia¹³¹ do processo, o caminho crítico a ser analisado deverá ser aquele que produz o principal valor para o cliente.

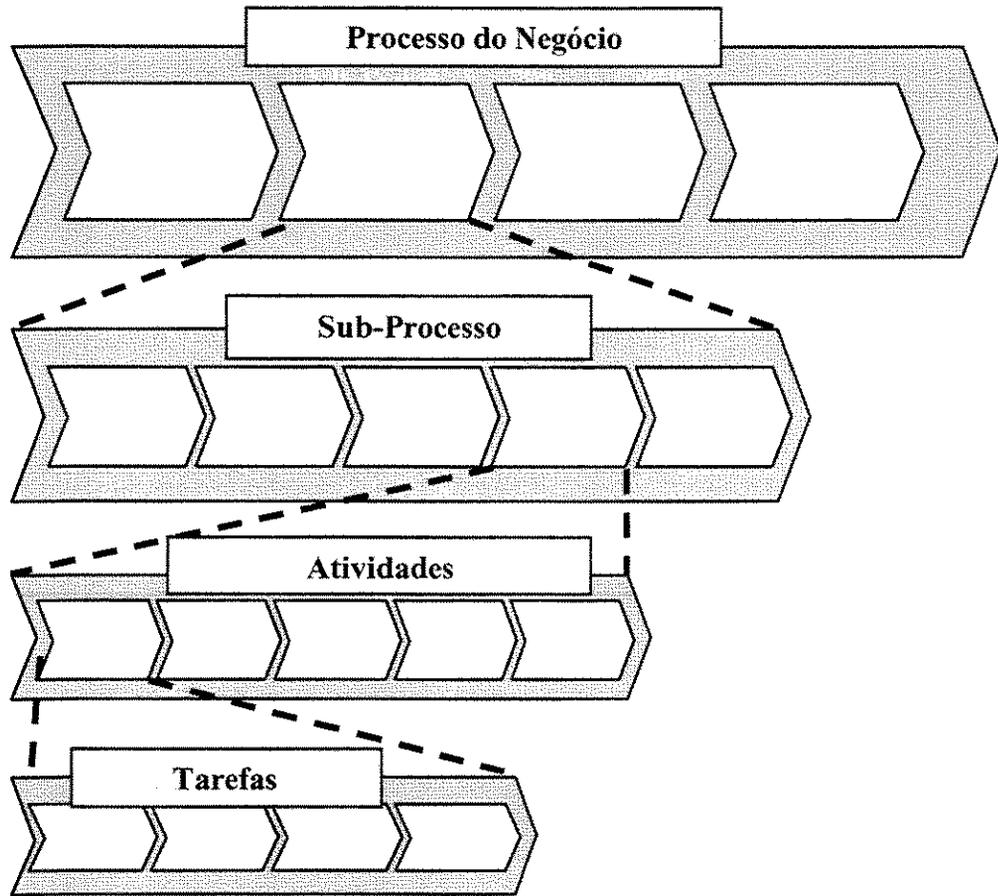
- *Como saber se uma mudança produzirá melhoria?*

O conhecimento do processo facilita a definição das métricas de desempenho que devem ser consideradas para avaliar o sucesso das mudanças a serem efetuadas. Os testes realizados em pequena escala devem produzir resultados satisfatórios nas métricas de desempenho do processo selecionadas para monitorar o progresso das mudanças e avaliar o sucesso do projeto de melhoria. Normalmente as métricas de desempenho do processo devem estar alinhadas com sua principal missão, com as expectativas dos clientes, com o grau de eficiência e eficácia desejado, e não devem ultrapassar as fronteiras do processo.

- *Quais mudanças poderão ser feitas e que resultarão em melhoria?*

As mudanças a serem realizadas devem ser esboçadas no fluxograma do novo processo. Isso permite uma análise crítica do novo contexto e ajuda a prevenir possíveis problemas na implementação das mudanças. Atualmente, existem sistemas informatizados que permitem simulações de fluxo, e fornecem, dessa forma, um bom suporte para as análises críticas das mudanças em desenvolvimento. A utilização de fluxogramas também é bastante útil durante os ciclos PDSA de implementação das mudanças, especialmente nas etapas de documentação do processo e treinamento das pessoas envolvidas.

¹³¹ Existem várias discussões a respeito dos conceitos de eficiência e eficácia de processo. No entanto, para o escopo deste trabalho, entende-se que eficiência está diretamente correlacionada com o grau de recursos consumidos pelo processo para executar sua missão (ex. tempo, pessoas, materiais, etc.), e eficácia com o grau de atendimento aos requisitos pré-estabelecidos. Portanto, eficiência tem uma correlação mais forte com produtividade, e eficácia com qualidade.



Processos do Negócio
Fluxo de trabalho requerido para conduzir um objetivo de negócio maior, com importância para a organização empresarial como um todo, e para a consecução de sua missão e estratégia.

Sub-Processo
Conjunto lógico, relacionado e seqüencial de atividades que compõe uma porção considerável do processo do negócio.

Atividades
Conjunto lógico, relacionado e seqüencial de tarefas que compõe uma porção considerável de um sub-processo.

Tarefas:
Conjunto lógico, relacionado e seqüencial de rotinas de trabalho que acontecem no mais baixo nível de detalhe. São geralmente desempenhadas por uma pessoa ou por um pequeno grupo de pessoas.

FIGURA 2.4.a – Hierarquia de Processos Empresariais

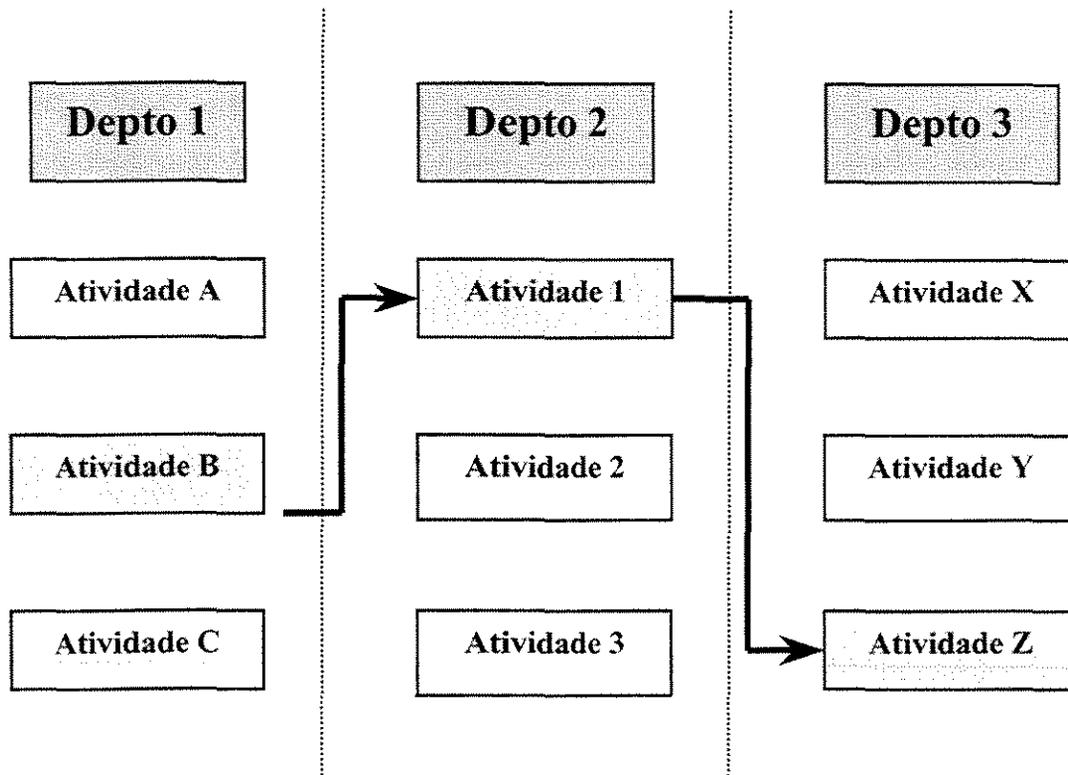


FIGURA 2.4.b – Seqüência de Atividades Multifuncionais Interconectadas formando um Processo

CARTAS DE CONTROLE¹³²

Em 1920, Dr. Walter A. Shewhart, dos Laboratórios de Telefonia Bell, estudando variabilidade nos processos de manufatura, concluiu que todos esses processos pressupõem a existência de variação em suas características e no seu desempenho. Ele identificou dois componentes de variabilidade: um estável e inerente ao processo, e outro intermitente e não associado ao processo. A variação inerente ao processo, denominada aleatória, foi atribuída a causas comuns (não assinaláveis e internas ao processo), enquanto que a variação intermitente foi atribuída a causas especiais (assinaláveis e externas ao processo). Concluiu-se, dessa forma, que as causas especiais poderiam ser economicamente descobertas e removidas por meio de um diagnóstico criterioso.

¹³² Dentre as várias referências bibliográfica existentes sobre Cartas de Controle, para o escopo deste trabalho, vale destacar o *Juran's Quality Control Handbook*, Quarta Edição, 1988, Capítulo 24, páginas 3 e 7. Neste capítulo, Juran apresenta o conceito de controle estatístico de processo, e discute a aplicação dos tipos de carta de controle em diversas situações práticas. Também merece citação a obra de Donald J. Wheeler, "*Understanding Variation – The Key to Managing Chaos*", 1993. Wheeler discute a aplicação do pensamento estatístico e das cartas de controle a métricas diversas, especialmente àquelas correlacionadas com processos do negócio e com o desempenho empresarial.

Contudo, as causas comuns não poderiam ser economicamente identificadas e removidas sem a realização de mudanças básicas no processo.

A variação de qualquer característica particular de um processo (monitorada por meio de uma métrica, por exemplo) pode ser quantificada por amostragem e dimensionada pela estimativa dos parâmetros de sua distribuição estatística. Mudanças na distribuição podem ser reveladas ao se exibir estes parâmetros ao longo do tempo. Essa exibição é denominada “carta de controle”. Recomenda-se que sejam exibidos em torno de 25 pontos, calculados com base em 25 amostras, para que a análise seja baseada em uma quantidade de pontos estatisticamente significativa. Uma carta complementar normalmente é utilizada para exibir as amplitudes de cada amostra coletada. Uma linha central é determinada para as duas cartas, e, com base nessa média, são estabelecidos os limites de controle superior e inferior (LSC e LIC), que correspondem a +/- 3 desvios padrões contados a partir da linha central. A faixa compreendida entre esses limites corresponde à variação aleatória do processo. Pontos localizados fora dos limites de controle indicam grande probabilidade de atuação de causas especiais no processo.

Um processo que apresenta somente causas comuns é dito sob “controle estatístico”. Após as causas especiais terem sido descobertas e eliminadas, os limites deverão ser recalculados para novos 25 pontos, o que normalmente resultará em uma faixa mais estreita entre os limites, como consequência de uma redução da variabilidade total do processo. Assim, esses novos limites de controle, calculados com base somente nas causas comuns de variabilidade, determinam o limite econômico para melhoria. Somente uma reformulação do processo produzirá nova redução em sua variabilidade.

As cartas de controle podem ser classificadas em:

Cartas por variáveis

- \bar{X} & R: gráficos das médias amostrais e suas amplitudes;
- \bar{X} & S: gráficos das médias amostrais e seus desvios padrões;
- \bar{X} & S^2 : gráficos das médias amostrais e suas variâncias;
- XmR : gráficos similares aos gráficos \bar{X} & R com tamanho de amostra igual a 1. Nesse caso, as amplitudes são calculadas de um ponto para outro, i.e., entre dois pontos subsequentes, uma vez que não há como calculá-las para a amostra, que é de tamanho 1;

Cartas por Atributos

- P: gráfico da fração defeituosa em cada amostra de tamanho “n”;
- Np: gráfico da quantidade de itens defeituosos em cada amostra de tamanho “n”;
- U: gráfico da quantidade de defeitos por unidade;
- C: gráfico da quantidade de defeitos em cada amostra de tamanho “n”;

O Modelo para Produzir Melhorias representa uma ótima oportunidade para a aplicação das cartas de controle dentro de um contexto estratégico. Nesse sentido, as cartas de controle podem ser utilizadas como uma técnica simples e de fácil assimilação pela equipe que está desenvolvendo, executando e implementando o projeto de melhoria. A seguir, são apresentados alguns enfoques abordando como as cartas de controle podem fornecer subsídios à equipe de projeto para responder às questões fundamentais do Modelo para Produzir Melhorias¹³³:

- *O quê se deseja realizar?*

As cartas de controle podem ser utilizadas para sinalizar a existência de causas especiais que atuam em um determinado parâmetro de processo. Esse parâmetro pode ser de alto nível¹³⁴ (i.e., representado por métricas estratégicas derivadas do *Balanced Scorecard*¹³⁵) ou de baixo nível (ex. medida da dimensão de uma peça mecânica durante seu processo de produção). Nessa situação, é possível utilizar essa técnica para guiar as primeiras análises. Quando as medições indicarem uma possível atuação de causas especiais, deve ser investigado o quê aconteceu naquela ocasião

¹³³ A aplicação das cartas de controle sob a ótica do Modelo para Produzir Melhorias com o objetivo de otimizar os custos da qualidade (por exemplo, mediante a sinalização de causas especiais que atuam no processo), dependendo dos investimentos em prevenção ou avaliação requeridos para eliminar essas causas especiais, pode produzir mais valor para o cliente (resultante da oferta de produtos mais confiáveis, por exemplo), e/ou melhorar a eficiência operacional da empresa pela diminuição dos índices de falha, reduzindo, dessa forma, seus custos operacionais. Conforme abordagem do Capítulo 1, isso permite à empresa uma obtenção de maiores margens financeiras em decorrência de:

- um aumento de preço proporcionado pela oferta de maior valor para o cliente, e/ou
- uma redução de custos resultante da diminuição de falhas sem aumento correspondente em custos de prevenção ou avaliação.

¹³⁴ Um enfoque interessante a respeito de como utilizar cartas de controle para analisar a variabilidade de métricas de alto nível é apresentada por Wheeler, Donald J. em sua obra *Understanding Variation – The Key to Managing Chaos*, publicada em 1993

¹³⁵ O conceito de *Balanced Scorecard* é discutido no item 1.3.

(normalmente um diário de bordo deve acompanhar a maioria dos pontos da carta, de forma a permitir rastreabilidade aos fatos e subsidiar as análises iniciais). Dessa forma, as cartas de controle ajudam a identificar o quê precisa ser melhorado. Na realidade, outras técnicas podem ser utilizadas em conjunto com as cartas de controle, tais como diagramas de causa e efeito, mapeamento de processos, etc., para permitir uma clara definição do problema. Nos casos em que se deseja melhorar um processo que já está sob controle estatístico, i.e., isento de causas especiais, as cartas de controle podem ser utilizadas para calcular a capacidade do processo¹³⁶ corrente e subsidiar a determinação da capacidade desejada para o novo processo.

- *Como saber se uma mudança produzirá melhoria?*

A resposta a essa questão normalmente requer a utilização de métricas de desempenho associadas ao objeto de melhoria. Assim, o enfoque estatístico das cartas de controle aplicado às métricas de interesse é fundamental para a análise dos resultados. As tendências das métricas antes e após as mudanças, bem como a ocorrência de pontos além dos limites de controle, são fatos que subsidiam as conclusões a respeito da eficiência das mudanças em teste ou em implementação. Se, por exemplo, a tendência desejada for ascendente e, após a implementação de uma mudança, forem freqüentemente observados pontos acima do limite superior de controle, poderemos ter uma forte indicação de que o processo mudou para melhor. Análises subsequentes devem confirmar essa conclusão. Durante os ciclos de teste, as cartas de controle podem ser utilizadas para avaliar as conseqüências das mudanças nos resultados de interesse. Durante os ciclos de implementação, as cartas de controle podem ser utilizadas para confirmar os resultados dos testes e acompanhar o desempenho do processo até sua estabilização. Quando a melhoria puder ser atingida apenas com a eliminação de causas especiais, será grande a utilidade das cartas de controle na rastreabilidade de ocorrências que

¹³⁶ Capacidade de Processo corresponde à correlação entre sua variabilidade natural e a variabilidade desejada.

possam indicar a atuação dessas causas. Nesses casos, a melhoria será evidente quando for observada a estabilidade da métrica após a implementação da mudança que provocou essa estabilização.

- *Quais mudanças poderão ser feitas e que resultarão em melhoria?*

A avaliação a respeito de quais mudanças provocaram uma determinada melhoria pode ser apoiada pela análise das cartas de controle. Durante a etapa de teste, os efeitos de cada mudança podem ser observados individualmente por meio do enfoque estatístico das cartas de controle. Contudo, em situações mais complexas, onde há vários parâmetros em análise e muitas mudanças em teste, é recomendada a aplicação de técnicas mais apropriadas, tais como Projeto de Experimentos, de forma a subsidiar, inclusive, o estudo de interações entre as características a serem alteradas e otimizar o resultado final a ser obtido com essas mudanças.

PROJETO DE EXPERIMENTOS¹³⁷

Geralmente é mais eficiente e econômico estimar os efeitos de diversas variáveis, ou características, simultaneamente. Uma das técnicas mais úteis para a realização dessas análises é o Projeto de Experimentos. Essa ferramenta estatística é utilizada para estimar o grau de influência de determinadas características previamente selecionadas, inclusive de suas interações mútuas, nos resultados de um parâmetro em estudo, mediante a realização de experimentos controlados e a análise da variabilidade dos resultados obtidos após a realização desses experimentos. Essa técnica estatística pode ser aplicada, por exemplo, quando se deseja analisar simultaneamente o efeito de diversas mudanças a serem realizadas em determinadas características.

¹³⁷ Dentre as várias referências bibliográfica existentes sobre Projeto de Experimentos, para o escopo deste trabalho, vale destacar o *Juran's Quality Control Handbook*, Quarta Edição, 1988, Capítulo 26. Neste capítulo, Juran apresenta os principais conceitos envolvendo o assunto e diversas aplicações práticas dessa técnica. Dada a complexidade dessa ferramenta, para aquelas pessoas que desejam se aprofundar na sua compreensão, recomenda-se o livro "*Statistics for Experiments - An Introduction to Design, Data Analysis, and Model Building*", de George E.P.Box, Wolliam G. Hunter, e J.Stuart Hunter, 1978.

As características que exercem influência no resultado de determinado parâmetro devem ser inicialmente identificadas e selecionadas. Em seguida, os níveis de desempenho, ou controle, de cada característica devem ser atribuídos. Os níveis correntes devem ser considerados nas experiências, assim como os níveis propostos. A seqüência de experiências deve, então, ser organizada por meio de uma matriz onde as linhas representam as experiências a serem realizadas e as colunas representam as características a serem consideradas em cada experiência. Cada linha da matriz considera um determinado nível para cada característica (ref. Tabela 2.4.c).

Na Tabela 2.4.c, são considerados “n” tipos de experiência distintos, sendo que a diferença entre eles reside nas diversas combinações dos níveis 1 e 2 das características 1, 2, 3,...N. Observa-se que $n=2^N$ quando são utilizados exatamente 2 níveis de variação por característica. Na matriz apresentada, para cada tipo de experiência, são realizadas “z” rodadas, a partir das quais são extraídas a média e a variância. Tem-se, dessa forma, os resultados do parâmetro em estudo para as diversas combinações dos níveis das características. O nível 1 poderia representar, por exemplo, as condições atuais das características em questão. O nível 2 poderia representar as mudanças propostas. Um tratamento estatístico adequado das médias e das variâncias dos resultados encontrados para cada tipo de experimento permite extrair conclusões a respeito de qual é a combinação ótima de níveis 1 e 2 de forma a garantir o melhor resultado para o parâmetro. As interações entre as características constituem um importante fator considerado durante essas análises. Isso significa que, nem sempre, a implementação de todas as mudanças poderá otimizar o parâmetro. Muitas vezes a interação entre duas características somente produzirá o efeito desejado ao se manter uma delas inalterada, i.e., sem implementação de mudanças, pois, nesse caso, a interação entre as características é otimizada quando uma delas é mantida no nível 1 e a outra é mantida no nível 2.

	NÍVEIS DAS CARACTERÍSTICAS					RESULTADOS		
	C1	C2	C3	...	CN	Resultados Individuais	Média	Variância
EXPERIÊNCIAS	1	1	1	...	1	R ₁₋₁	\bar{X}_1	S ₁ ²
						R ₁₋₂		
						...		
						R _{1-z}		
	2	1	1	...	1	R ₂₋₁	\bar{X}_2	S ₂ ²
						R ₂₋₂		
						...		
						R _{2-z}		
	1	2	1	...	1	R ₃₋₁	\bar{X}_3	S ₃ ²
						R ₃₋₂		
						...		
						R _{3-z}		
	1	1	2	...	1	R ₄₋₁	\bar{X}_4	S ₄ ²
						R ₄₋₂		
						...		
						R _{4-z}		

	2	2	2	...	2	R _{n-1}	\bar{X}_n	S _n ²
						R _{n-2}		
						...		
R _{n-z}								

TABELA 2.4.c – Exemplo de matriz de experimentos controlados com 2 níveis de variação das características

É importante frisar que vários outros fatores diferentes das características selecionadas para o experimento controlado podem afetar o resultado do parâmetro. Entretanto, para que a validade das experiências não seja prejudicada, o que acarretaria em perda desnecessária de recursos (tempo e dinheiro), recomenda-se que:

- todas as características controláveis de grande influência sobre o parâmetro a ser estudado façam parte dos experimentos (a seleção dessas características deve ser realizada inicialmente com o apoio técnico de especialistas do processo e do assunto que é o objeto de análise);
- as características não controláveis de grande influência sobre o parâmetro a ser estudado sejam identificadas e suas amostras de níveis 1 e 2 sejam,

dentro do possível, coletadas, de forma a permitir conclusões a seu respeito (se a influência dessas características for muito superior à influência das outras, as conclusões das análises poderão levar a empresa a realizar investimentos com o objetivo de anular seu efeito);

- as características de pequena influência (controláveis ou não) sobre o parâmetro a ser estudado estejam aleatoriamente intrínsecas às amostras selecionadas para as experiências. Isso garantirá sua “quase” anulação nos resultados finais, o que produzirá um pequeno “ruído”, que não chegará a prejudicar as conclusões da análise.

Existem matrizes econômicas para a realização de experimentos como esses. Essas matrizes são utilizadas principalmente nos casos onde várias características, parâmetros e níveis estão envolvidos nas análises, e, por essa razão, a realização do experimento fatorial completo (i.e., considerando todas as combinações possíveis de níveis e características) apresenta um alto custo e/ou grande dificuldade de execução prática. Assim, essas matrizes não consideram todas as combinações possíveis, e, por isso, perdem um pouco de seu poder de análise. Entretanto, elas garantem despesas menores para a realização dos estudos. Vale ressaltar que, normalmente, os primeiros estudos são realizados com as matrizes completas. Com o aprendizado obtido, as matrizes econômicas passam a ser utilizadas mediante a eliminação ou redução daquelas características e níveis de menor importância.

Igualmente às cartas de controle, o Modelo para Produzir Melhorias representa uma ótima oportunidade para a aplicação da técnica de Projeto de Experimentos dentro de um contexto estratégico. A seguir, são apresentados alguns enfoques abordando como o Projeto de Experimentos pode fornecer subsídios para responder às questões fundamentais do Modelo para Produzir Melhorias¹³⁸:

¹³⁸ A utilização da técnica de projeto de experimentos sob a ótica do Modelo para Produzir Melhorias com a finalidade de otimizar os custos da qualidade (por exemplo, mediante a determinação dos parâmetros ótimos de um processo de manufatura), dependendo dos investimentos em prevenção ou avaliação requeridos para efetuar os ajustes nesses parâmetros e atingir seu ponto ótimo, pode produzir mais valor para o cliente (resultante da oferta de produtos mais confiáveis, por exemplo), e/ou melhorar a eficiência operacional da empresa com a minimização dos índices de falha, reduzindo, dessa forma, seus custos operacionais. Conforme abordagem do Capítulo 1, isso proporciona maiores margens financeiras em decorrência de:

- um aumento de preço ocasionado pela oferta de maior valor para o cliente, e/ou
- uma redução de custos causada pela diminuição de falhas sem aumento correspondente em custos de prevenção ou avaliação.

- *O quê se deseja realizar?*

Por meio da aplicação da técnica de Projeto de Experimentos, é possível obter-se uma melhor definição do que deve ser efetivamente melhorado. Pode-se, por exemplo, realizar uma combinação de técnicas de análise e solução de problemas. A aplicação do diagrama de causa e efeito pode determinar as características que representam os maiores causadores de um dado efeito. Em seguida, o Projeto de Experimentos pode ser aplicado para segregar aquelas características que exercem as maiores influências no desempenho do parâmetro. Após identificadas essas características, elas passam a ser o alvo das melhorias que serão delineadas em experimentos subsequentes.

- *Como saber se uma mudança produzirá melhoria?*

Os resultados dos experimentos controlados indicarão quais das mudanças propostas provavelmente trarão melhorias no desempenho do parâmetro. Conforme abordado anteriormente, é possível que a otimização das interações entre as características, o que pode significar a manutenção de algumas delas nos níveis atuais, represente uma melhoria maior do que a implementação de mudanças em todas as características. De qualquer forma, o Projeto de Experimentos constitui uma poderosa ferramenta estatística com plenas condições de apontar as mudanças que resultarão em melhoria e, até mesmo, otimização do desempenho do parâmetro em análise. Vale citar a importância da utilização de técnicas complementares na fase de implementação das mudanças. As cartas de controle, por exemplo, deverão confirmar as tendências esperadas e indicar o momento de estabilização dos resultados.

- *Quais mudanças poderão ser feitas e que resultarão em melhoria?*

Conforme mencionado anteriormente, a realização de experimentos controlados permite eleger a melhor combinação de mudanças a serem realizadas nas características previamente selecionadas, de forma a obter um melhor, e até mesmo um ótimo, desempenho do parâmetro. Esses

experimentos devem ser realizados durante os ciclos PDSA de teste de mudanças.

ANÁLISE DO MODO E EFEITO DE FALHA (FMEA)¹³⁹

Segundo a norma QS 9000 (2ª edição, 1995), o FMEA (Análise do Modo e Efeito de Falha) pode ser descrito como um conjunto sistematizado de atividades com a finalidade de:

1. Reconhecer e avaliar a falha potencial de um produto ou processo e seus respectivos efeitos;
2. Identificar ações que poderiam eliminar ou reduzir as chances de ocorrência da falha potencial;
3. Documentar essas análises.

Embora os engenheiros já realizassem análises como essas em seus projetos ou processos de manufatura há muito tempo, a primeira aplicação formal do FMEA foi uma inovação da indústria aeroespacial na década de 60. De fato, a necessidade de utilização de técnicas disciplinadas para identificação e eliminação de falhas potenciais tornou-se imprescindível em decorrência do comprometimento empresarial de melhorar continuamente, sempre que possível, seus produtos e processos

Conforme a QS 9000, a responsabilidade pela preparação do FMEA deve ser designada a um indivíduo em particular, mas os dados de entrada (“*inputs*”) do FMEA devem ser resultantes de um esforço de equipe. Para tanto, uma equipe de indivíduos detentores do conhecimento deve ser formada, i.e., devem fazer parte da equipe engenheiros ou técnicos “*experts*” em projeto, desenvolvimento, manufatura, montagem, serviço, qualidade, confiabilidade, etc.

Um dos fatores mais importantes para a implementação bem sucedida de um programa FMEA é sua execução no tempo correto. Assim, segundo a QS 9000, o FMEA

¹³⁹ Dentre as várias referências bibliográfica existentes sobre FMEA (Análise do Modo e Efeito de Falha), para o escopo deste trabalho, vale destacar o Manual de FMEA da norma QS 9000, Segunda Edição, 1995. Este manual explica com bastante clareza e objetividade como a técnica de FMEA deve ser aplicada em projeto de produtos e no desenvolvimento de processos de produção.

é uma ação “anterior ao evento”, e não um exercício “posterior ao fato”. Para que os ganhos atingidos com esse programa sejam otimizados, o FMEA deve ser realizado antes que o modo de falha tenha sido inadvertidamente introduzido no produto ou processo. A aplicação dessa técnica pode reduzir ou eliminar a chance de implementação de uma mudança corretiva no produto ou processo, mudanças estas que podem gerar grandes impactos à operação empresarial, além de proporcionar custos maiores do que o esperado¹⁴⁰.

A Tabela 2.4.d apresenta um exemplo simplificado da aplicação do FMEA de processo. O FMEA de projeto segue uma rotina bastante similar. Observa-se, a partir da tabela, o cálculo do fator RPN (Número de Prioridade de Risco, ou *Risk Priority Number*), que corresponde ao produto Severidade X Ocorrência X Detecção. Cada um desses fatores pode variar de 1 a 10, onde o valor “1” corresponde à melhor situação e o valor “10” corresponde à pior. Assim, o fator RPN pode variar de 1 a 1000. Normalmente, deverão ser definidas ações para minimizar o fator RPN quando seu valor for maior do que 100. Esta, no entanto, não é uma regra geral. Cabe à equipe de FMEA estabelecer critérios para a definição de ações com o objetivo de conter o problema potencial.

Sugere-se que a aplicação do FMEA ocorra dentro de um contexto onde exista uma rotina de processo já definida (i.e., da qual o FMEA já faça parte, como, por exemplo, a rotina de desenvolvimento de um novo produto ou processo), ou como apoio a projetos de melhoria delineados com base no Modelo para Produzir Melhorias. A seguir, são apresentados alguns enfoques abordando como o FMEA pode fornecer subsídios para responder às questões fundamentais do Modelo para Produzir Melhorias¹⁴¹:

¹⁴⁰ O FMEA é uma ferramenta tipicamente preventiva. Assim sendo, sua aplicação deve elevar os custos de prevenção. Em contrapartida, a aplicação do FMEA deve reduzir os custos de falha interna, dentre eles os custos associados a mudanças corretivas de projeto ou de processo (ref. item 1.6)

¹⁴¹ Quando aplicado com o objetivo de otimizar os custos da qualidade, este enfoque permite, por exemplo, a identificação de causas de falhas potenciais, bem como a determinação de ações preventivas para anular ou enfraquecer os efeitos dessas causas, minimizando, assim, a ocorrência das falhas correspondentes. Assim, um maior valor pode ser fornecido ao cliente (resultante da oferta de produtos mais confiáveis, por exemplo), e/ou uma melhor eficiência operacional pode ser obtida mediante a minimização dos índices de falha (resultante da implementação de ações preventivas com a finalidade de evitar ou minimizar a ocorrência de certos tipos de falha). Conforme apresentado no Capítulo 1, é possível conseguir maiores margens financeiras em decorrência de:

- um aumento de preço proporcionado pela oferta de maior valor para o cliente, e/ou

- *O quê se deseja realizar?*

O FMEA pode auxiliar a equipe de melhoria a determinar o quê deve ser efetivamente melhorado. O fator RPN pode servir como guia e estabelecer as prioridades de melhoria, determinando onde os esforços da equipe deverão estar concentrados. Dessa forma, dependendo do grau de profundidade da aplicação do FMEA, esta técnica poderá esboçar detalhes do produto ou processo que podem ou devem ser melhorados. Assim, a determinação do fator RPN indicará as prioridades a serem atacadas em sub-projetos menores, que, por sua vez, farão parte de um escopo maior de melhoria situado em um nível mais estratégico.

- *Como saber se uma mudança produzirá melhoria?*

Após a definição de ações para eliminar ou minimizar os riscos de falha de um produto ou processo, o fator RPN deverá ser recalculado para cada item onde essas ações foram definidas. A equipe de FMEA deverá atingir um consenso a respeito do novo valor desse fator de maneira a validar as ações propostas. Logicamente, outras ferramentas para análise e solução de problemas, tais como diagramas de causa-efeito, cartas de controle de processos similares, resultados de testes realizados em produtos similares utilizando técnicas de projetos de experimentos, etc., deverão subsidiar a equipe nas tarefas de cálculo do RPN e definição de ações. Se o fator RPN recalculado apresentar um valor menor do que o valor inicialmente estimado, então as ações definidas para o item em particular muito provavelmente representarão uma melhoria no produto ou processo em questão. Essa suspeita deverá ser confirmada nos ciclos PDSA de teste e implementação de mudanças, onde outras técnicas, tais como cartas de controle, deverão ser utilizadas para monitorar os resultados das mudanças realizadas.

• uma minimização de custos ocasionada pela diminuição das falhas sem aumento correspondente em custos de prevenção ou avaliação.

- *Quais mudanças poderão ser feitas e que resultarão em melhoria?*

Conforme descrito anteriormente, a determinação de ações de mudança deverá ser validada pelo recálculo do fator RPN. A diminuição do valor de RPN indicará que as mudanças propostas poderão representar melhoria no produto ou processo em análise. Assim, o FMEA poderá ajudar na identificação das mudanças que provavelmente reduzirão os riscos de falha do produto ou processo, e, portanto, resultarão em sua melhoria.

Operação de Processo	Modo de Falha Potencial	Efeito de Falha Potencial	Severidade	Causas e Mecanismos da Falha Potencial	Ocorrência	Controle de Processo Corrente	Deteção	RPN	Ações Recomendadas	Responsabilidade e data de implementação das ações	Ações tomadas
Soldagem de componente	Componente solto	Peça sem função elétrica	8	Solda fria	4	Inspeção visual e testes funcionais no produto	2	64	Alterar regulagem da máquina de solda	Engenharia de Manufatura 30/Abr	Operadores foram re-treinados na operação
.....
.....
Colagem da etiqueta	Danificação de componentes por ESD*	Peça sem função elétrica	8	Destaque da etiqueta de sua base gera carga estática	3	Testes funcionais no produto	6	144	Instalar ventilador ionizador na operação de destaque da etiqueta	Engenharia de Manufatura 15/Mar	Foram instaladas mantas anti-estáticas nas bancadas de montagem

* ESD – *Electro-Static Discharge* (Descarga Eletrostática)

TABELA 2.4.d – Exemplo de aplicação de FMEA de processo

OUTRAS TÉCNICAS PARA ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Várias outras técnicas podem ser utilizadas como ferramentas de apoio ao Modelo para Produzir Melhorias. Não é objetivo deste trabalho descrever todas essas ferramentas, mas apenas ilustrar como algumas delas podem e devem ser consideradas pela equipe de melhoria em suas análises e conclusões.

Nesse sentido, além das técnicas apresentadas anteriormente, merecem destaque:

- **Desdobramento da Função Qualidade (QFD - *Quality Function Deployment*)**

Esta técnica pode ser utilizada no desenvolvimento de novos produtos ou processos, ou na determinação de mudanças que proporcionem melhorias em produtos ou processos existentes. Sua principal aplicação consiste na identificação dos valores requeridos pelos clientes de um determinado produto ou processo a ser desenvolvido (determinados a partir dos requisitos, expectativas e necessidades dos clientes), e na transformação desses valores em características próprias que deverão nortear a definição das especificações técnicas do produto ou processo em questão. Observa-se, portanto, que esse enfoque pode ser bastante útil no dimensionamento do valor financeiro de um produto, o que é fundamental para a determinação de seu preço, e, conseqüentemente, de seu custo desejado¹⁴²;

- ***Benchmarking***

Este método pressupõe inicialmente a identificação da empresa ou organização que detém o melhor produto ou processo existente no mercado, empresa esta conhecida como *benchmark*. Deve ser feita, então, uma avaliação comparativa com o *benchmark* para buscar as razões pelas quais o produto ou processo dessa empresa é considerado o melhor do mercado. Feita essa análise, deve-se procurar superar o *benchmark*, com o objetivo de obter um produto ou processo melhor e mais perfeito.

Finalmente, o resultado desse estudo deve ser implementado pela equipe de melhoria. Dessa forma, observa-se que, em muitos casos, é mais simples e vantajoso avaliar algo já existente no mercado, reconhecido por seu bom desempenho, do que desenvolver uma solução nova, sem ter tido qualquer experiência prática anterior no assunto em questão. Nesses casos, a equipe deve identificar o melhor do mercado, realizar sua avaliação "*in loco*" (logicamente com a concordância da empresa *benchmark*), comparar a solução encontrada com aquilo que sua própria empresa possui em funcionamento, e aperfeiçoar e adaptar essa solução conforme a necessidade e a viabilidade técnica e econômica existentes. É boa prática a realização de uma troca de informações entre as empresas, onde cada uma das partes apresenta o que tem de melhor para que a outra possa aproveitar suas idéias e concepções.

Adicionalmente, outras práticas simples e de grande utilidade podem contribuir bastante para o gerenciamento do projeto pela equipe de melhoria. Dentre essas práticas, vale ressaltar as **Planilhas W-4**, que são muito úteis no monitoramento das tarefas e na garantia de sua objetividade, bem como no controle de responsabilidades e compromissos pessoais. As Planilhas W-4 devem ser documentadas e atualizadas constantemente, de forma a esclarecer:

- O quê (*What*) deverá ser feito (tarefas);
- Por quê (*Why*) determinada tarefa foi definida;
- Quem (*Who*) será o responsável pela execução da tarefa;
- Quando (*When*) a tarefa deverá ser concluída.

Essas tarefas são constituídas por ações individuais que devem ser concluídas pelos integrantes da equipe, ações estas que merecem algum controle formal de execução, por representarem pendências importantes para a consecução do projeto de melhoria como um todo.

¹⁴² Esse aspecto é abordado no item 1.2.

2.5 SUMÁRIO

Uma das principais mensagens que podem ser extraídas deste Capítulo é o princípio de que as melhorias são produzidas a partir da aplicação do conhecimento.

Assim, o Modelo para Produzir Melhorias fornece uma estrutura para que indivíduos ou grupos adquiram e apliquem conhecimento para melhorar uma grande variedade de produtos, serviços, processos ou sistemas de trabalho.

A aplicação desse Modelo em um ambiente empresarial é realizada a partir do foco nas três questões fundamentais (*O quê se deseja realizar? Como saber se uma mudança produzirá melhoria? Quais mudanças poderão ser feitas e que resultarão em melhoria?*), no ciclo PDSA, e nos requisitos de apoio às melhorias (*uso de dados, desenvolvimento, teste e implementação de mudanças, e trabalho em equipe*).

Os projetos e as equipes de melhoria, no momento de sua criação e lançamento oficial, devem ter uma definição clara a respeito de sua missão, diretrizes, objetivos e escopo de atuação. Devem também ser fornecidas à equipe orientações genéricas que indiquem como atingir esses objetivos. Além disso, recomenda-se a determinação de vários níveis de medições de desempenho que permitam não somente a avaliação dos resultados diretos do projeto, mas também a análise de possíveis efeitos colaterais em outros processos. O planejamento do trabalho deve prever a realização de seqüências de ciclos PDSA que possam, a partir da concepção de uma hipótese ou teoria inicial, desenvolver um aprendizado e um conhecimento que culminem com a produção de mudanças, e, conseqüentemente, com a obtenção de melhorias efetivas.

O primeiro passo para responder à questão “*Quais mudanças poderão ser feitas e que resultarão em melhoria?*” é desenvolver uma idéia para uma possível mudança. A idéia pode brotar do pensamento crítico sobre o sistema atual, da tecnologia, do pensamento criativo, ou da adoção de algum conceito de mudança previamente estabelecido.

Após os ciclos de desenvolvimento de mudanças, naturalmente seguem os ciclos de teste, que têm a finalidade principal de avaliar criticamente as propostas de mudança elaboradas.

Por fim, os ciclos de implementação podem ser muito desafiadores, especialmente se as mudanças tiverem um escopo muito amplo de influência. Nesse sentido, é importante que a implementação também seja gerenciada mediante uma série de ciclos PDSA. Além disso, é fundamental que, durante essa etapa, sejam reconhecidos e resolvidos os aspectos sociais decorrentes da implantação da mudança. Outra tarefa crítica é a manutenção das mudanças após sua implementação, com a finalidade de manter e consolidar as melhorias obtidas.

Como ferramentas de apoio a todas as etapas do Modelo para Produzir Melhorias, é importante destacar o papel das técnicas de análise e solução de problemas, que devem ser utilizadas com base nas necessidades identificadas na fase de planejamento dos ciclos PDSA. Essas técnicas têm a finalidade de fornecer tratamento adequado aos dados e subsidiar as análises e conclusões a serem elaboradas no final do ciclo. Assim, sua aplicação deverá garantir sustentação ao aprendizado obtido durante a execução do projeto de melhoria e assegurar a consistência dos resultados atingidos.

No próximo Capítulo, será apresentada uma aplicação prática do Modelo para Produzir Melhorias e dos conceitos e técnicas inerentes a sua utilização, tendo como foco a redução de custos de falha interna a partir de investimentos em esforços de prevenção de defeitos.

CAPÍTULO 3

Estudo de Caso – A aplicação do *Modelo para Produzir Melhoria* com foco na redução dos Custos de Falha Interna existentes no ambiente fabril de uma empresa de alta tecnologia

Neste Capítulo, é estudada a aplicação prática dos princípios de gestão dos custos da qualidade e do Modelo para Produzir Melhorias por uma empresa multinacional de alta tecnologia fabricante de equipamentos para informática.

O caso está relatado em ordem cronológica para permitir uma clara demonstração dos desafios enfrentados pela equipe que liderou o estudo dos custos da qualidade na empresa, e para mostrar como aconteceu o desencadeamento dos fatos e das decisões que culminaram com a utilização do Modelo para Produzir Melhorias.

Ao final do Capítulo, procura-se realizar uma análise crítica a respeito da forma como esses programas foram conduzidos e também identificar algumas oportunidades para que a empresa aprimore a utilização dos conceitos, métodos e técnicas apresentadas nos Capítulos 1 e 2.

3.1 A EMPRESA, SUAS METAS, E AS FORÇAS COMPETITIVAS

Antes de entrar efetivamente na descrição e análise do caso, é importante entender o cenário em que a empresa estava inserida no momento da realização desse estudo. Para tanto, é crucial compreender como as forças competitivas e o triângulo preço-valor-custo estavam influenciando suas estratégias e metas, e desencadearam a necessidade de melhoria operacional por meio da otimização dos custos da qualidade, com investimento em prevenção e conseqüente redução de falhas internas.

Conforme discutido anteriormente, segundo Porter (1980), existem cinco forças competitivas atuando em uma indústria¹⁴³:

1. Entrantes potenciais;
2. Compradores (clientes);
3. Fornecedores;
4. Substitutos;
5. Concorrentes.

A empresa em estudo não foge à regra e também enfrenta essas forças competitivas em sua indústria de informática, que, aliás, vive atualmente uma imensa revolução. A tecnologia está revolucionando essa indústria a uma velocidade extremamente grande. A Internet está ditando as regras e, devido a seu enorme potencial de oportunidades de mercado, está atraindo muitos novos entrantes, substitutos e concorrentes a cada dia. Muitas fusões de empresas estão acontecendo, de forma a permitir a oferta de pacotes de soluções completas para os clientes, especialmente em *e-commerce* e *e-business*, que representam os grandes filões do mercado de informática no momento. Esses pacotes envolvem o fornecimento de *hardware* e *software* aos clientes, além de serviços voltados ao desenvolvimento e integração de sistemas. Alguns fornecedores de componentes eletrônicos, eletro-eletrônicos, sistemas operacionais, etc., tornaram-se extremamente poderosos, e se posicionaram como os principais fornecedores e parceiros de quase todas as grandes corporações mundiais fabricantes de equipamentos para informática e provedoras de soluções. Por outro lado, com a difusão do *e-commerce*, os compradores estão tendo a oportunidade de escolher as melhores opções de produto de

que necessitam, e, com isso, os padrões vigentes até o momento referentes à negociação e vendas estão sofrendo alterações radicais. O consumidor tem em seu poder a possibilidade de efetuar pesquisas mundiais de preço e oferta de produtos apenas com um “clique” de botão. As fronteiras comerciais tendem a cair, e os compradores poderão adquirir um produto no Brasil, nos Estados Unidos, ou no Japão. Com isso, a verdadeira revolução deverá ocorrer na preparação e na estruturação das empresas para essa nova realidade. A Internet apenas facilitará o acesso à informação. Um posicionamento estratégico correto e claro será vital. Não haverá chances de errar. As empresas deverão definir suas estratégias com muita clareza e objetividade. Entretanto, qualquer que sejam essas estratégias, a qualidade, a diferenciação, o mínimo custo, e a eficiência operacional deverão estar sempre presentes, em maior ou menor grau.

Assim, em uma indústria agressiva como esta, onde novos entrantes e substitutos estão aparecendo a todo o momento, fornecedores mundiais estão se tornando mais poderosos, compradores (clientes) estão ficando mais vulneráveis e exigentes, e concorrentes estão se tornando globalizados e fortalecidos por fusões astronômicas, a empresa alvo desse estudo precisa apresentar uma estratégia de alta diferenciação em suas ofertas, preços compatíveis com o valor percebido pelo mercado, qualidade classe mundial e processos de atendimento eficientes e eficazes. Assim, voltando ao triângulo preço–valor–custo¹⁴⁴, é necessário maximizar o valor e minimizar os custos, de forma a obter margens de lucro atraentes para os investidores mediante preços maiores e compatíveis com o valor oferecido aos clientes. Cabe observar que as empresas concorrentes, fornecedoras, entrantes e substitutas que atuam em torno dessa indústria têm se apresentado cada vez mais atraentes para os investidores, devido a seu rápido crescimento, alta agressividade e enorme potencial de mercado. Assim, surge uma outra competitividade entre as empresas, voltada à disputa pelo capital do investidor, que, por sua vez, também está globalizado em decorrência da tecnologia, que o tornou extremamente vulnerável, facilitando sua movimentação e melhorando consideravelmente o acesso à informação pelo investidor.

¹⁴³ Esse enfoque é abordado no Capítulo 1, item 1.4.

¹⁴⁴ O triângulo preço-valor-custo é discutido no item 1.2.

Retornando à empresa objeto desse estudo, ela possui uma organização corporativa que tem como principal missão o fornecimento de diretrizes estratégicas e o desenvolvimento de programas para suas fábricas sediadas em vários países. Essas diretrizes estratégicas representam o desdobramento prático de ações direcionadas ao cumprimento de objetivos e metas a médio e longo prazos. Em vista do cenário apresentado, foram definidas pela Alta Direção da empresa algumas metas de nível superior a serem atingidas a médio prazo, a saber:

- Maximização do Retorno sobre o Capital Investido;
- Crescimento do Negócio;
- Excelência Operacional;
- Liderança em Satisfação de Clientes no Mercado de atuação.

Essas metas deveriam nortear todos os novos programas, planos e estratégias desenvolvidos, bem como estimular a revisão dos planos atuais. Para desenvolver os planos de ação em nível local, foi criada uma estrutura internacional de Times de Liderança da Qualidade (TLQ's), formados exclusivamente por integrantes da Diretoria das Organizações locais, subordinadas a um Conselho Internacional da Qualidade, liderado pelo Vice Presidente da Divisão Operacional. Os diversos TLQ's de cada país, liderados pelo Diretor Geral da Organização local, tinham como principal missão o desenvolvimento de ações específicas para garantir o cumprimento das metas de nível superior. Para tanto, os TLQ's deveriam formar times de melhoria de processo (TMP's)¹⁴⁵, que deveriam ser apoiados tecnicamente por *Black Belts*¹⁴⁶, e teriam a responsabilidade por coordenar e executar projetos de melhoria com base nas diretrizes recebidas. A Figura 3.1.a esboça a estrutura dessa organização virtual:

¹⁴⁵ Os times de melhoria de processo (TMP's) eram formados por grupos multifuncionais de pessoas criteriosamente selecionadas pelo TLQ, com base no escopo do projeto de melhoria, nas necessidades de competência e capacitação pessoais, e na representatividade departamental requerida pelo projeto.

¹⁴⁶ *Black Belt* (ou Faixa Preta) é a designação atribuída a um profissional certificado internamente pela empresa, *expert* em técnicas de análise e solução de problemas e melhoria de processo.

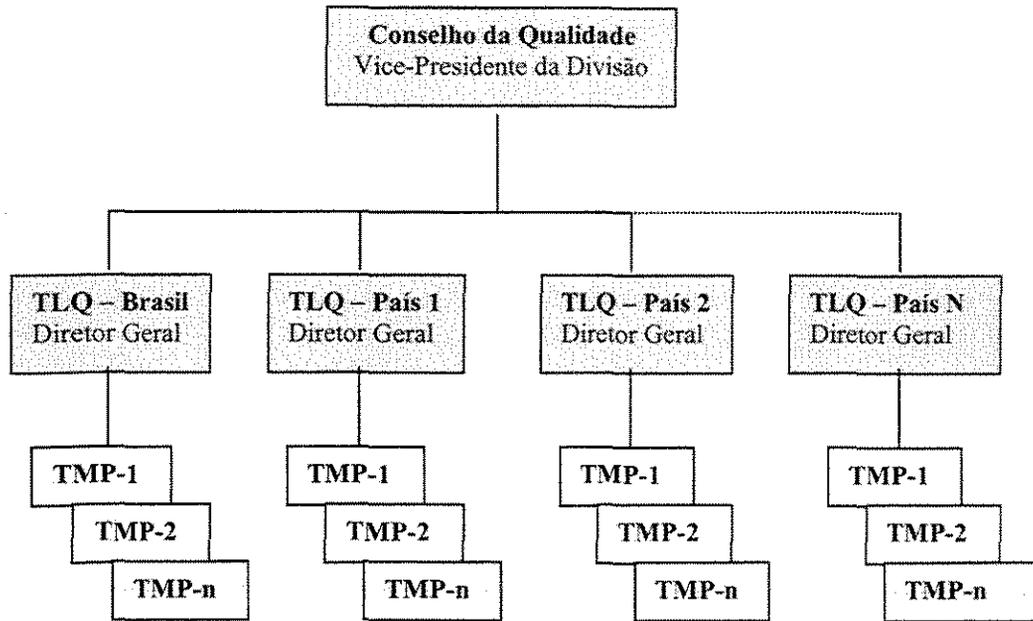


FIGURA 3.1.a - Estrutura hierárquica virtual dos Times de Liderança da Qualidade

Algumas necessidades práticas para garantir a melhoria da eficiência operacional foram surgindo em decorrência do desdobramento das metas de nível superior, tais como:

- garantir maior índice de acerto nos gastos e investimentos a serem realizados;
- reduzir o desperdício (custos e despesas “evitáveis”);
- aumentar a produtividade e reduzir o tempo de ciclo de ordens de produção;
- melhorar a confiabilidade dos processos que geram valor agregado.

Observou-se que parte das ações necessárias tinha relação direta com a redução de desperdícios internos, tais como tempo perdido com reparo de produtos defeituosos, custos decorrentes de substituição de matéria-prima de má qualidade, tempo gasto em análises de falhas, etc. Foi desenvolvida, dessa forma, em nível corporativo, a idéia de se lançar um Programa de Custos da Qualidade, que estaria totalmente alinhado com as necessidades estratégicas anteriormente descritas.

Assim, foram nomeados representantes de cada país (onde a empresa possuía fábricas instaladas) para elaborar, sob a coordenação de um líder corporativo, um processo detalhado de coleta de dados e emissão de relatórios de Custos da Qualidade.

Devido a alguns fatores, tais como:

- Dificuldade prática para relatar todos os custos classificados como “Custos da Qualidade”, i.e., Prevenção, Avaliação, Falha Interna e Falha Externa;
- Falta de informações precisas referentes aos custos de falha externa;
- Facilidade para obtenção de informações referentes aos custos de falha interna (seriam necessárias apenas algumas adaptações nos relatórios de qualidade e nos registros financeiros já existentes);
- Dificuldade para estabelecer critérios corporativamente aceitos tendo em vista a classificação dos Custos da Qualidade dentro da empresa,

optou-se por relatar inicialmente apenas os custos referentes a falhas internas, de forma a dimensionar a ordem de grandeza dos desperdícios com problemas internos de qualidade. Mesmo assim, não foi possível obter uma visão completa desses custos, devido às dificuldades encontradas no processo de coleta de dados, conforme será abordado mais adiante.

Nos itens seguintes, é descrita a experiência da subsidiária brasileira dessa empresa com a implementação dos processos de coleta de dados, preparação de relatórios e definição de ações orientadas para redução de custos de falha interna, a partir de ações do TMP designado pelo TLQ.

3.2 PLANO DE CONTAS DOS CUSTOS DE FALHA INTERNA, COLETA DE DADOS E EMISSÃO DE RELATÓRIOS

A coleta de dados é um processo que envolve representantes multifuncionais, i.e., exige a participação de pessoas de departamentos e funções diversas. Isso significa que são requeridas a habilidade e a liderança de um coordenador para garantir a implementação desse programa nos vários departamentos. Também é extremamente importante o fornecimento de um treinamento aos participantes dessa equipe, pois, como

a maioria não pertence à área de qualidade, ou financeira, há grande desconhecimento dos conceitos envolvidos, bem como das técnicas a serem empregadas.

Segundo autores de “custos da qualidade”, é desejável que esse coordenador seja da área financeira da empresa. De fato, para a empresa em questão, o coordenador corporativo pertencia à área financeira. Entretanto, o coordenador local atuava na área de qualidade¹⁴⁷. Mas, mesmo assim, o programa não deixou de ser executado. A situação ideal seria que o representante financeiro liderasse essa etapa do programa¹⁴⁸, contando com o apoio técnico e conceitual do representante da qualidade, deixando, contudo, para este a coordenação dos esforços de melhoria direcionados à redução dos custos de falha interna.

Em nível corporativo, foram definidos alguns parâmetros a serem coletados para compor o relatório dos custos da não qualidade. Esses parâmetros formaram o plano de contas dos custos de falha interna.

- **Valor líquido de Sucata (*Net Scrap*):** Corresponde ao valor total de sucata do período, excluindo o custo ressarcido/recuperado a partir de acordos feitos com fornecedores, e/ou a partir de venda de sucata. Trata-se de um custo variável em função da taxa de falha de material e do volume de produção. Assim, os direcionadores do custo de sucata são a taxa de falha de material e o volume de produção¹⁴⁹. Isso significa que uma melhoria no índice de qualidade de material poderia trazer ganho real em espécie para a empresa, desde que o investimento em melhoria fosse compensado pela redução de custo obtida¹⁵⁰.
- **Valor de Retrabalho (*Rework*):** Refere-se a todo o gasto realizado em determinado período devido à correção de material/produto defeituoso, na tentativa de retorná-lo à condição tecnicamente aceitável. Vale ressaltar que, se o retrabalho fosse executado por terceiros (empresas subcontratadas), esse custo poderia ser classificado como variável em

¹⁴⁷ O coordenador local do programa, por não ser da área financeira, enfrentou todas as dificuldades adversas relatadas no item 1.6.

¹⁴⁸ Esse aspecto é discutido no item 1.6.

¹⁴⁹ O conceito de direcionadores de custo é abordado no item 1.7.

¹⁵⁰ A aplicação desse enfoque pela empresa em estudo é apresentada nos itens 3.6 e 3.7.

função dos índices de falha interna (direcionador), uma vez que, quanto menor a quantidade de falhas, menores os gastos em espécie com o pagamento das empresas subcontratadas. Por outro lado, se o retrabalho fosse executado por pessoal interno, uma redução na taxa de falha geraria ociosidade desse pessoal, devido à diminuição da atividade de retrabalho. Nesse caso, o custo contábil correspondente, de natureza fixa, permaneceria inalterado. Essa mão-de-obra excedente deveria ser aproveitada em atividades produtivas para justificar os benefícios da melhoria obtida em qualidade¹⁵¹.

- **Varição de Mão-de-Obra (*Labor Variance*):** Relaciona-se às despesas incorridas no período devido às horas de mão-de-obra direta excedentes, necessárias para garantir atendimento à demanda de produção. Essas horas excedentes podem ser ocasionadas por razões diversas, que geram aumento do tempo esperado de ciclo produtivo, tais como paradas de linha de produção devido à falta de matéria-prima, interrupção de produção devido a problemas críticos de qualidade de produto, contaminação do processo produtivo por matéria-prima defeituosa, erros de engenharia no cálculo da hora-padrão (*standard hour*)¹⁵², etc. Entretanto, uma vez que o foco de interesse era o impacto das falhas de produto e material nos custos da empresa, somente a parcela de variação de mão-de-obra (*Labor Variance*) decorrente desse impacto é que deveria ser considerada no cálculo dos custos de falhas internas. Esse custo pode ser enquadrado como variável em função dos índices de falha (direcionador), já que uma redução na taxa de defeitos pode representar ganho em espécie para a empresa devido à redução de horas-extras.

¹⁵¹ Cabe lembrar, que, conceitualmente, não convém utilizar um programa de custos da qualidade para gerar ociosidade com conseqüentes demissões, pois isso poderá dificultar a implementação de qualquer novo programa de qualidade na empresa. Essa abordagem é discutida no item 1.6.

¹⁵² A hora-padrão (*standard hour*) corresponde à quantidade de tempo calculada pela engenharia, com base em procedimentos de “tempos e métodos”, para que uma unidade de determinado produto seja produzida. Essa medida é a base de cálculo do custo-padrão (*standard cost*), que é a referência de custo de produto utilizada pela área financeira para gerenciamento do negócio. A hora-padrão também é utilizada para estimar a capacidade produtiva de uma fábrica.

- Custos de Desvios de Engenharia:** São ocasionados por despesas incorridas no período com o processo de emissão e aprovação de desvios técnicos de material, produto, e/ou processo. Se, por algum problema de qualidade, houver necessidade de emissão de uma especificação provisória para normalizar um desvio do processo habitual, essa especificação deverá ser avaliada tecnicamente, emitida e aprovada pela Engenharia. A partir de então, essa especificação provisória deverá ter sua implementação monitorada até a completa extinção do desvio. Essas horas de Engenharia representam um custo absorvido devido a falhas internas, ou não-conformidades. Uma redução no índice de defeitos (direcionador) poderia acarretar ociosidade do pessoal de Engenharia, devido à diminuição dessas atividades. Vale lembrar que o custo contábil da Engenharia é classificado como fixo, e que uma redução no custo de falha interna resultaria em sobra de recursos, conforme mencionado anteriormente. Assim, esse recurso extra deveria ser direcionado a atividades de prevenção, melhoria, desenvolvimento, e suporte técnico ao crescimento da empresa, e não mais a atividades de “apagar incêndio”¹⁵³
- Custos de Suporte Operacional:** Correspondem ao percentual do *Net Overhead*¹⁵⁴ dos centros de custos que forneceram, no período de interesse, suporte técnico às linhas de produção referente à disposição e correção de falhas internas, ou não-conformidades. Esse percentual deveria ser calculado com base na estimativa do tempo dedicado por esses centros de custo às atividades de suporte durante o período em questão. O tempo de suporte, por sua vez, seria determinado mediante uma breve pesquisa realizada com gerentes e profissionais das respectivas áreas¹⁵⁵.

¹⁵³ Muitas vezes, o engenheiro desempenha uma atividade semelhante à de um “bombeiro”, tentando, a todo instante, apagar novos “focos de incêndio”, corrigindo falhas que não deveriam estar ocorrendo.

¹⁵⁴ *Net Overhead* corresponde ao total dos custos indiretos calculado após a realização de todos os rateios e a exclusão de todas as parcelas não classificáveis como custos indiretos por alguma razão qualquer (ex. negociação interna, incidência de taxas específicas, etc.)

¹⁵⁵ Nota-se que não é possível cronometrar o tempo de suporte prestado pela engenharia ou por departamentos similares. Assim, a alternativa encontrada pela equipe foi estimar esse tempo com base em uma pesquisa realizada junto aos gerentes dos departamentos envolvidos.

Sendo fixos os custos contábeis desses centros de custos, uma redução nos índices de falha (direcionador) deveria gerar aumento do tempo disponível, ou ocioso, que deveria ser aproveitado em outras atividades produtivas ou preventivas. Cabem aqui os mesmos comentários feitos anteriormente a respeito de eventual ociosidade gerada por redução de falhas.

- **Custos de Inventário de Material discrepante:** Abrangem os custos financeiros do capital investido, no período de interesse, em material bloqueado para fins produtivos, i.e., defeituoso, aguardando análise/disposição ou laudo técnico, etc. Para cálculo desses custos, é considerada a perda de oportunidade de investimento com base no saldo médio da conta de material discrepante, durante o período considerado, e na taxa internacional de mercado de capitais. Esse custo poderia ser classificado conceitualmente como variável em função do índice de defeitos (direcionador), pois uma diminuição na taxa de falhas poderia acarretar benefício em espécie para a empresa.
- **Custos com Defeitos de Manufatura:** Referem-se a despesas incorridas com as estações de reparo dos produtos que falharam nos testes e inspeções realizados na linha de produção. Esses custos abrangem gastos com tempo de pessoas dedicadas ao reparo das máquinas produzidas, bem como à repetição dos testes. Novamente, uma redução na taxa de falhas (direcionador) acarretaria ociosidade desse pessoal, pois haveria diminuição de suas atividades, ou seja, o custo contábil não sofreria alteração, pois é um custo fixo. Com essa redução, esse pessoal poderia ser aproveitado na linha de produção como mão-de-obra direta, e não mais ser utilizado no reparo de produtos defeituosos, o que não agrega valor. Isso corrigiria uma ineficiência operacional.
- **Custos com Análise de Material Discrepante:** Correspondem aos gastos incorridos durante o processo de análise e disposição de material defeituoso. Diferentes atividades de análise e disposição poderiam ser realizadas em função do destino que seria atribuído ao material em

questão, i.e., retrabalho, sucata, devolução ao fornecedor, segregação, seleção, utilização indiscriminada, etc. Assim, foram determinados os custos padrões das atividades envolvidas em cada processo particular de análise e disposição de material discrepante. A medição do custo do período seria realizada a partir da quantidade de análises e disposições realizadas (direcionador) em cada situação e do custo padrão de cada atividade que fora estimado previamente. Da mesma forma que nos outros casos, uma diminuição na taxa de falha de materiais (direcionador) diminuiria a quantidade de análises e disposições de material discrepante, gerando ociosidade do pessoal alocado para essas atividades. O custo contábil, tipicamente fixo, permaneceria inalterado. O pessoal ocioso deveria ser re-alocado para atividades produtivas, preventivas, ou similares, de forma a capitalizar o benefício de capacidade excedente obtido com melhoria da qualidade.

Contudo, esse plano de contas definido a partir da estrutura corporativa não se mostrou plenamente adequado à realidade da subsidiária local em função de:

1. Diferenças na contabilização de alguns parâmetros que formavam o plano de contas, i.e., retrabalho e variação de mão-de-obra ;
2. Falta de clareza na definição de “retrabalho” (na subsidiária local, retrabalho poderia significar correção de defeitos em produtos acabados, correção de defeitos em matérias-primas, ou conversão de um tipo de produto em outro; isso acarretava uma contabilização inconsistente com aquela requerida pela estrutura corporativa do programa);
3. Dificuldades na obtenção de dados confiáveis de variação de mão-de-obra gerada em razão de problemas de qualidade;
4. Divergências na metodologia de trabalho, como, por exemplo, na análise de material discrepante.

Assim, foram necessárias certas adaptações no plano de contas envolvendo alguns parâmetros, de forma a permitir maior aderência da subsidiária local ao programa corporativo:

- **Valor de Retrabalho (*Rework*):** Devido à falta de clareza na definição do significado de retrabalho dentro da empresa, o sistema contábil local não estava preparado para fornecer os dados correspondentes a retrabalho de matéria-prima e produtos discrepantes com a precisão desejada. Por essa razão, esse fator não foi considerado pela subsidiária local no cálculo dos custos de falha interna.
- **Variação de Mão-de-Obra (*Labor Variance*):** A subsidiária local não conseguiu obter informações confiáveis referentes a esse parâmetro, pois seu processo interno não estava preparado para isolar a parcela de variação de mão-de-obra gerada unicamente por problemas de qualidade. Portanto, esse fator foi desconsiderado pela subsidiária local, mas passou a ser relatado pelas subsidiárias de outros países, que resolveram considerar o valor total de *Labor Variance*, e não apenas aquele correspondente a problemas de qualidade.
- **Custos com Análise de Material Discrepante:** A subsidiária local fez um mapeamento de seus diferentes processos de análise e disposição de material discrepante para permitir o cálculo do custo padrão de cada um desses processos. Para tanto, foi estimado o tempo envolvido em cada atividade dos processos e o recurso consumido durante sua execução. Com base no custo padrão de cada processo de análise e disposição e na quantidade de análises realizadas para cada possível disposição do material, i.e., sucata, retrabalho, uso indiscriminado, devolução ao fornecedor, etc., seria possível determinar o custo total de análise de material discrepante.

Os demais parâmetros do plano de contas, i.e., valor de sucata, custos de desvio de engenharia, custos de suporte operacional, custos de inventário de material discrepante e custos com defeitos de manufatura foram implementados pela subsidiária local exatamente da forma como tinham sido definidos pela estrutura corporativa.

Essas medições passaram a ser extraídas em base trimestral por meio de consultas a relatórios contábeis, financeiros e técnicos, e estimativas realizadas com base em pesquisas, suposições e análises do histórico passado. As Figuras 3.2.a e 3.2.b

representam as medições de custo de falha interna a partir dos critérios descritos anteriormente.

Observar-se que alguns componentes dos custos relativos a falha interna estão diretamente relacionados à quantidade de defeitos e/ou de produtos defeituosos, que funcionam como direcionadores de custos de atividades ligadas principalmente à execução de reparos e retrabalhos, ou à condução de análises para prover um destino ao material, produto ou processo em questão. Adicionalmente, os índices de falha também são direcionadores de custos ligados a materiais sucateados ou bloqueados para uso por inadequação, e de custos referentes a inventário de material discrepante.

Durante os trabalhos de coleta e pesquisa, a equipe de custos da qualidade percebeu uma provável inter-relação entre os diferentes tipos de custo de falha interna apresentados. Por exemplo, o custo de suporte operacional, que é o maior custo apresentado nas Figuras 3.2.a e 3.2.b, provavelmente é um reflexo de custos menores, referentes a material discrepante e defeitos de manufatura. Assim, as ações de redução de custos de falha interna poderiam ser concentradas no ataque às causas raízes dos problemas que geraram estes últimos dois custos. No entanto, os custos de suporte operacional foram baseados em estimativas muito frágeis, conforme visto no detalhamento do plano de contas. Com isso, a falta de informações mais completas e consistentes referentes aos custos de suporte operacional dificultou sua análise com maior profundidade. Quanto aos defeitos de manufatura, foi possível realizar um estudo mais consistente tendo em vista sua redução¹⁵⁶.

¹⁵⁶ Esse aspecto é abordado de forma prática nos itens 3.6, 3.7 e 3.8.

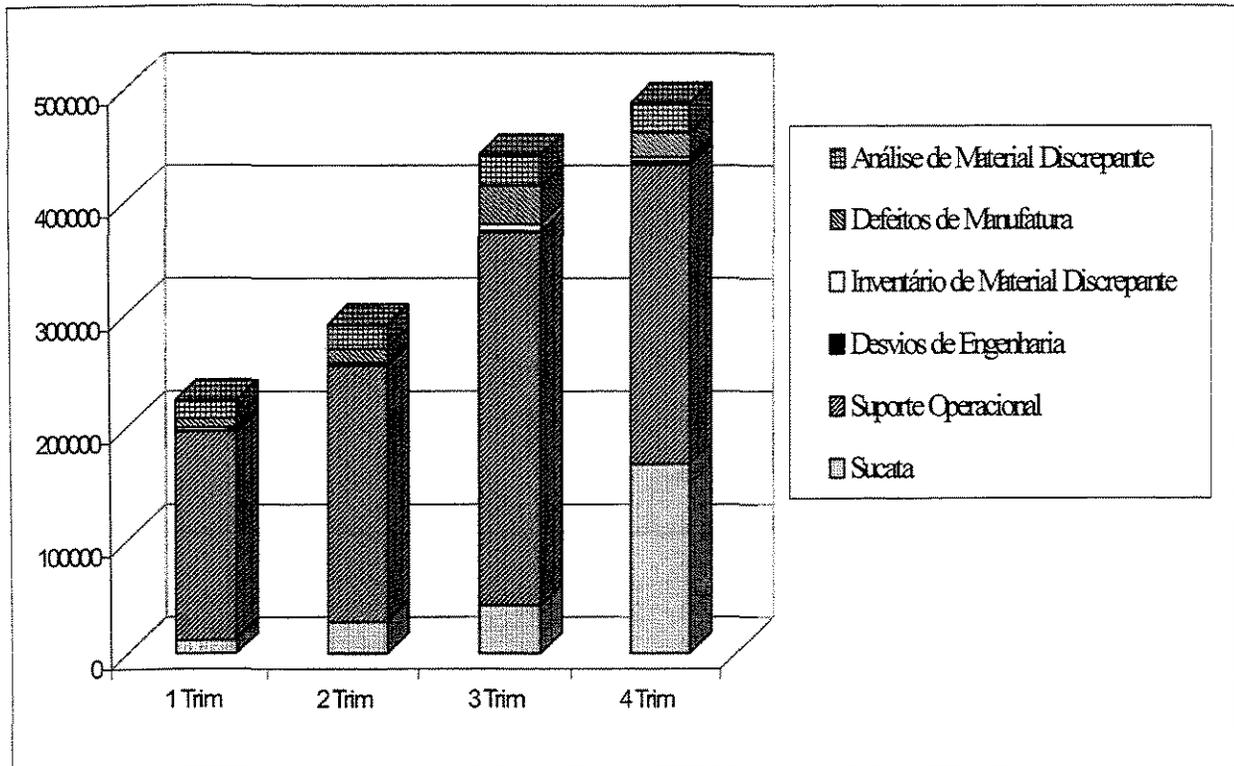


FIGURA 3.2.a - Custos de Falha Interna para cada Trimestre do ano

Buscando uma base para análise de tendências, comparações entre subsidiárias dos diversos países, e a determinação de metas de melhoria da qualidade e redução de custos, a coordenação corporativa do programa de Custos da Qualidade optou pela medição dos custos por produto fabricado, independente de seu modelo e/ou família (ref. Figura 3.2.b). No início do programa, houve um direcionamento para que a base de comparação a ser adotada fosse o tempo-padrão (*standard time*), ou seja, o custo de falha interna deveria ser relatado por unidade do tempo-padrão. Para tanto, o custo total estimado deveria ser dividido pelo total de tempos-padrões consumidos no período, o que eliminaria a influência das diferenças de consumo de recursos pelos diversos tipos de produto no resultado final de custo que seria relatado por unidade produzida. Entretanto,

a base que prevaleceu foi “custo por unidade produzida”, por ser de melhor compreensão e de mais fácil correlação com as medidas financeiras habituais¹⁵⁷.

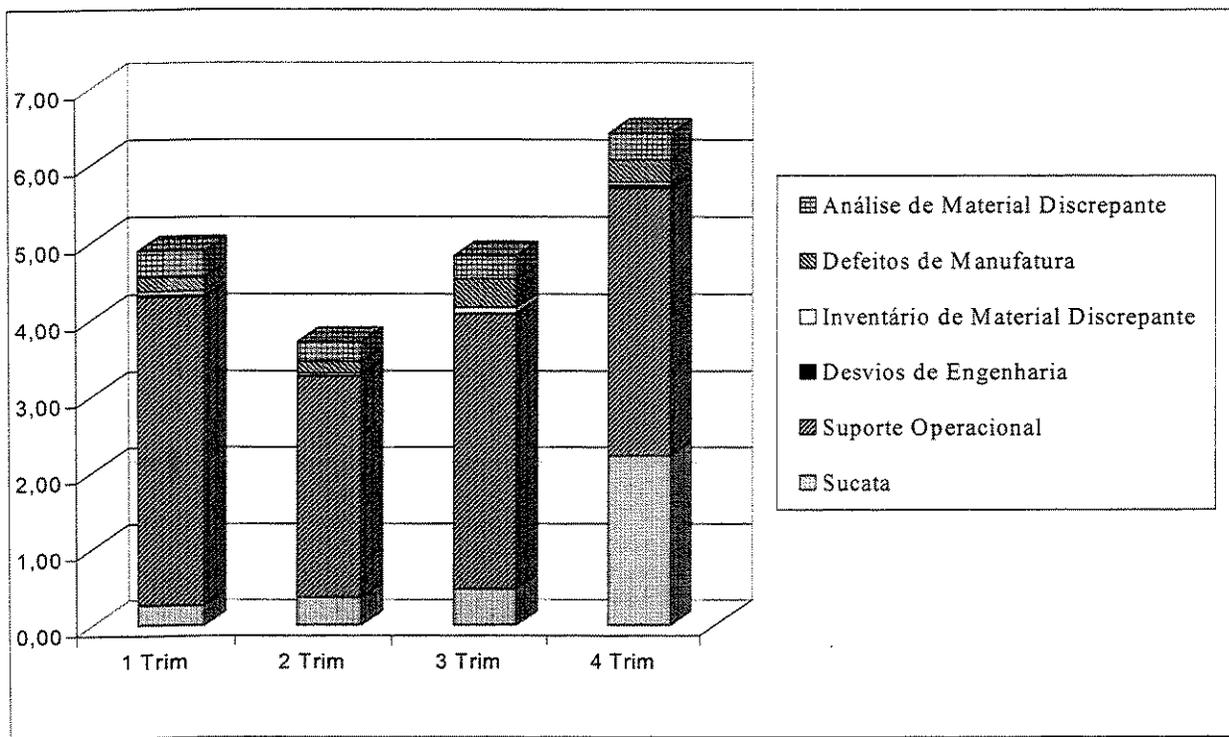


FIGURA 3.2.b - Custos de Falha Interna por Unidade para cada Trimestre do ano

3.3 COMPROMISSO DA DIREÇÃO DA SUBSIDIÁRIA LOCAL

Uma vez definido que o processo de coleta de dados deveria ser implementado e coordenado localmente pela área de Qualidade, sob orientação do líder corporativo da área financeira, a alta direção local precisava, finalmente, ser envolvida no programa, para garantir comprometimento e alinhamento às metas definidas nos níveis superiores da Corporação. Vale observar que o programa de custos da qualidade não atingiu a subsidiária local pelas vias superiores, mas pelas vias inferiores, i.e., por meio do departamento de Qualidade. Devido a esse fato, surgiu a necessidade de apresentá-lo à

¹⁵⁷ No item 1.6, é discutida a questão referente à “apresentação e análise dos resultados iniciais”, onde são comentados os aspectos referentes às bases de comparação e análise dos custos da qualidade.

alta direção local. Sem isso, seria impossível a formação da equipe multifuncional para desenvolver os detalhes do programa e garantir sua implementação.

Para tanto, algumas etapas preparatórias precisariam ser cumpridas antes da realização dessa apresentação. Essa etapa de preparação deveria abordar os seguintes tópicos¹⁵⁸:

- Reuniões individuais com cada diretor para explicar os objetivos do programa, seu escopo, o alinhamento com as metas corporativas e os ganhos que poderiam ser obtidos com a redução de falhas;
- Treinamento dos funcionários da base operacional, prováveis componentes da equipe de trabalho multifuncional;
- Coleta de dados atuais e retroativos (passados) para elaboração de um relatório piloto, de forma a permitir uma verificação prática das reais dificuldades decorrentes dessa tarefa;
- Realização de apresentações em reuniões departamentais, exibindo o programa e o relatório piloto, tentando, com isso, sensibilizar as Funções quanto às oportunidades de ganho financeiro e de produtividade que estariam sendo focalizadas com esse trabalho;
- Obtenção de relatórios de subsidiárias de outros países, para fins comparativos;
- Desenvolvimento de um projeto de melhoria e otimização dos custos de falha interna;
- Busca de alinhamento claro e objetivo com outros programas de Qualidade, satisfação de Clientes, excelência operacional e crescimento do negócio.

Após a conclusão da etapa preparatória, a apresentação poderia ser realizada durante reunião da diretoria. Essa apresentação não deveria conter muitos detalhes, mas apenas informações suficientes para a compreensão do programa como um todo e dos benefícios e vantagens para o negócio que poderiam ser obtidos a partir do novo enfoque.

¹⁵⁸ Observa-se que alguns desses passos estão alinhados com aqueles recomendados no item 1.6.

Todos esses passos foram seguidos quase na íntegra pela subsidiária local da empresa, o que culminou com a aceitação do programa pelos integrantes da diretoria e seu comprometimento com a redução dos custos de falha interna.

3.4 REDUÇÃO DOS CUSTOS DE FALHA INTERNA

A partir desse momento, era preciso obter uma definição mais clara do projeto de melhoria, de forma a determinar com mais objetividade como seria garantida essa redução, ou otimização, dos custos de falha interna. Era preciso responder à pergunta “o quê devemos fazer para reduzir os custos da não qualidade?”¹⁵⁹. Para isso, o TLQ decidiu designar um Time de Melhoria de Processo (TMP), que, conforme descrito anteriormente, contaria com o suporte técnico do *Black Belt* quanto à metodologia de ataque aos problemas. Essa metodologia deveria levar em conta a aplicação do Modelo para Produzir Melhorias e de ferramentas de análise e solução de problemas¹⁶⁰. A carta de comissionamento desse TMP, emitida e aprovada por integrantes do TLQ, está representada pela Figura 3.4.a. Essa carta era uma ferramenta muito importante para garantir a nomeação formal dos integrantes da equipe de trabalho, e assegurar a definição clara do escopo do projeto, seus objetivos e seu plano geral de execução¹⁶¹.

Contudo, numa primeira análise realizada pelo TMP, percebeu-se que seria inviável trabalhar objetivamente com os relatórios de custos de falha interna descritos anteriormente, uma vez que esses relatórios apresentavam as seguintes limitações:

- Não estavam diretamente correlacionados com áreas, processos, produtos ou problemas que pudessem ser facilmente identificados para direcionar os ataques de melhoria;
- Apresentavam elevado grau de subjetividade, principalmente em sua componente relativa a suporte operacional, que era calculada com base na

¹⁵⁹ Essa mesma pergunta é apresentada no item 1.6.

¹⁶⁰ Essas técnicas são apresentadas no Capítulo 2.

¹⁶¹ Esse fato reforça na prática a abordagem teórica do item 2.3.

estimativa de tempo supostamente gasto pelas áreas solucionando, ou participando da solução, de problemas de qualidade;

- Assumiam algumas suposições que poderiam estar afetando razoavelmente os resultados finais, tais como a utilização do saldo médio da conta de material discrepante para cálculo do custo de capital investido nesse ativo.

Com isso, uma das primeiras necessidades do TMP seria definir um método de cálculo mais preciso que minimizasse as limitações descritas acima. Contudo, o plano de contas e o relatório de custos de falha interna previamente definidos deveriam continuar a ser elaborados por duas razões:

- Eles forneciam uma dimensão financeira do problema que impressionava a alta gerência, e poderiam ser utilizados internamente como uma “bandeira” de qualidade;
- A subsidiária local não podia deixar de enviar esse relatório à Corporação, pois ele seria utilizado para fins de comparação com as localidades de outros países, que estavam utilizando critérios semelhantes de cálculo.

Observa-se que o Diretor Financeiro foi nomeado pelo TLQ como “padrinho” do TMP, o que conferiu maior comprometimento das pessoas envolvidas e garantiu força e credibilidade ao trabalho a ser desenvolvido. O “padrinho” tinha a responsabilidade de facilitar o trabalho do TMP mediante:

- “Abertura de portas” para o TMP junto a todos os departamentos;
- Garantia de alocação dos recursos necessários identificados pela equipe;
- Fornecimento de diretrizes ao TMP alinhadas com a estratégia da empresa;
- Avaliação do trabalho individual de cada integrante do time.

Por essa razão, o “padrinho” de uma equipe multifuncional de melhoria deveria preferencialmente ser uma pessoa integrante da alta direção da empresa. Nesse caso, por ser tratar de um projeto de custos da qualidade, o Diretor Financeiro foi indicado pelos componentes do TLQ com unanimidade.

Assim, com base na experiência dos integrantes da equipe, na análise dos relatórios de custos de falha interna previamente elaborados, e no apoio executivo de seu “padrinho”, o TMP delineou quatro sub-projetos prioritários a serem executados, a saber:

1. Minimização dos custos de falha interna ocorridas na linha de montagem do produto final;
2. Minimização dos custos de falha interna ocorridas na linha de manufatura de um dos principais sub-conjuntos (*commodities*) do produto final¹⁶²;
3. Desenvolvimento de um método para estimar os custos causados pela segregação de matérias-primas defeituosas (o principal objetivo desse sub-projeto era repassar os custos aos fornecedores que estavam causando os impactos);
4. Desenvolvimento de um método para estimar os custos causados pelo bloqueio de produtos acabados para embarque (o principal objetivo desse sub-projeto era repassar os custos àquelas organizações que causaram os impactos, i.e., corporação, fornecedores, ou outros, e auxiliar a tomada de decisão quanto ao caminho mais eficiente e menos custoso para corrigir os produtos e liberá-los para embarque).

Maiores detalhes a respeito do projeto de melhoria e seus sub-projetos serão vistos nos itens a seguir.

3.5 O PROJETO DE MELHORIA

Seguindo a orientação do *Black Belt*, o TMP elaborou uma estrutura para o trabalho completo, de forma a garantir o desencadeamento paralelo dos sub-projetos citados no item 3.4. Essa estrutura previa a rodada de alguns ciclos PDSA, onde:

- O ciclo PDSA # 1 deveria ser o ponto de partida de todos os sub-projetos, pois era preciso desenvolver um novo método para medir os custos de

¹⁶² Embora a fabricação interna desse sub-conjunto estivesse em processo de terceirização, o TMP decidiu ir adiante com o sub-projeto, pois queria adquirir experiência com a aplicação do Método para Produzir Melhorias para depois repassá-la aos fornecedores que iriam assumir a produção desse sub-conjunto.

falha interna¹⁶³. Esse novo método deveria ser desenvolvido com base em ciclos de aprendizado para garantir eficiência máxima na construção do conhecimento¹⁶⁴;

- O ciclo PDSA # 2 deveria aprimorar o método de cálculo dos custos para as linhas de produção (produto final e subconjunto manufaturado internamente). Essa também seria uma rodada de ciclos para construção de conhecimento. No ciclo PDSA # 2, uma sistemática de aprendizado deveria ser desenvolvida para tratar essas falhas, propor ações de melhoria, e tomar decisões com base no retorno sobre investimento (detalhes a respeito dessa sistemática serão vistos na descrição dos sub-projetos 1 e 2).

A Figura 3.5.a demonstra esquematicamente a estrutura de ciclos PDSA's elaborada pelo TMP. Pode-se observar que os ciclos PDSA # 3a-1, 3b-1, 3c-1 e 3d-1 correspondem aos sub-projetos que deveriam ser executados em paralelo pelo TMP. Portanto, os ciclos PDSA # 1 e 2 apenas deveriam “preparar o terreno” para a execução dos sub-projetos de real interesse, construindo uma nova metodologia para a medição dos custos de falha interna e criando uma sistemática de análise para garantir a otimização e o retorno de investimentos em correção e prevenção de falhas de manufatura.

GARANTINDO ADERÊNCIA AO CICLO PDSA

Para garantir aderência ao ciclo PDSA¹⁶⁵, o TMP resolveu adotar um formulário padrão que deveria ser utilizado para planejamento de cada passo dos projetos de melhoria, e para documentação e registro das atividades desenvolvidas. Cada ciclo PDSA deveria ser descrito e documentado por meio desse formulário¹⁶⁶, cujos campos de preenchimento são explicados a seguir.

¹⁶³ Conforme abordado no item 3.4, o plano de contas e os relatórios padronizados definidos pela equipe corporativa não atendiam às necessidades do TMP

¹⁶⁴ A teoria correspondente a esse enfoque está descrita no item 2.3.

¹⁶⁵ O item 2.3 aborda a teoria relacionada a este enfoque.

¹⁶⁶ A figura 2.3.e sugere um formulário similar para disciplinar a aplicação dos ciclos PDSA pela equipe de melhoria (TMP).

MISSÃO (“*CHARTER*”)

Detalhamento claro e conciso da missão e do objetivo do ciclo em questão.

CONHECIMENTO ATUAL (“*CURRENT KNOWLEDGE*”)

Indicação do conhecimento atual a respeito do objeto de análise, que pode ser um método em estudo, uma informação em desenvolvimento, um processo que necessita de melhorias, um teste cujo resultado se deseja avaliar, ou uma mudança que deve ser implementada. Pode incluir resultados e tendências de indicadores de desempenho, descrição de etapas críticas do processo em análise, principais problemas conhecidos e sua influência no desempenho do conjunto, conhecimento acumulado de ciclos passados, etc.

CICLO DE MELHORIA (“*IMPROVEMENT CYCLE*”)

Descrição do P (*Plan*) do ciclo PDSA, i.e., definição da estratégia de ataque para que o objetivo descrito no campo *Charter* seja realizado. Essa descrição deve ser feita em função dos seguintes sub-ítem:

Planejar (“*Plan*”)

Abordagem geral da estratégia do ciclo, podendo incluir métodos estatísticos e ferramentas de análise de problemas que deverão ser utilizadas ao longo do ciclo.

Questões (“*Questions*”)

Identificação das questões que se deseja responder ao final do ciclo. É possível que nem todas as questões sejam respondidas, e que, inclusive, surjam novas questões para ser analisadas em um próximo ciclo. Contudo, essas questões deverão nortear todo o planejamento do PDSA, ajudando na definição das ações que serão

executadas pelos integrantes da equipe. Essas ações deverão ser definidas por meio de uma planilha W-4 (*Who / What / When / Where*)¹⁶⁷.

Previsões (“*Predictions*”)

Formulação de previsões e predições referentes ao que se pode esperar com a execução das ações planejadas. Essas previsões podem incluir metas de melhoria, efeitos positivos e negativos das ações, possíveis impactos (inclusive em outros processos), teorias e hipóteses a respeito de causas de problemas, dentre outros.

Quem / O Quê / Quando / Onde (“*Who / What / When / Where*”)

Determinação de ações práticas que deverão ser executadas em alinhamento com a estratégia do ciclo e com as questões formuladas. A descrição dessas ações pode ser formatada com base em uma planilha W-4, de forma a deixar claro quem deve fazer o quê, quando e onde. Esse formato deve facilitar um acompanhamento de *status* corrente durante a fase de execução.

EXECUTAR (“*DO*”)

Relato da execução propriamente dita, especificando na prática como foi o desdobramento das ações planejadas, quais foram os principais impactos, o que não foi possível ser cumprido e suas razões, quais são as causas das principais dificuldades encontradas, e como o resultado do ciclo pode ser comprometido devido aos problemas encontrados em sua execução.

¹⁶⁷ As Planilhas W-4 são apresentadas no item 2.4.

ESTUDAR (“*STUDY*”)

Descrição da análise crítica dos resultados atingidos após o término da fase de execução. Comparação das predições feitas com os resultados práticos obtidos. Avaliação das respostas às questões definidas na fase de planejamento. Processamento e registro do conhecimento adquirido.

AGIR (“*ACT*”)

Definição dos próximos passos, isto é, desenvolvimento de ações de aperfeiçoamento para os próximos ciclos com base no conhecimento adquirido, ou simplesmente conclusão do projeto, tendo ou não atingido o resultado esperado.

Exemplos de aplicação desse formulário estão apresentados nos itens 3.7 e 3.8 (ref. Figuras 3.7.j e 3.8.b).

A seguir, são demonstrados detalhes a respeito de cada um dos sub-projetos previamente definidos, com exceção do sub-projeto 3, cuja execução foi muito similar à execução do sub-projeto 4, e, por essa razão, não será mostrado.

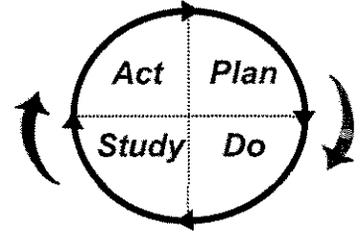
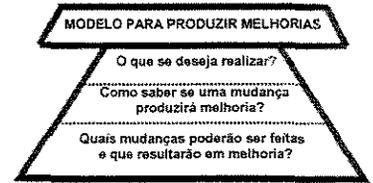
PLANO DE MELHORIA

Complete este formulário para cada projeto de melhoria.

EMITENTE: XXXXXXXXX

PATROCINADOR: YYYYYYYYY

NOME DO PROJETO: Redução de Custos de Falha Interna



O QUE SE DESEJA REALIZAR?	<p>DESCRIÇÃO DO PROJETO: Redução dos custos de falha interna mediante aplicação de ferramentas de melhoria da qualidade, com o objetivo de solucionar problemas previamente selecionados com base em indicadores financeiros, tais como ROI e <i>pay-back</i>, i.e., garantir retorno na redução de custos de falha por meio de investimentos em prevenção e/ou avaliação, e assegurar um prazo satisfatório para recuperar esses investimentos. Esse método implica que alguns ciclos PDSA devem ser rodados com foco em conjuntos específicos de problemas.</p> <p>LIGAÇÃO COM O CLIENTE: Minimização do risco de embarcar produtos defeituosos para o mercado, além da garantia de um custo de propriedade otimizado e de produtos e processos mais confiáveis para os clientes.</p> <p>OBJETIVOS DE MELHORIA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Otimização dos índices de qualidade utilizando os custos de falha como base de análise e definição de ações corretivas - Aumento da produtividade e capacidade da fábrica
COMO SABER SE UMA MUDANÇA PRODUIRÁ MELHORIA?	<p>MEDIDAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Custo de Falha Interna (total e por unidade) - Índices de Falha <p>DESEMPENHO ATUAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> - US\$ 500 K (4.o Trimestre) - US\$ 6 / Unit (4.o Trimestre) - 50000 DPPM (partes defeituosas por milhão) <p>META DE DESEMPENHO: - Não está claramente definida. O custo por unidade deve diminuir.</p>
QUAIS MUDANÇAS PODERÃO SER FEITAS E QUE RESULTARÃO EM MELHORIA?	<p>LÍDER DA EQUIPE: XXXXXXXXX BLACK BELT: XXXXXXXXX</p> <p>INTEGRANTES: QQQQQ (Eng); DDDDD (Mfg); EEEEEE (Fin); UUUUU (Nov Prod).</p> <p>PLANO DE AÇÃO:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Levantar todos os tipos de falha e (principal foco) suas ocorrências em um dado período de tempo; - Calcular os custos de falha relacionados a este problemas; - Identificar as causas raízes e propor ações para evitar reincidência dessas falhas; - Calcular os custos de cada ação proposta (investimento necessário); - Definir metas de melhoria para cada tipo de falha após a implementação das ações propostas; - Calcular o ROI e o <i>pay-back</i> para cada solução proposta; - Apresentar as conclusões para o TLQ; - Designar uma equipe de implementação; - Iniciar outro ciclo. <p>CRONOGRAMA GERAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1º Ciclo: término em Jan; - 2º Ciclo: término em Mar; - 3º Ciclo: término em Abr.

APROVAÇÃO: LÍDER DO TLQ - WWWWWW

DATA: XX/Nov/199Y

FIGURA 3.4.a - Carta de Comissionamento do Time de Melhoria de Processo designado para minimizar custos de falha interna

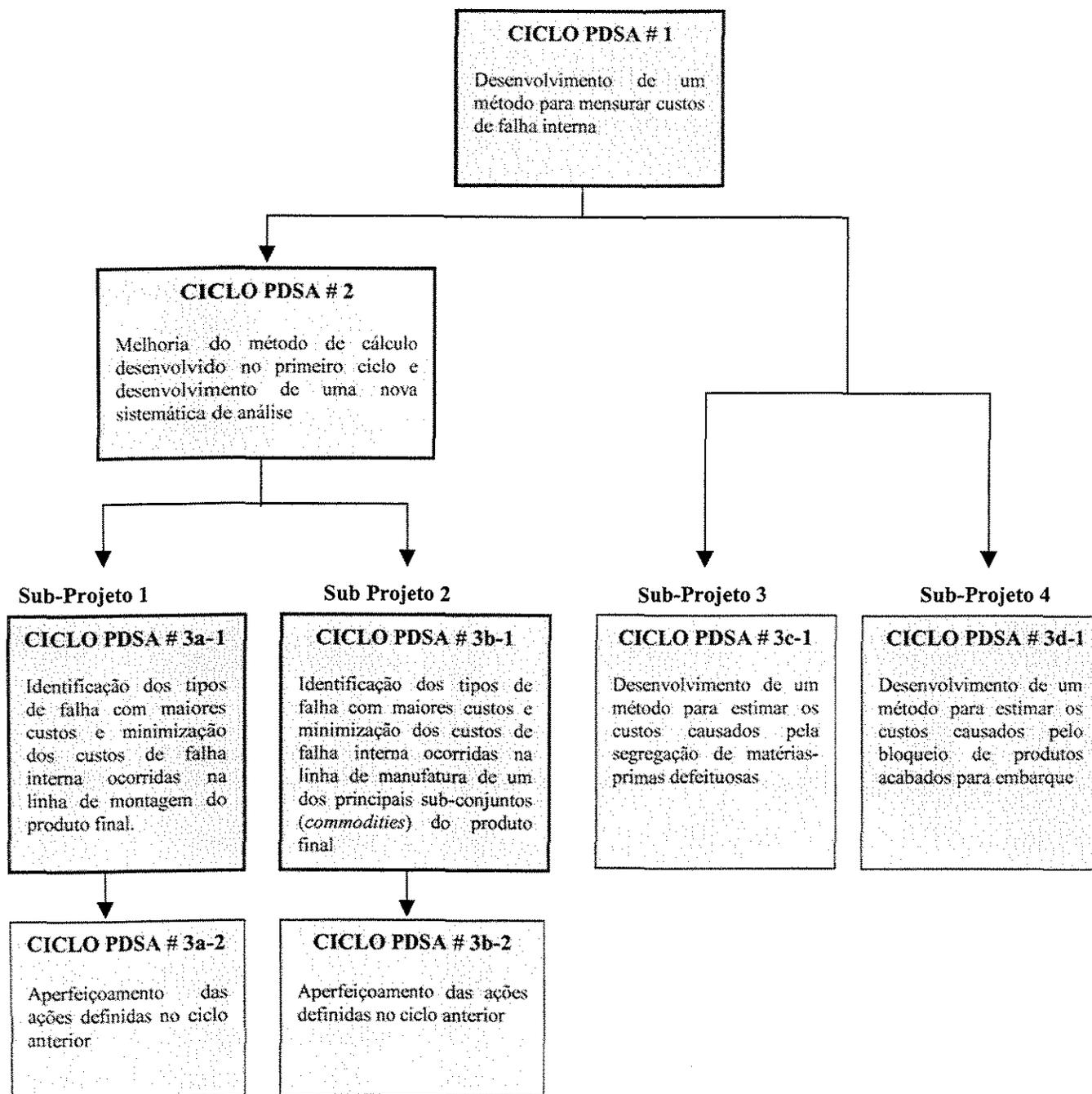


FIGURA 3.5.a - Conjunto completo de ciclos *PDSA* conduzidos até o momento da publicação desse trabalho

OBS: Os ciclos *PDSA* # 1 e 2 correspondem à fase de construção do conhecimento (*building knowledge*). A metodologia apresentada na Figura 3.6.d foi desenvolvida no ciclo *PDSA* # 2.

3.6 SUB-PROJETO 1 – Redução dos Custos de Falha Interna no processo de montagem mediante investimento em prevenção com retorno adequado

Durante os ciclos PDSA # 1 e 2, foi definida pelo TMP uma sistemática de cálculo que correlacionava diretamente as falhas de produto detectadas nos testes de produção com os custos de mão-de-obra de reparo e re-teste do produto, com os custos do processo de retrabalho de matéria-prima e de sub-montagens, e com as despesas incorridas devido a desperdícios de materiais (sucata, frete, impostos, etc.). Esses custos deveriam ser calculados por tipo de falha ocorrida com o objetivo de facilitar o isolamento dos principais problemas a serem atacados e resolvidos.

A Figura 3.6.a representa de forma simplificada o processo de fabricação do principal produto da empresa. Esse fluxo foi utilizado para que as atividades envolvidas com o processo de falha de produto pudessem ser claramente identificadas.

A partir do fluxo do processo, é possível observar que, ao ocorrer qualquer falha nos testes, o produto defeituoso é remetido para a estação de reparo. A estação de reparo somente existe por essa razão, ou seja, para corrigir defeitos detectados nos testes. Assim, esse é um caso típico e claro de custo de falha interna.

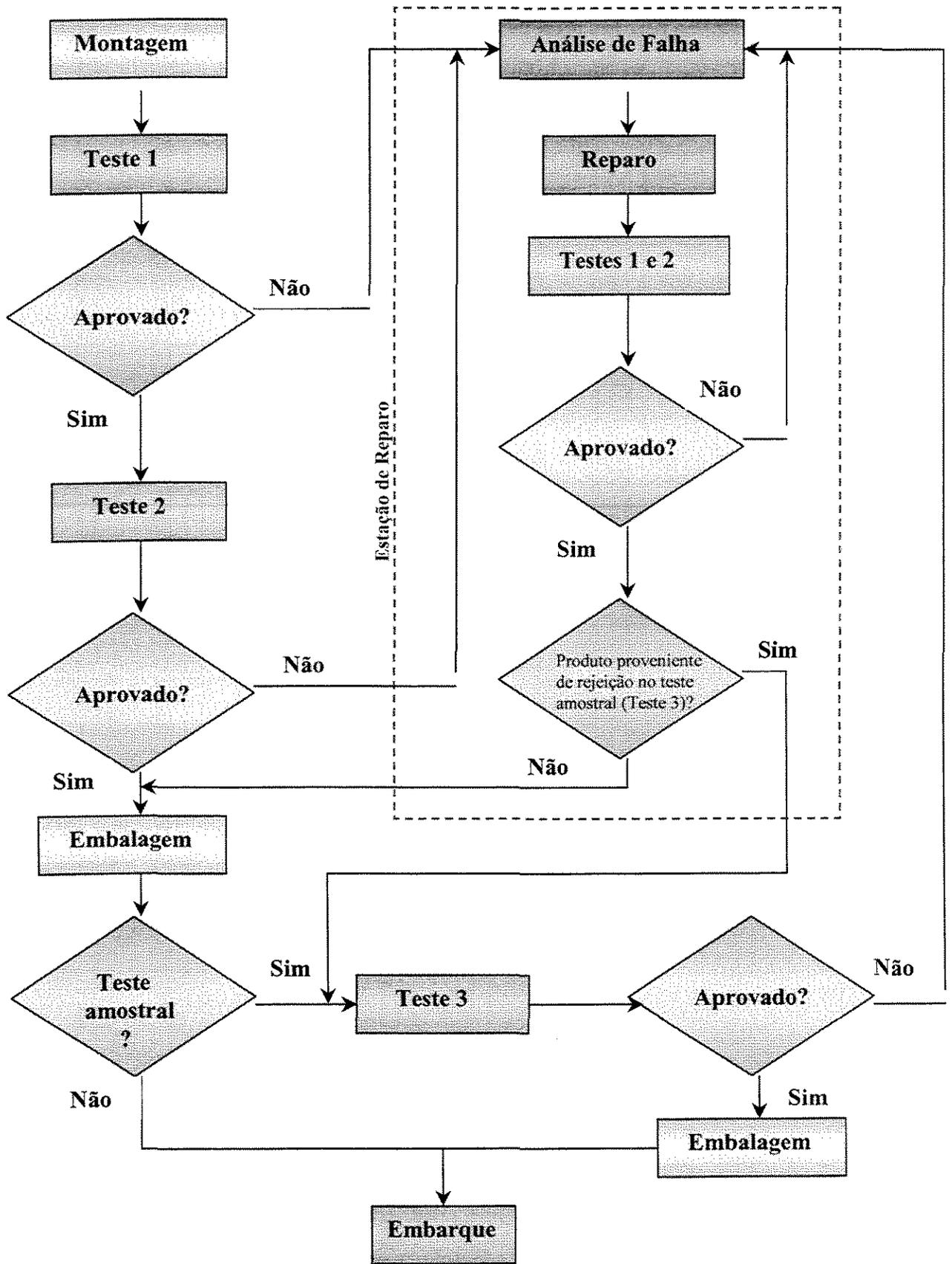


FIGURA 3.6.a - Fluxograma simplificado do processo de montagem, teste e reparo dos produtos fabricados pela empresa

Pode-se verificar que os seguintes custos¹⁶⁸ são decorrentes do processo de reparo de produtos defeituosos:

1. *Mão-de-obra de reparo*: este é um custo tipicamente fixo. Isso significa que uma diminuição no índice de falhas terá como consequência a ociosidade dos funcionários que trabalham nessa função¹⁶⁹. Essa ociosidade deve ser utilizada com o objetivo de realocar as pessoas para atividades de produção ou prevenção de falhas;
2. *Mão-de-obra de re-teste*: este também é um custo fixo. Portanto, valem as mesmas observações feitas para *mão-de-obra de reparo*;
3. *Inventário de produto em reparo*: este é um custo variável em função do índice de falhas e do volume de produção, que são os direcionadores de custo. Uma redução no índice de falhas poderá trazer um ganho financeiro real para a empresa, melhorando sua eficiência em giro de capital, pois uma quantidade menor de produtos defeituosos ficará “parada” na estação de reparo;
4. *Sucata*: este também é um custo variável em função do índice de falhas e do volume de produção, que são os direcionadores de custo. Entretanto, antes que seja tomada uma decisão para sucatear materiais defeituosos, deve ser feita uma negociação com os fornecedores para tentar a devolução desses materiais, ou seu retrabalho. Portanto, o custo de sucata também é dependente da eficiência da negociação feita com os fornecedores para devolver os materiais defeituosos, e dos tipos de defeitos encontrados nos materiais, que podem ou não viabilizar a execução de retrabalhos locais;

¹⁶⁸ Observa-se que há certa correlação entre esses custos e aqueles apresentados no item 3.5, referentes ao plano de contas dos custos de falha interna. Desse modo, os custos totais (consolidados para todos os tipos de falha e produto) relativos a *mão-de-obra de reparo* e *mão-de-obra de re-teste*, *sucata*, *retrabalho de material* e *suporte operacional* estão contidos nos custos relativos a *defeitos de manufatura*, *valor líquido de sucata*, *valor de retrabalho* e *suporte operacional*, respectivamente (estes últimos apresentados anteriormente no item 3.5). No entanto, conforme razões comentadas no item 3.4, o plano de contas dos custos de falha interna não permitia uma identificação clara de oportunidades de melhoria, o que gerou a necessidade do desenvolvimento de um sistema complementar de medição que permitisse uma visibilidade mais detalhada a respeito desses custos e que pudesse nortear a criação de projetos de melhoria. Esse é, portanto, o aspecto tratado nos ciclos PDSA # 1 e 2, discutidos no item 3.6.

¹⁶⁹ Esse conceito é discutido no item 1.6.

5. *Impostos / Frete*: estes são custos variáveis em função do índice de falhas e do volume de produção, que são os direcionadores de custo. Os impostos e os custos de frete incidem sobre o material importado defeituoso anteriormente sucateado ou devolvido aos fornecedores;
6. *Retrabalho de Material*: estes são custos variáveis em função do índice de falhas, do volume de produção, dos tipos de falha apresentados pelos materiais, e da disponibilidade de material para produção. Os retrabalhos são realizados quando são tecnicamente e/ou economicamente viáveis. Entretanto, quando há baixa disponibilidade de material em trânsito (a caminho do fornecedor para a empresa) ou em estoque em função da produção a ser realizada, o retrabalho é realizado a qualquer custo;
7. *Suporte Operacional*: este é um custo fixo, pois representa os gastos com a estrutura de Engenharia para analisar as falhas e desenvolver soluções técnicas para os problemas encontrados. Por ser um custo fixo, qualquer redução no índice de falhas poderá trazer ociosidade ao pessoal da Engenharia, que deverá ser realocado para atividades de prevenção.

A seguir, são apresentados os métodos utilizados para estimar esses valores.

ESTIMATIVA DOS CUSTOS DECORRENTES DO REPARO DE PRODUTOS

Os custos decorrentes do reparo de produtos foram calculados por unidade de produto defeituoso (com exceção dos custos referentes à estrutura de suporte, que foram estimados apenas quanto a seu valor total).

- **Custos que não envolvem a substituição (ou troca)¹⁷⁰ de matéria-prima**
 - *Mão-de-Obra de reparo*

¹⁷⁰ Esse enfoque diz respeito a situações em que o produto defeituoso pode ser reparado sem que haja necessidade de troca de um (ou mais) de seus componentes (ou matérias-primas).

Produto da multiplicação do tempo médio para reparar uma unidade defeituosa pelas despesas de pessoal (salários, encargos trabalhistas e benefícios dos técnicos de reparo) por unidade de tempo:

$$M\text{Oreparo} = T_{\text{rep}} * (\text{Sal} + \text{Encarg} + \text{Benef})/\text{Unidade de Tempo}$$

- *Mão-de-Obra de re-teste*

Resultado da multiplicação do tempo médio para re-testar uma unidade reparada pelas despesas de pessoal (salários, encargos trabalhistas e benefícios dos técnicos de re-teste) por unidade de tempo:

$$M\text{Ore-test} = T_{\text{re-test}} * (\text{Sal} + \text{Encarg} + \text{Benef})/\text{Unidade de Tempo}$$

- *Inventário de produto em reparo*

Produto da multiplicação do valor financeiro de uma unidade defeituosa em processo de reparo e re-teste pela taxa equivalente de custo de capital num período correspondente ao tempo médio perdido em produção (diferença entre o tempo normal de montagem mais teste e o tempo de reparo mais re-teste):

$$\text{Inv} = V_{\text{udef}} * [(1 + \text{TxCap})^{(T_{\text{montagem}} + T_{\text{test}} - T_{\text{rep}} - T_{\text{re-test}})} - 1],$$

Onde TxCap é a taxa de custo de capital na unidade de tempo

- **Custos que envolvem a substituição (ou troca)¹⁷¹ de matéria-prima**

- *Sucata*

Valor unitário da matéria-prima defeituosa multiplicado pelo percentual da matéria-prima rejeitada que foi sucateada no período

¹⁷¹ Esse enfoque diz respeito a situações em que o produto defeituoso somente pode ser reparado por meio de troca de um (ou mais) de seus componentes (ou matérias-primas).

considerado. Esse número corresponde à estimativa do custo de sucata por unidade defeituosa:

$$\text{Sucata} = V_{\text{udef}} * \frac{\text{QTD}_{\text{sucata}}}{\text{QTD}_{\text{def}}}$$

- *Impostos / Frete*

Despesas incorridas sobre a matéria-prima defeituosa importada que foi sucateada localmente, ou devolvida aos fornecedores internacionais. O processo de devolução garante ressarcimento somente do valor FOB¹⁷² do material. Da mesma forma que nos itens anteriores, essas despesas também foram calculadas por unidade defeituosa, mediante aplicação do percentual em impostos e frete sobre o valor unitário da matéria-prima em questão.

- *Retrabalho de Material*

Despesas correspondentes ao retrabalho de uma unidade de matéria-prima defeituosa, de forma a deixá-la em condições normais de utilização.

- **Custos referentes à estrutura de suporte**

- *Suporte Operacional*

Resultado da multiplicação do tempo médio de Engenharia gasto em atividades de suporte técnico a todas as falhas de produto pelas despesas de pessoal (salários, encargos trabalhistas e benefícios dos engenheiros) por unidade de tempo¹⁷³:

$$\text{SupOp} = T_{\text{sup-eng}} * (\text{Sal} + \text{Encarg} + \text{Benef}) / \text{Unidade de Tempo}$$

¹⁷² Valor FOB corresponde a um valor de material tabelado e aceito mundialmente para fins de comércio internacional.

¹⁷³ Foi feita uma estimativa do tempo médio investido em atividades de suporte de Engenharia, considerando todos os engenheiros e todas as falhas ocorridas no período de análise.

Observa-se que esses custos, com exceção daqueles referentes à estrutura de suporte, foram calculados por unidade de falha. Assim, o custo total, ao final do período de interesse, foi obtido por meio da multiplicação do custo da unidade de falha pela quantidade de falhas registradas. Alguns valores calculados com base nesses critérios podem ser observados nas Tabelas 3.6.b e 3.6.c.

É importante notar que os custos foram calculados por tipo de falha. Isso significa que o TMP procurou identificar quais eram os tipos de falha apresentados pelos produtos que eram encaminhados à estação de reparo. A intenção do TMP era custear os tipos de falha, de forma a elaborar um *ranking* das falhas por custo, ou seja, ordenar as falhas desde a mais “cara” até a mais “barata”.

Os resultados obtidos por meio desses cálculos precisavam ser analisados para gerar ações que garantissem a minimização dos custos. Parecia lógico que as falhas mais “caras” deveriam receber as maiores atenções quanto às ações de correção e prevenção.

Portanto, a partir desse momento, o TMP já dispunha de informações referentes aos tipos de falha que ocorriam, seus respectivos custos, e os componentes desses custos.

O ciclo PDSA # 2 culminou com o desenvolvimento de uma sistemática de análise para determinar ações que garantissem a minimização desses custos. Essa sistemática de análise foi utilizada durante o ciclo PDSA # 3a-1 e 3a-2 (ref. Figura 3.6.d).

CUSTO (US\$)	TIPOS DE FALHA				
	FALHA 1	FALHA 2	FALHA 3	FALHA 4	FALHA 5
Mão-de-Obra de reparo	7.02	7.02	7.02	7.02	7.02
Mão-de-Obra de re-teste	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26
Inventário - produto em reparo	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
SUB-TOTAL (\$) (s/ material)	8.72	8.72	8.72	8.72	8.72
Sucata	2.30	34.90	0.27	0.00	136.80
Impostos/Frete	138.38	16.33	0.00	0.00	77.98
Retrabalho de material	0.00	0.00	14.51	69.14	0.00
TOTAL (\$) da unidade de falha	149.82	59.95	23.15	77.86	223.50
Total de falhas no período	169	59	106	632	45
TOTAL (\$) do período	25320.00	3537.00	2454.00	49208.00	10058.00
TOTAL (\$) das falhas medidas	90577.00				

TABELA 3.6.b¹⁷⁴ - Sumário dos custos de falhas internas ocorridas durante o Teste 2 de uma família de produtos em um certo período do ano

CUSTO (US\$)	TIPOS DE FALHA				
	FALHA 1	FALHA 2	FALHA 3	FALHA 4	FALHA 5
Teste 1	7450.00	5182.00	1247.00	48341.00	10264.00
Teste 2	25320.00	3537.00	2454.00	49208.00	10058.00
Teste 3	156.00	0.00	109.00	645.00	0.00
TOTAL (\$) DO PERÍODO POR TIPO DE FALHA	32926.00	8719.00	3810.00	98194.00	20322.00
DPPM (testes 1+2)	7070	5830	5480	47550	3530
TOTAL (\$) Testes 1+2+3	163971.00				
Suporte Operacional	34049.00				
TOTAL (\$) (c/ suporte)	198020.00				
Volume Produzido no período	36633				
Custo (\$) por máquina produzida (s/ suporte) (Testes 1+2+3) / Volume	4.48				
Custo (\$) por máquina produzida (c/ suporte) TOTAL / Volume	5.41				

TABELA 3.6.c - Sumário dos custos de falhas internas de uma família de produtos em um certo período do ano, considerando todos os testes

¹⁷⁴ Os valores contidos nas tabelas 3.6.b e 3.6.c são resultado da multiplicação dos valores reais de custo da empresa por um fator "k", de forma a descaracterizar seus custos verdadeiros. A quantidade de falhas mostrada e seus respectivos valores em DPPM também foram multiplicados pelo mesmo fator "k". Esse fato, entretanto, não afeta a análise e as conclusões documentadas neste trabalho.

CICLO DE APRENDIZADO

Em função da teoria estatística que sustenta o Princípio de Pareto¹⁷⁵, pode-se extrair que a maior parte de uma determinada ocorrência normalmente é causada por uma minoria de fatores. Isso significa que, em primeira instância, deve-se concentrar nos chamados “poucos vitais”, desprezando-se os “muitos triviais”. Assim, o relatório a ser utilizado deve permitir a identificação dos poucos tipos de falha que estão causando a maior parcela dos custos. Dessa forma, esses “poucos vitais” devem receber o foco das primeiras ações de melhoria.

Após a determinação dos custos de cada tipo de falha (ref. Tabelas 3.6.b e 3.6.c), o TMP estabeleceu o *ranking* inicial das falhas por custo, multiplicando o custo unitário de cada tipo de falha por sua quantidade de ocorrências no período. Por ser o direcionador de custos mais evidente, a taxa de incidência de cada tipo de falha foi utilizada como uma medida não financeira de desempenho¹⁷⁶, de forma a facilitar a definição de metas de melhoria e o monitoramento dos resultados das ações a serem implementadas.

Os primeiros resultados obtidos deveriam, então, ser considerados como ponto inicial (*baseline*), a partir do qual as metas de melhoria seriam projetadas. Portanto, esse ponto inicial serviria como base de comparação para os resultados subsequentes à implementação das ações, bem como para análise de tendências em direção às metas projetadas.

A determinação dos pontos iniciais para os diversos tipos de falha considerou os valores de taxa incidência em DPPM (*Defective Parts per Million* – Partes Defeituosas por Milhão de unidades produzidas), que podem ser observados a partir da Tabela 3.6.c, para facilitar o acompanhamento de tendências ao longo do tempo referentes a cada tipo de falha. Dessa forma, os valores de custo total do período por tipo de falha foram utilizados apenas para tomada de decisão e determinação de prioridade de ataque inicial, uma vez que nem sempre as falhas com maior DPPM correspondiam àquelas que apresentavam maiores impactos em custo.

¹⁷⁵ O Princípio de Pareto é abordado no item 2.4.

¹⁷⁶ As Medidas Não Financeiras de Desempenho são discutidas no item 1.8

Assim, da Tabela 3.6.c, pode-se extrair que a Falha 4 foi a de maior impacto em custo no período considerado, seguida pelas Falhas 1, 5, 2 e 3. Em DPPM, no entanto, a ordem decrescente de impacto foi 4, 1, 2, 3 e 5. Em custo, pode-se observar que as Falhas 4 e 1 corresponderam a 80% dos custos de falha interna para a família de produtos avaliada durante o período considerado. Essa mesma tendência foi observada pelo TMP durante o período anterior, e também durante o período subsequente, com pouca variação. Portanto, havia forte indicação de que a minimização da ocorrência das Falhas 4 e 1 deveria ser priorizada para que se pudesse obter uma redução de custos significativa em pouco tempo, mediante a atuação do TMP.

Contudo, melhorias significativas em processo não são normalmente atingidas a partir da primeira análise e das primeiras ações. Para tanto, o pano de fundo de todo o projeto de melhoria deve ser o ciclo de aprendizado contínuo *PDSA* (ref. Figura 2.3.a). Na Figura 3.6.d, é apresentado um esquema do ciclo de aprendizado contínuo desenvolvido pelo TMP para o projeto de redução de custos de falha interna.

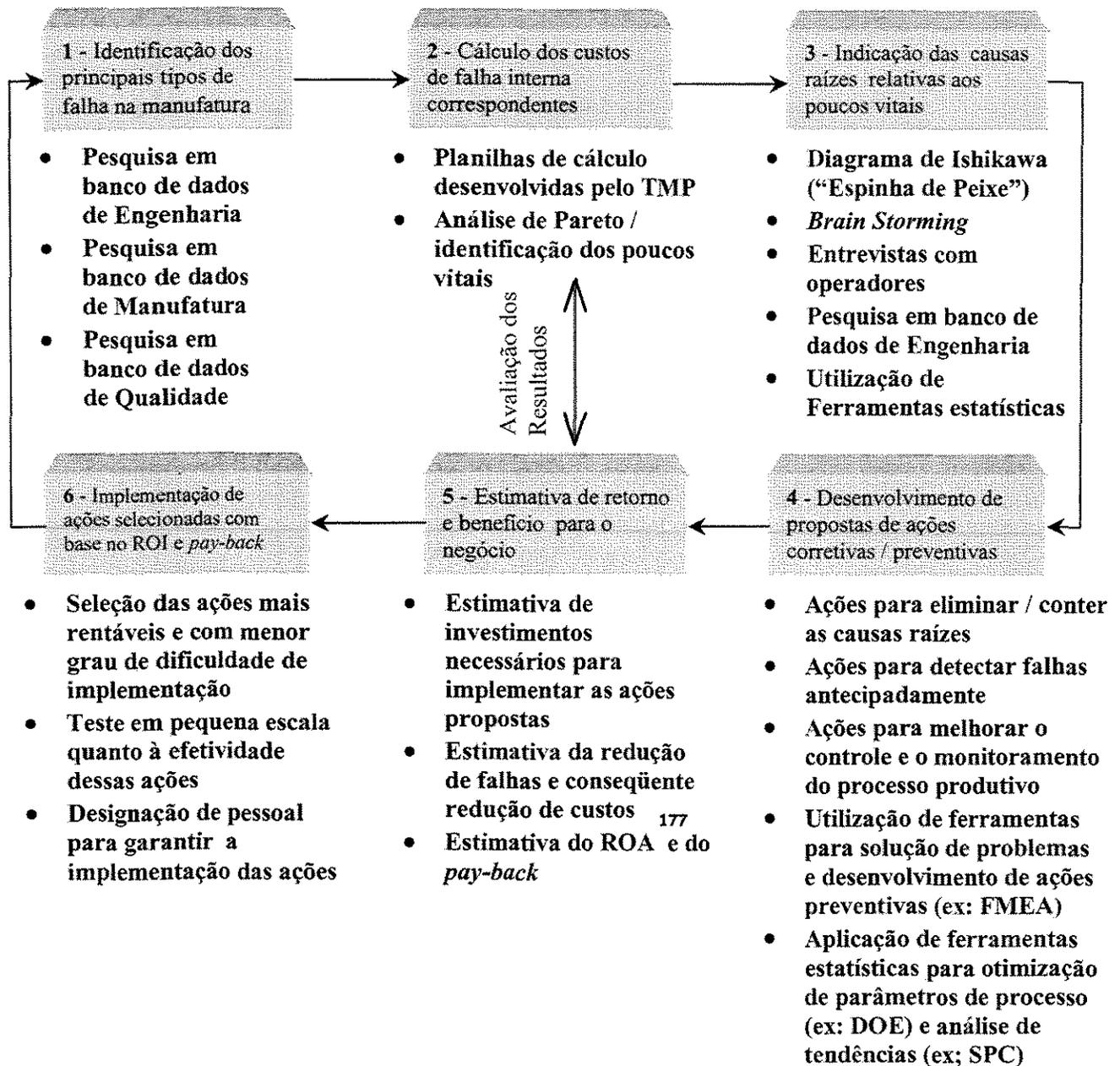


FIGURA 3.6.d - Esquema dos ciclos *PDSA* # *3a-1*, *3a-2*, etc., utilizados para definição de ações voltadas à redução dos custos de falha interna

OBS¹⁷⁸: *FMEA* - *Failure Mode and Effect Analysis* (Análise do Modo e Efeito de Falha): Metodologia utilizada no desenvolvimento de ações voltadas à eliminação ou minimização de causas de falhas ou defeitos potenciais.

DOE - *Design of Experiments* (Projeto de Experimentos): Ferramenta estatística utilizada para determinação do grau de influência de determinados parâmetros, previamente selecionados, nos resultados de uma característica em estudo/análise, por meio da realização de experimentos controlados e da análise da variabilidade dos resultados obtidos após a realização desses experimentos.

SPC - *Statistical Process Control* (Controle Estatístico do Processo): Método utilizado para avaliação do comportamento de determinada característica de um processo produtivo, baseado na elaboração e análise de cartas de controle e na verificação da capacidade de atendimento às especificações de projeto, de forma a permitir reações em tempo mínimo para corrigir eventuais situações fora de controle.

¹⁷⁷ O conceito de ROA (Taxa de Retorno sobre Ativos) é discutido no item 1.1.

¹⁷⁸ Todas essas técnicas e ferramentas são apresentadas no item 2.4.

Observa-se que o ciclo desenvolvido pelo TMP abordava soluções técnicas que otimizavam o retorno sobre ativos (ROA) e o *pay-back* de cada plano de ação proposto para combater a causa de determinado tipo de falha.

A seguir, são apresentados maiores detalhes a respeito das etapas desse ciclo.

- **Etapa 1:** *Identificação dos principais tipos de falha na manufatura*

A partir de pesquisas realizadas nos bancos de dados de engenharia, manufatura e qualidade, foi obtido o perfil inicial de falhas do produto ocorridas nos testes executados durante o processo produtivo (ref. Figura 3.6.a). Esse perfil foi identificado e relatado por meio das Tabelas 3.6.c e 3.6.d, ou seja, as falhas foram caracterizadas como Falhas 1, 2, 3, 4 e 5¹⁷⁹;

- **Etapa 2:** *Cálculo dos custos de falha interna correspondentes*

Utilizando o método de cálculo desenvolvido durante o ciclo PDSA # 2, foram obtidos valores bastante precisos dos custos diretos inerentes às falhas dos produtos nos testes (ref. Tabelas 3.6.c e 3.6.d). Esses valores foram calculados para a unidade de falha e para o total de falhas ocorridas no período, de forma a permitir uma clara visualização dos “poucos vitais”.

- **Etapa 3:** *Indicação das causas raízes relativas aos poucos vitais*

Com base em métodos clássicos¹⁸⁰, tais como diagramas de causa-efeito (*Ishikawa*, ou “espinha de peixe”), *brainstorming's*, técnicas estatísticas, entrevistas e avaliações de processo, etc., foram relacionadas e confirmadas as causas raízes e causas potenciais das falhas identificadas como “poucos vitais” na análise de Pareto.

- **Etapa 4:** *Desenvolvimento de propostas de ações corretivas/preventivas*

Uma vez identificadas as causas raízes dos “poucos vitais”, restava a definição de ações para eliminar ou conter essas causas e/ou detectar seus efeitos com certa antecedência a partir de um melhor monitoramento e controle de processo. Quando necessário, essas ações foram desenvolvidas

P - Plan

¹⁷⁹ Obviamente, esses números são apenas códigos utilizados em substituição aos termos técnicos adotados pela empresa, o que não afeta o objetivo deste trabalho.

¹⁸⁰ Esses métodos correspondem às técnicas de análise e solução de problemas apresentadas resumidamente no Capítulo 2.

P - Plan

pelo TMP por meio da aplicação de métodos mais sofisticados, como FMEA, onde cada operação do processo produtivo foi analisada com base na severidade da falha em questão, na ocorrência dos fatores causadores dessa falha, e na sua possibilidade de detecção. Cartas de Controle Estatístico também foram cogitadas como solução para análise de tendências dos “poucos vitais” em tempo real, o que permitiria reações imediatas a partir do momento em que tendências desfavoráveis fossem identificadas.

- **Etapa 5:** *Estimativa de retorno e benefício para o negócio*

Considerando que cada plano de ação representaria um gasto adicional (investimento), deveria ser estimada a taxa de redução de falha no tempo como consequência da implementação desse plano, bem como a diminuição de custo associado a essa redução (ganho esperado). Com isso, poderia ser obtido o retorno estimado (ROA), bem como o *pay-back* do investimento em cada solução proposta. Benefícios adicionais, não necessariamente mensuráveis em termos financeiros, seriam referenciados como justificativa adicional do investimento. Obviamente, seria difícil dimensionar a contribuição individual de cada ação na redução da falha identificada. O TMP preferiu considerar a contribuição total das ações referentes a um determinado plano para estimar a meta individual de redução de cada uma das falhas 4 e 1, as “poucas vitais” (ref. Tabela 3.6.e). Ou seja, para cada período, deveriam ser definidas as ações para reduzir cada uma dessas falhas, com base em métodos descritos nas etapas anteriores, e deveriam ser calculados os investimentos necessários para cada uma dessas ações. Deveria, então, ser estimada a redução de falha esperada após a implementação dessas ações, e calculada a redução de custo correspondente a um certo período posterior a sua implementação, uma vez que o custo unitário da falha já era conhecido (ref. Tabela 3.6.c).

P - Plan

O ROA deveria, então, ser estimado com base na equação:

$ROA = R / I$, onde:

R = Redução esperada de custo de falha interna, obtida após um determinado tempo posterior à implementação do plano de ação

I = Somatória dos investimentos totais de cada ação indicada no plano a ser implementado no período

O *pay-back* poderia, então, ser calculado facilmente, correspondendo ao tempo necessário para que o total de investimentos fosse “pago” pela redução conseguida nos custos de falha. Logicamente, tanto o ROA, quanto o *pay-back*, dependiam do volume de produção estimado, uma vez que a taxa de falhas era calculada em base percentual do volume de produção. O cálculo desses dois fatores, ROA e *pay-back*, seria fundamental para a justificativa do investimento perante a Alta Direção da empresa, principalmente por ser essa a linguagem que realmente é falada nos altos níveis gerenciais¹⁸¹, e que é a base de qualquer decisão de gastos adicionais. Portanto, um dos papéis mais importantes do TMP seria traduzir a linguagem técnica para uma linguagem de negócio, e vice-versa, servindo como intérprete nos dois sentidos, e atuando nas prioridades que realmente seriam importantes para a estratégia da empresa.

D - Do

- **Etapa 6: Seleção de ações com base no ROA & *pay-back***

Após o cálculo do retorno esperado para o investimento, deveriam ser selecionadas para implementação imediata aquelas ações com melhor resultado financeiro, ou seja, com maior ROA e com menor *pay-back*. Entretanto, não deveriam ser desconsiderados os aspectos técnicos oriundos da implementação prática dessas ações, ou seja, o grau de facilidade e/ou dificuldade para sua implementação, o que afetaria, inclusive, seu prazo de execução. Esse fator deveria ser fortemente considerado na decisão final. Portanto, a escolha ideal deveria considerar ações com alto ROA, baixo *pay-back*, e pouca dificuldade de

¹⁸¹ Esse aspecto é discutido no item 1.6.

D - Do

implementação prática (ref. Tabela 3.6.e). Tomada essa decisão, restaria apenas a definição de uma equipe técnica para garantir a praticalização desse projeto, ou seja, a execução de testes práticos em pequena escala para verificar a efetividade das ações selecionadas, e, por fim, sua implementação definitiva. A Tabela 3.6.e é um exemplo de tabela utilizada pelo TMP na etapa 6 do ciclo *PDSA* para visualizar as opções de investimento em redução de custos de falha interna. Pode-se observar, a partir dessa tabela, que, para a Falha 4, foi selecionado o Plano 2, e, para a Falha 1, foi selecionado o Plano 1, devido às razões explicadas anteriormente.

As etapas *S (Study)* e *A (Act)* estão representadas pela seta “Avaliação dos Resultados”, na Figura 3.6.d. Essa avaliação (*S*) seria feita mediante comparação dos valores estimados na etapa 5 com os valores reais calculados a partir das etapas 1 e 2 precedentes ao próximo ciclo de aprendizado. Essa comparação subsidiaria as decisões com relação aos próximos passos (*A - Act*).

Por fim, ao término de cada ciclo *PDSA*, i.e. *PDSA # 3a-1, 3a-2, etc.*, seria realizada uma verificação para constatar se os resultados planejados realmente foram atingidos, e, com base nessa análise, o plano inicialmente definido seria aperfeiçoado. No ciclo desenvolvido pelo TMP, essa fase está representada pela seta vertical ligando as etapas 2 e 5 (ref. Figura 3.6.d). Vale reforçar que somente após algumas rodadas do ciclo *PDSA* é que a meta final de redução de DPPM e, conseqüentemente, de custo, deveria ser atingida, ou seja, as metas intermediárias de cada ciclo garantiriam melhorias gradativas até que a meta final fosse alcançada. Adicionalmente, seria muito importante confirmar a tendência esperada de redução de falhas e custos após a implementação das ações, avaliando mais alguns resultados, para não depender única e exclusivamente da análise de apenas um ponto de medição. Isso poderia ser feito por meio da avaliação dos índices de DPPM em períodos subsequentes e menores. A aplicação de técnicas estatísticas, incluindo a determinação de limites de controle¹⁸², deveria ser considerada para apoiar essa análise. Uma vez confirmada a tendência favorável (ou desfavorável), a

¹⁸² O conceito de Limites de Controle está associado às Cartas de Controle, que são abordadas no item 2.4.,

fase de avaliação dos resultados poderia ser executada, e o ciclo *PDSA* em questão seria considerado definitivamente concluído, para permitir o início de mais um ciclo de aprendizado contínuo. Caso a tendência favorável não se confirmasse, a avaliação dos resultados (*Study*) deveria identificar as razões que conduziram a esse fato, e gerar subsídios para realizar novas tentativas (*Act*)¹⁸³.

¹⁸³ Esse enfoque é bastante discutido no item 2.3, durante a exposição do Modelo para Produzir Melhorias.

Tipo da Falha	DPPM baseline	Ciclo PDSA **	Planos de Ação ***	Meta em DPPM p/o ciclo	Redução de custo (S)	Invest requerido (S)	ROI	Pay-Back	Dificuld de implem		
Falha 4	47550	1	Plano 1	1- Melhoria do processo de treinamento	38040	59236	1,91	4 semanas	Baixa		
				2- Novo ferramental					12000	Baixa	
				3- Mudança de Lay-Out					6000	Baixa	
				4- Mudança de fornecedor					8000	Média	
		1	Plano 2	1- Melhoria do processo de treinamento	41050	40487	3,68	2 semanas	Baixa		
				2- Mudança de Lay-Out					6000	Baixa	
		Falha 1	7070	1	Plano 1	1- Novo sw de produção	6000	12825	1,43	5,5 semanas	Média
						2- Inclusão de mais uma etapa de inspeção					4000
1	Plano 2			1- Compra de nova máquina	5000	24810	1,13	7 semanas	Alta		
				2- Mudança de Lay-Out					6000	Baixa	

TABELA 3.6.e¹⁸⁴ - Sumário das ações definidas pelo TMP correspondentes ao ciclo PDSA # 3a-1 para uma determinada família de produtos. Exemplo de como selecionar o melhor plano de ação pelo ROA & pay-back

** Identificação do ciclo PDSA em que as propostas de planos de ação estão sendo analisadas para que seja tomada uma decisão a respeito do melhor plano, com base no ROA, pay-back e grau de dificuldade de implementação. Os resultados das ações deveriam ser avaliados ao final do ciclo em função do cumprimento das metas de redução em DPPM e custo, ROA e pay-back. No início do segundo ciclo PDSA (PDSA # 3a-2), as ações deveriam ser aperfeiçoadas, podendo, inclusive, gerar novas ações, com base em análises de Pareto, diagramas de causa-efeito, etc. relativas ao cenário resultante posterior à implementação das ações definidas no primeiro ciclo (PDSA # 3a-1).

*** As várias ações referentes a cada plano deveriam ser implementadas em paralelo, com base em um plano detalhado de execução individual, de forma a definir exatamente o que deveria ser feito, quem deveria executar, e quando cada pendência deveria ser concluída (método conhecido como W-4, ou seja, *what, why, who e when*, abordado no item 2.4).

¹⁸⁴ As informações contidas na Tabela 3.6.e são fictícias, servindo apenas para exemplificar o método adotado pela empresa. Foi considerado, para o período subsequente à implementação das ações, um volume planejado de produção fictício de 80000 unidades, para subsidiar os cálculos de redução de custos.

3.7 SUB-PROJETO 2 – Redução dos Custos de Falha Interna no processo de fabricação de subconjunto mediante investimento em prevenção com retorno adequado

O sub-projeto 2 teve uma abordagem similar ao sub-projeto 1. Enquanto o sub-projeto 1 enfocava o processo de montagem do produto final (ref. Figura 3.6.a), o sub-projeto 2 enfocava a manufatura de um dos principais sub-conjuntos (*commodities*) do produto final, seguindo processo de manufatura similar àquele abordado na Figura 3.6.a. Esse sub-conjunto era manufaturado internamente, e, portanto, grande parte das melhorias de seu processo dependia apenas de esforços da própria equipe de Engenharia e de Produção. A Tabela-3.7.a representa o padrão de relatório utilizado pelo TMP na abordagem do sub-projeto 2.

As Tabelas-3.7.b e 3.7.c demonstram novamente que o ranking de falhas por custo é sensivelmente diferente do ranking de falhas por DPPM (*Defective Parts per Million*). Nota-se que a falha do tipo A era a mais representativa nos dois rankings, ocupando o primeiro lugar tanto em custo, quanto em DPPM. Entretanto, esse tipo de falha não foi atacado pelo TMP, uma vez que a empresa estava mudando suas estratégias, e a montagem do sub-conjunto em questão seria transferida para uma outra empresa¹⁸⁵. Com isso, todo o processo de produção, que era o escopo de trabalho do sub-projeto 2, seria terceirizado, pois a empresa queria concentrar esforços apenas em seu produto principal, e não em uma *commodity*. Isso inviabilizou um enfoque mais intenso no sub-projeto 2. Para reduzir a incidência do tipo de falha A, seria necessário um investimento relativamente alto, que não teria retorno garantido, pois o período de *pay-back* seria maior do que o tempo necessário para que a terceirização se concretizasse. Assim, o TMP resolveu atuar apenas na redução das falhas que não exigiriam grandes investimentos e que teriam rápido retorno a partir de ações simples. Os tipos de falha G e B seriam os próximos da lista, conforme a Tabela-3.7.c. Na verdade, o tipo de falha E estava tecnicamente muito ligado ao tipo de falha B, e poderia ser atacado simultaneamente pelas ações de melhoria, sem esforços adicionais. A Figura 3.7.j detalha

¹⁸⁵ O processo de transferência de parte das operações para outra empresa é conhecido como “*outsourcing*”.

o ciclo PDSA # 3b-1, que serviu de base para toda a seqüência de análises e ações referentes ao sub-projeto 2¹⁸⁶.

As Figuras 3.7.d e 3.7.e representam os diagramas de causa-efeito (ou diagramas de *Ishikawa*) utilizados para identificar as causas raízes dos tipos de falha B, E e G. Esses diagramas foram preenchidos a partir de *brainstorming's* conduzidos pelo TMP¹⁸⁷. As causas mais prováveis foram confirmadas por meio de investigações técnicas e assinaladas com um círculo nos diagramas em questão. As ações de melhoria foram definidas com base nessas informações. Para a redução dos tipos de falha B e E, a ação desenvolvida foi a instalação de um novo *software* de máquina de produção livre de erros, contendo parâmetros corretos para posicionamento de componentes. Para a redução do tipo de falha G, a ação definida foi a melhoria da esteira condutora, com a substituição da engrenagem motriz, de forma a aliviar o início de movimentação de peças contendo componentes ainda não soldados. Essas ações exigiram investimentos desprezíveis (em torno de USD 240.00), e resultaram em melhorias consideráveis em um curto espaço de tempo (ref. Figuras 3.7.f, 3.7.g, 3.7.h e 3.7.i).

¹⁸⁶ Esse detalhamento segue o padrão de formulário abordado no item 3.5.

¹⁸⁷ A técnica de *brainstorming* é brevemente discutida no item 2.1.

		TIPOS DE FALHAS							
		A	B	C	D	E	F	G	OUTRAS
	Custo Unitário*	\$ 9,17	\$ 1,27	\$ 1,20	\$ 1,36	\$ 1,27	\$ 2,43	\$ 2,15	\$ 2,25
	Custo Unitário sem Material **	\$ 3,52	\$ 1,27	\$ 1,20	\$ 1,36	\$ 1,27	\$ 1,69	\$ 1,97	\$ 2,12
Custos Unitários	Material de Reparo	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,92	0,92	0,55
	Sucata - Mat.Prima	5,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	0,19	0,13
	Pré-Teste	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
	Pré-Análise	1,31	0,25	0,48	0,48	0,48	0,24	0,18	0,46
	Reparo	1,23	0,49	0,14	0,14	0,14	0,72	1,02	0,60
	Análise de Falha	1,74	0,91	0,42	0,42	0,70	0,42	0,77	0,70
	Teste Funcional	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Custos Totais do Trimestre	Pré-Teste	333	150	148	111	61	27	28	251
	Pré-Análise	3453	469	966	580	193	26	26	514
	Reparo	5852	1400	298	222	537	972	1738	2367
	Análise de Falha	3601	111	36	244	34	6	0	1680
	Teste Funcional	1178	70	48	199	21	9	0	1368
	Material de Reparo	2389	1429	1066	792	548	1248	1575	2161
	Sucata - Mat.Prima	27000	0	0	0	0	1003	317	520
	CUSTO TOTAL ***	\$43807	\$3628	\$2562	\$2148	\$1393	\$3291	\$3684	\$8860
Quantidade de Falhas	Inspeção Visual	13	718	21	4	230	969	1307	345
	Pré-Teste	2640	1861	2013	1209	765	110	146	1127
	Teste Funcional	2067	122	85	349	37	15	0	2400
	Outras Estações	57	156	12	22	64	262	259	57
	TOTAL	4777	2857	2131	1584	1096	1356	1712	3929
	Quantidade Produzida:	88293			Custo do Trimestre:			\$ 69.373,00	
	Total de Falhas:	19442			Custo Médio por mês:			\$ 23.124,00	
	Média de Falha por Unidade:	0,22			Custo Médio por unidade:			\$ 0,79	

TABELA 3.7.a - Padrão de Relatório de Custos de Falha Interna referente ao sub-projeto 2

* Custo atribuído a uma unidade de falha para cada tipo de defeito encontrado, considerando a troca de componentes (matéria-prima) durante o processo de reparo do subconjunto defeituoso

** Custo atribuído a uma unidade de falha para cada tipo de defeito encontrado, não considerando a troca de componentes (matéria-prima) durante o processo de reparo do subconjunto defeituoso

*** Custo atribuído à totalidade de falhas para cada tipo de defeito encontrado, considerando a troca de componentes (matéria-prima) durante o processo de reparo do subconjunto defeituoso

Posição no Ranking	Tipo de Falha	DPPM no Trimestre
1°	A	54104
2°	B	32358
3°	C	24136
4°	G	19390
5°	D	17940
6°	F	15358
7°	E	12413

TABELA 3.7.b - Ranking dos tipos de falha por DPPM para o sub-projeto 2

Posição no Ranking	Tipo de Falha	Custo no Trimestre
1°	A	\$ 43807
2°	G	\$ 3684
3°	B	\$ 3628
4°	F	\$ 3291
5°	C	\$ 2562
6°	D	\$ 2148
7°	E	\$ 1393

TABELA 3.7.c - Ranking dos tipos de falha por custo para o sub-projeto 2

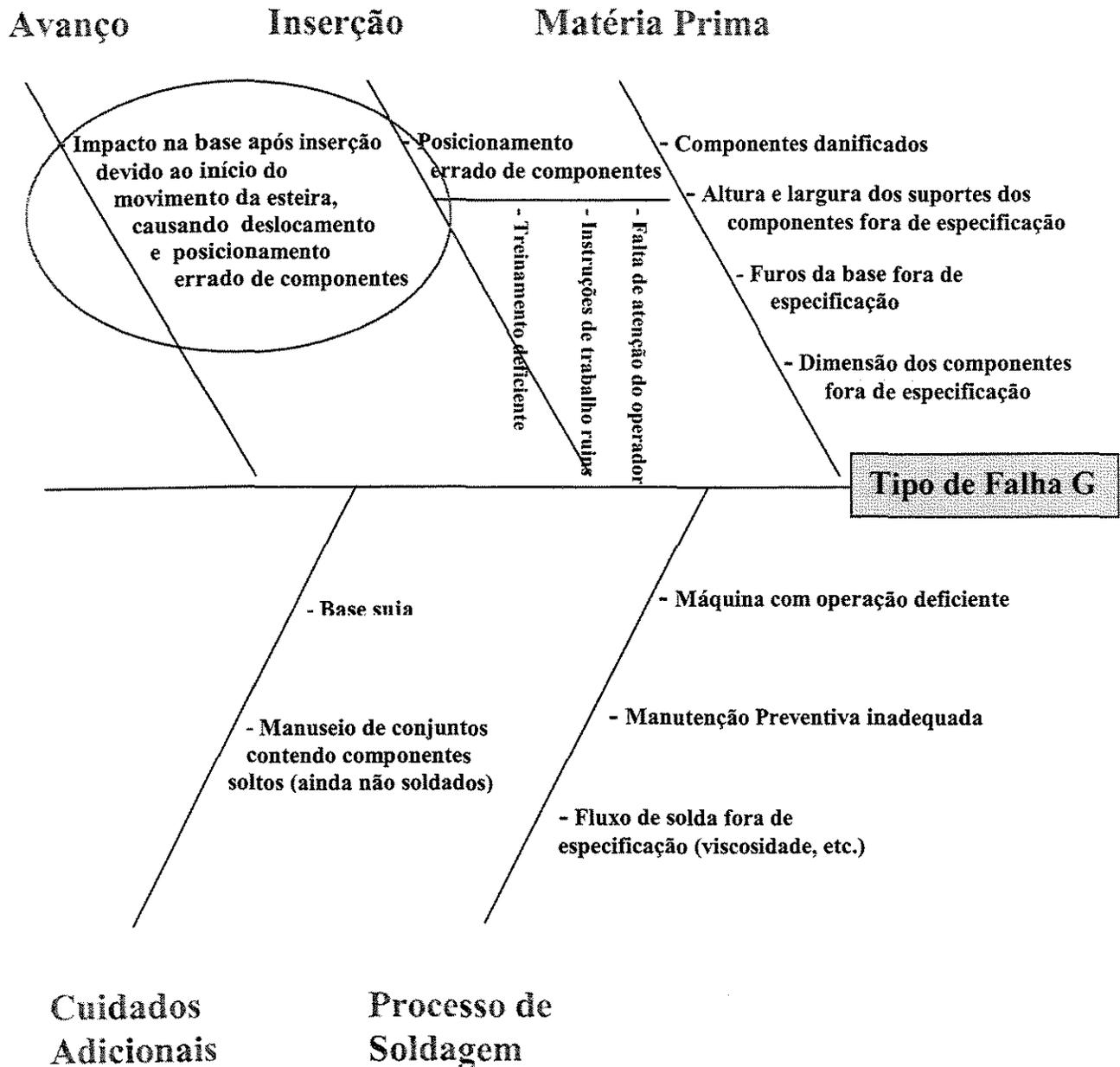


FIGURA 3.7.d - Diagrama de Causa-Efeito (Ishikawa) para identificação de causas raízes do tipo de falha G

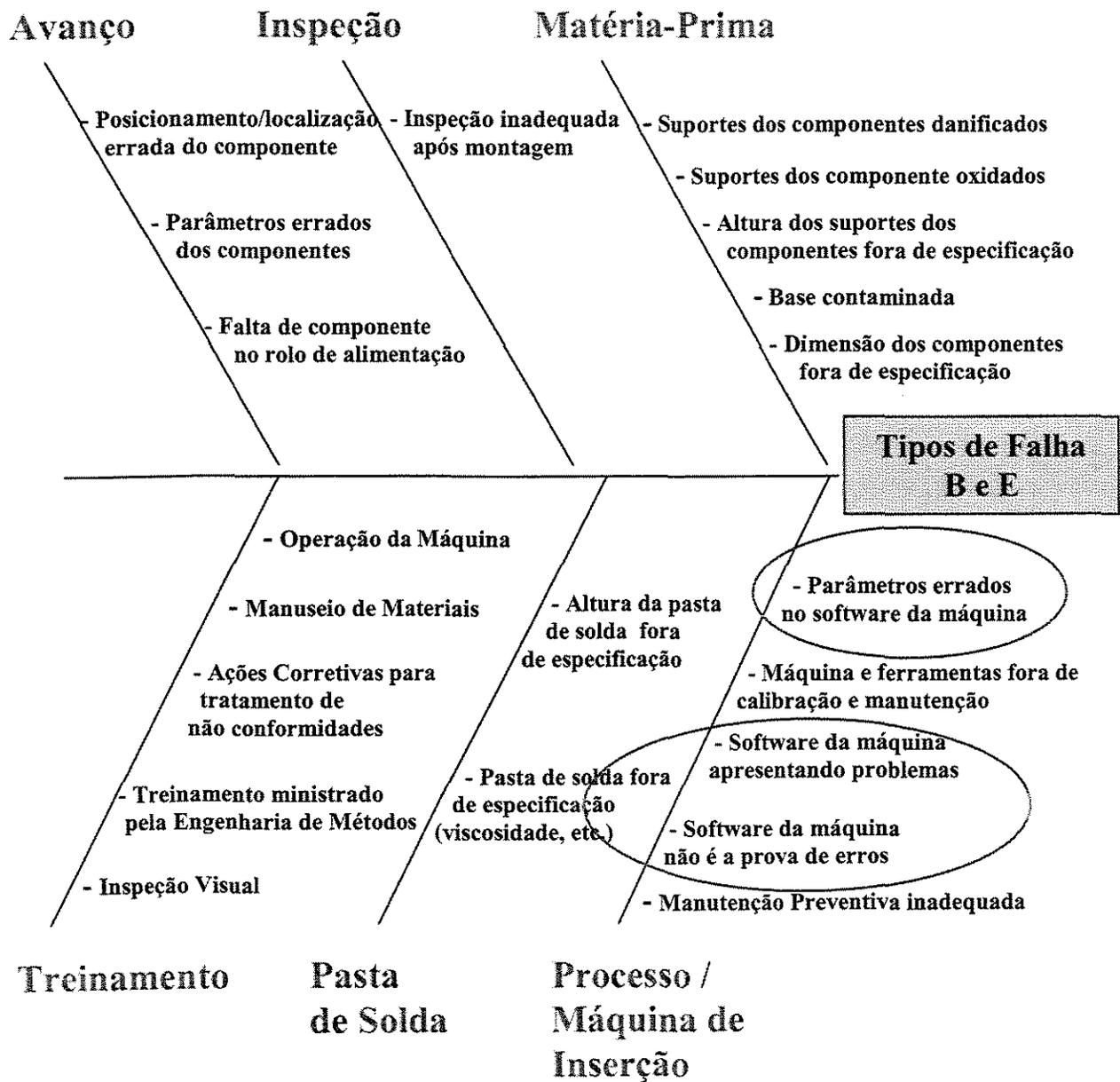


FIGURA 3.7.e - Diagrama de Causa-Efeito (*Ishikawa*) para identificação de causas raízes dos tipos de falha B e E

DPPM - Tipo de Falha B

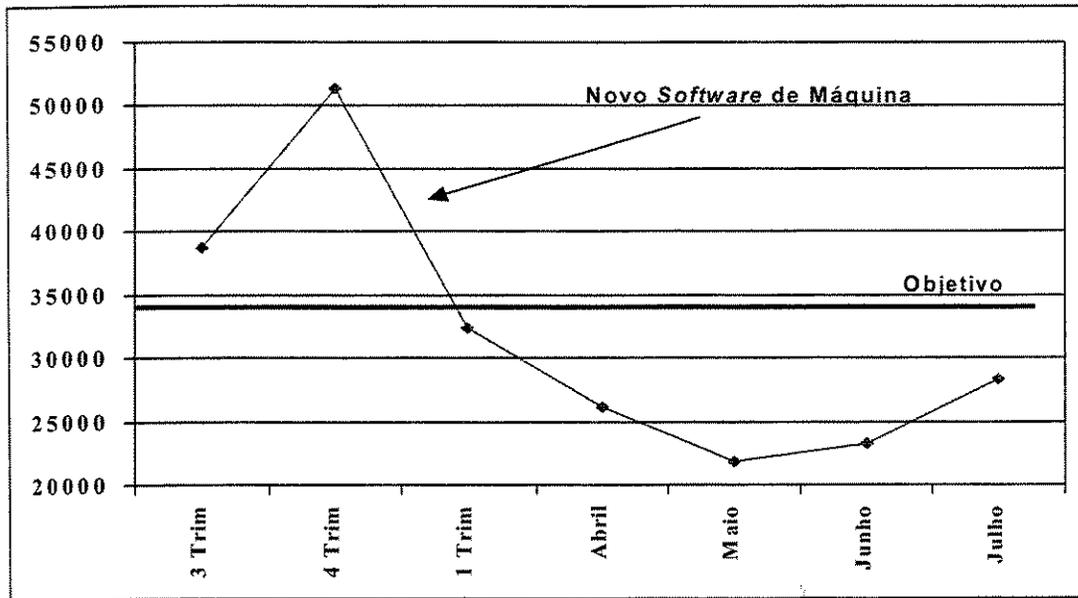


FIGURA 3.7.f - Tendência em DPPM (*Defective Parts per Million*) para o tipo de falha B (sub-projeto 2)

DPPM - Tipo de Falha E

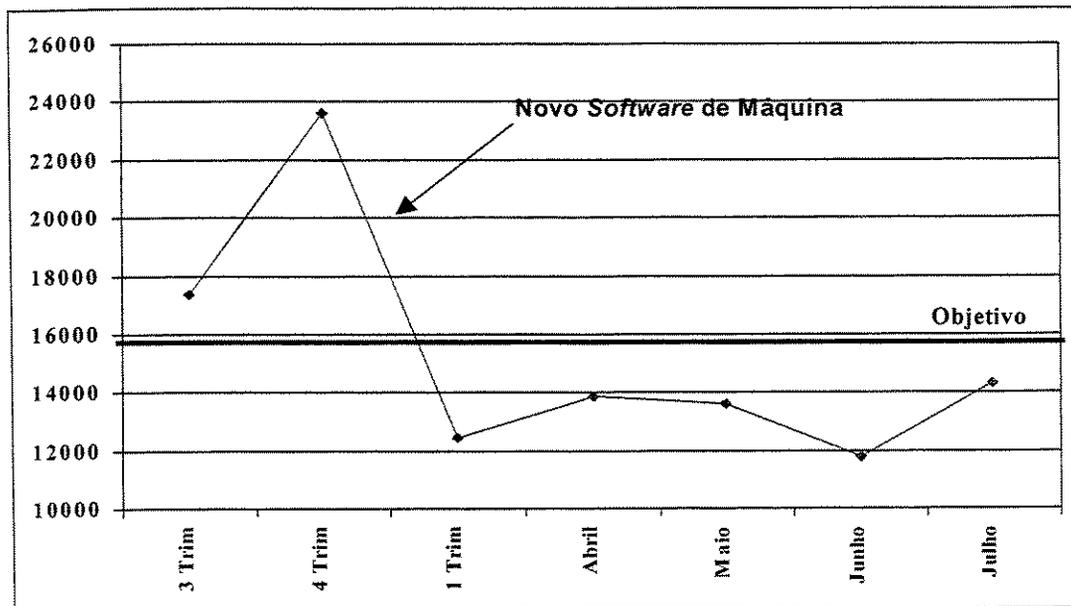


FIGURA 3.7.g - Tendência em DPPM (*Defective Parts per Million*) para o tipo de falha E (sub-projeto 2)

DPPM - Tipo de Falha G

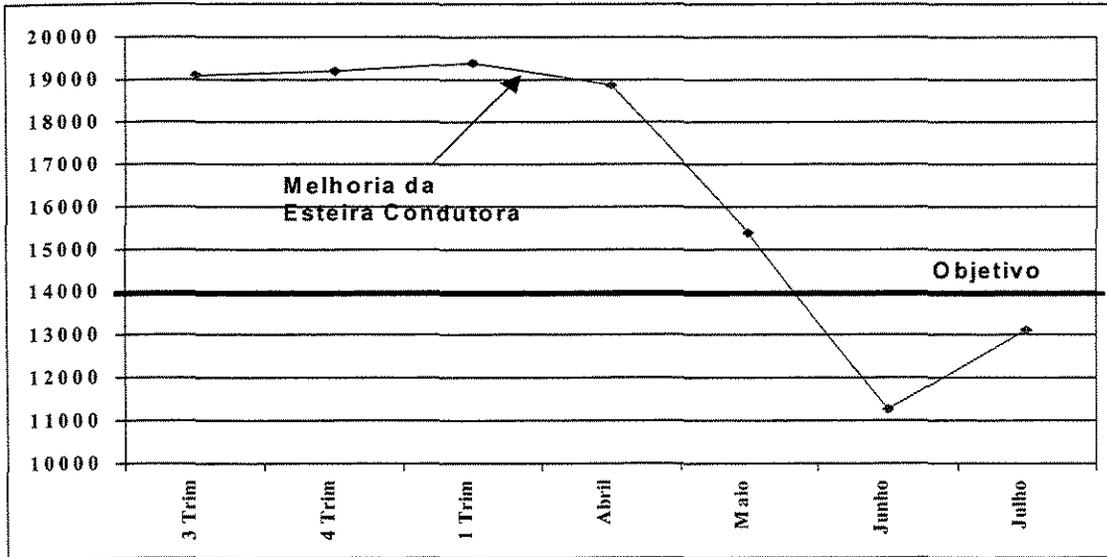


FIGURA 3.7.h - Tendência em DPPM (*Defective Parts per Million*) para o tipo de falha G (sub-projeto 2)

DPPM Total

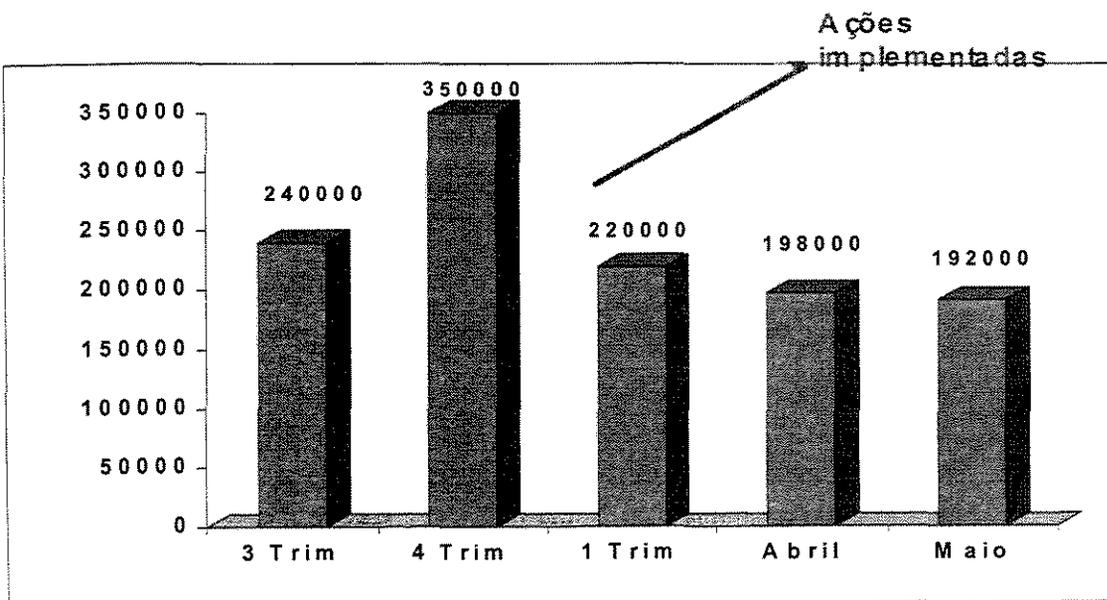


FIGURA 3.7.i - Tendência em DPPM (*Defective Parts per Million*) para todos os tipos de falha (sub-projeto 2)

MODELO PARA PRODUZIR MELHORIAS – DATA: Mar/199X **REDUÇÃO DE CUSTOS DE FALHA INTERNA / CICLO PDSA #3b-1**

MISSÃO:

Definir ações para minimizar os custos de falha interna de manufatura ocasionados por componentes altos, componentes faltantes e componentes desalinhados.

CONHECIMENTO ATUAL:

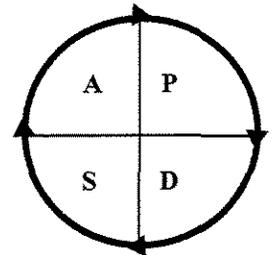
Componentes altos estão fortemente relacionados com falhas humanas devido ao posicionamento manual de componentes na placa de circuito impresso. Componentes faltantes e componentes desalinhados estão correlacionados a ambos os processos, i.e., posicionamento manual e automático de componentes na placa. Os níveis atuais de DPPM (Defective Parts per Million – Partes Defeituosas por Milhão) são:

- Componentes Altos: 19094 (3.o Trimestre/199X) e 19191 (4.o Trimestre/199X)
- Componentes Faltantes: 38744 (3.o Trimestre/199X) e 51336 (4.o Trimestre/199X)
- Componentes Desalinhados: 17342 (3.o Trimestre/199X) e 23638 (4.o Trimestre/199X)

CICLO DE MELHORIA:

PLANEJAR (“PLAN”):

O time realizará um brainstorming a fim de preencher o diagrama de causa-efeito para as falhas referentes a componentes altos, faltantes e desalinhados. Com base nisso, serão definidas ações para minimizar os efeitos das causas raízes. As condições de contorno determinam que as ações devem ter baixo grau de complexidade e requerer pouco, ou nenhum, investimento, uma vez que essa linha de manufatura passará por um processo de terceirização. Uma redução de 30% no nível de DPPM médio do 3.o e 4.o Trimestres deve ser perseguido para cada tipo de falha.



Questões:

- Nós temos condições de definir ações de baixo grau de complexidade e que requeiram pouco, ou nenhum, investimento?
- Essas ações serão capazes de diminuir o nível de DPPM conforme esperado?

Previsões:

Como a linha de manufatura entrará em um processo de terceirização, os resultados das ações poderão não ser tão bons devido a um menor nível de motivação e moral dos operadores, principalmente num período mais próximo à data em que a terceirização será efetivada.

Quem, O Quê, Quando, Onde:

Aparecido Schmidt conduzirá a sessão de brainstorming para preencher o diagrama de causa-efeito e contará com o suporte técnico de Fernando Viana. Após isso, Fernando Viana definirá ações para minimizar os efeitos das causas raízes das falhas. As ações não devem requerer investimentos adicionais e não devem prover qualquer risco à performance da linha de manufatura.

Prazo: 2 semanas

EXECUTAR (“DO”):

Um diagrama de causa-efeito foi preenchido para cada tipo de falha, i.e., componentes altos, faltantes e desalinhados. As principais causas raízes que requereriam ações com nenhum investimento e risco foram identificadas. Essas causas são “software de posicionamento de componentes inadequado” (para componentes faltantes e desalinhados) e “partida brusca da esteira transportadora de placas” (para componentes altos). Assim, as ações foram definidas como:

- Instalar uma nova versão do software de posicionamento (já disponível no mercado sem custo), e
- Substituição da engrenagem da esteira, após o ponto de inserção manual de componentes, para reduzir impactos na partida do movimento, uma vez que os componentes estão soltos sobre a placa naquele momento

Estas ações foram muito simples, como planejado, e não ofereceram qualquer risco à performance da linha de manufatura, nem exigiram qualquer investimento adicional. De fato, o único investimento seria uma nova engrenagem, que custaria USD 240.00.

Portanto, a decisão foi ir adiante e implementar as ações na linha de manufatura.

ESTUDAR (“STUDY”):

Os resultados das ações indicam uma tendência favorável à redução esperada (30% da média de DPPM do 3.o e 4.o Trimestres). O novo software de posicionamento realmente diminuiu a incidência de componentes faltantes e desalinhados a níveis menores de DPPM, abaixo da meta de 30% estabelecida na fase de planejamento. Após a implementação das ações, os níveis de DPPM para estes tipos de falha são:

- Componentes faltantes: os níveis de DPPM estão abaixo de 30000 desde Abril/XX (a meta era 31500)
- Componentes desalinhados: os níveis de DPPM estão abaixo de 14340 (a meta) desde Abril/XX

Quanto aos componentes altos, a substituição da engrenagem da esteira também produziu um bom efeito. De fato, a meta estabelecida foi atingida somente em Junho/XX, uma vez que esta falha está relacionada com um processo manual, e algum tempo extra é esperado para que o processo se estabilize. De qualquer forma, a tendência de DPPM da data de implementação adiante é muito boa, uma vez que os níveis de DPPM caíram de 19000 (3.o e 4.o Trimestres/XX) para 15000 em Maio do ano seguinte, atingindo a meta de 13400 em Junho.

Entretanto, conforme esperado, a tendência em DPPM no mês de Julho, embora tenha permanecido sob o nível comprometido, parece sofrer a influência da baixa motivação e moral dos operadores, devido ao início do processo de terceirização, apresentando ligeira ascensão.

AGIR (“ACT”):

Uma vez que as metas foram atingidas e a linha de manufatura está em fase de terceirização, o time terá que interromper as atividades relativas ao projeto. O TLQ (Time de Liderança da Qualidade) orientou o TMP (Time de Melhoria de Processo) para não colocar qualquer esforço adicional nesse processo. Essa é razão pela qual nenhum esforço será dedicado ao principal tipo de falha identificado como maior contribuidor em custo: componentes defeituosos. Para atacar este problema, muito tempo e algum investimento seriam necessários. Isso provavelmente será endereçado aos fornecedores que estão assumindo a linha de manufatura. A equipe de trabalho sugere que, num futuro próximo, sejam levantados todos os custos de falha interna causados por esses novos fornecedores, que deverão, então, determinar ações corretivas com base em uma metodologia científica de custos da qualidade, rodando ciclos de aprendizado PDSA, de forma a garantir seqüência a este projeto. O conhecimento e a experiência adquiridos por esta equipe poderão ser repassados aos fornecedores, caso nossos custos de falha interna justifiquem essa decisão. Por outro lado, dependendo dos custos causados pelos fornecedores, um processo de ressarcimento poderá ser negociado com eles, de forma a assegurar a recuperação de custos de falha interna que ultrapassarem um determinado valor previamente acordado.

De qualquer forma, devido à ações implementadas internamente para reduzir os níveis de DPPM de componentes altos, faltantes e desalinhados, um custo de USD 0.20 por placa foi evitado.

A fim de acompanhar a performance das placas manufaturadas pelos fornecedores, o time sugeriu a implementação de cartas de controle p-barra em tempo real em sua linha de montagem de produto final. Isso será parte de ações a serem desenvolvidas num próximo ciclo, para um sub-projeto de terceirização de placas.

FIGURA 3.7.j - Formulário PDSA utilizado pelo TMP para gerenciamento do ciclo 3b-1 (ref. item 3.5)

3.8 SUB-PROJETOS 3 & 4 – Redução dos Custos de Falha Interna decorrentes da utilização de matéria-prima defeituosa e bloqueio de embarque de produto defeituoso, mediante investimento em controle de processo

Quanto aos ciclos identificados por *3c-1* e *3d-1* (referência Figura-3.5.a), a abordagem dos custos foi um pouco diferente daquela descrita para os ciclos *3a-1* e *3b-1* (sub-projetos 1 e 2 respectivamente). Como os sub-projetos 3 e 4 correspondiam a custos incorridos fora da linha de produção propriamente dita, eles foram tratados de forma similar entre si. Nas duas situações, os custos eram decorrentes de processos de análise, suporte, disposição de material rejeitado, atividades de retrabalho e inspeção, etc. Por causa dessa semelhança, somente o ciclo *3d-1* (sub-projeto 4) será demonstrado neste item.

O ciclo *3d-1* tinha o objetivo de desenvolver um método para cálculo de custos incorridos em decorrência do bloqueio de produto acabado impróprio para embarque¹⁸⁸. Um melhor entendimento sobre o processo de *Product Hold* pode ser obtido por meio da Figura-3.8.a.

O principal enfoque do TMP foi a revisão da metodologia de cálculo dos custos, de forma a abordar outros componentes além dos custos de salários e encargos do pessoal que executava o retrabalho¹⁸⁹ de produtos acabados. Assim, uma vez determinados os custos com maior precisão, os principais objetivos deveriam ser:

- Recuperar, sempre que possível, todos os custos do processo de *Product Hold* mediante ressarcimento pleiteado junto aos causadores do problema (matriz estrangeira, fornecedores, parceiros, e outros);
- Identificar, com base em registros históricos dos *Product Hold's*, as principais causas de problemas (inclusive internas), de maneira a permitir sua correção e evitar novas ocorrências do mesmo tipo de problema.

¹⁸⁸ Essa situação normalmente é denominada "*Product Hold*" em empresas de manufatura.

¹⁸⁹ Até o momento da designação do TMP, o cálculo dos custos consideravam apenas as atividades de retrabalho. Entretanto, conforme mostrado no fluxo da Figura-3.8.a, o retrabalho era apenas uma das diversas atividades que faziam parte do processo completo de *Product Hold*.

Para cumprir esses objetivos com maior eficiência foi necessário garantir aderência do projeto ao ciclo PDSA, utilizando o formulário padrão abordado no item 3.5 (ref. Figura 3.8.b).

O modelo de planilha de custo desenvolvido e utilizado pelo TMP, conforme relatado no formulário PDSA (ref. Figura-3.8.b), pode ser observado por meio da Tabela-3.8.c. Na Figura-3.8.d, pode-se verificar também o gráfico de Pareto elaborado com base nos resultados de custo calculados a partir dessa planilha.

Na planilha da Tabela-3.8.c, os valores posicionados à esquerda da divisão central da tabela são fixos, com exceção do valor do material utilizado no retrabalho, que é informado caso a caso pela área responsável por preencher a planilha, uma vez que cada retrabalho requer um tipo de material diferenciado. Mesmo os valores fixos devem sofrer revisões periódicas, de forma a garantir sua atualização permanente.

Durante a elaboração dessa planilha, considerou-se que o retrabalho das unidades defeituosas poderia ser realizado:

- em uma das três linhas de produção da empresa (Linhas A, B ou C, onde a Linha A era composta por células flexíveis de fabricação) ou fora das Linhas de produção (quando não houvesse necessidade de retorno das unidades ao processo produtivo normal);
- em horário normal de trabalho ou em horário extraordinário;
- por pessoal interno ou por pessoal terceirizado.

Um aspecto interessante observado pelo TMP foi que, sempre que a produção normal fosse interrompida para a realização de um retrabalho, haveria perda irreparável de capacidade produtiva causada pelo *Product Hold*. Portanto a produção não realizada durante esse tempo deveria ser considerada como perda. Essa é a razão pela qual a margem perdida por unidade não produzida foi incluída na planilha. Este seria, de fato, o ganho operacional por unidade que não fora realizado. Por outro lado, se a linha de manufatura estivesse ociosa por algum outro motivo (ex. falta de material para produção), a realização de retrabalho utilizando seus recursos não deveria acarretar margem perdida, pois, dessa forma, o causador da margem perdida não seria o *Product Hold*, mas um outro problema qualquer. Aliás, essa questão também serviu como base para que o TMP gerasse algumas regras de análise, decisão e configuração do retrabalho, de forma a

garantir os menores custos para sua execução, desde que não causassem impactos colaterais nos compromissos assumidos com os clientes (ex.. executar retrabalho dentro ou fora da linha de produção, em hora-extra ou período normal, utilizando pessoal interno ou terceirizado, etc.).

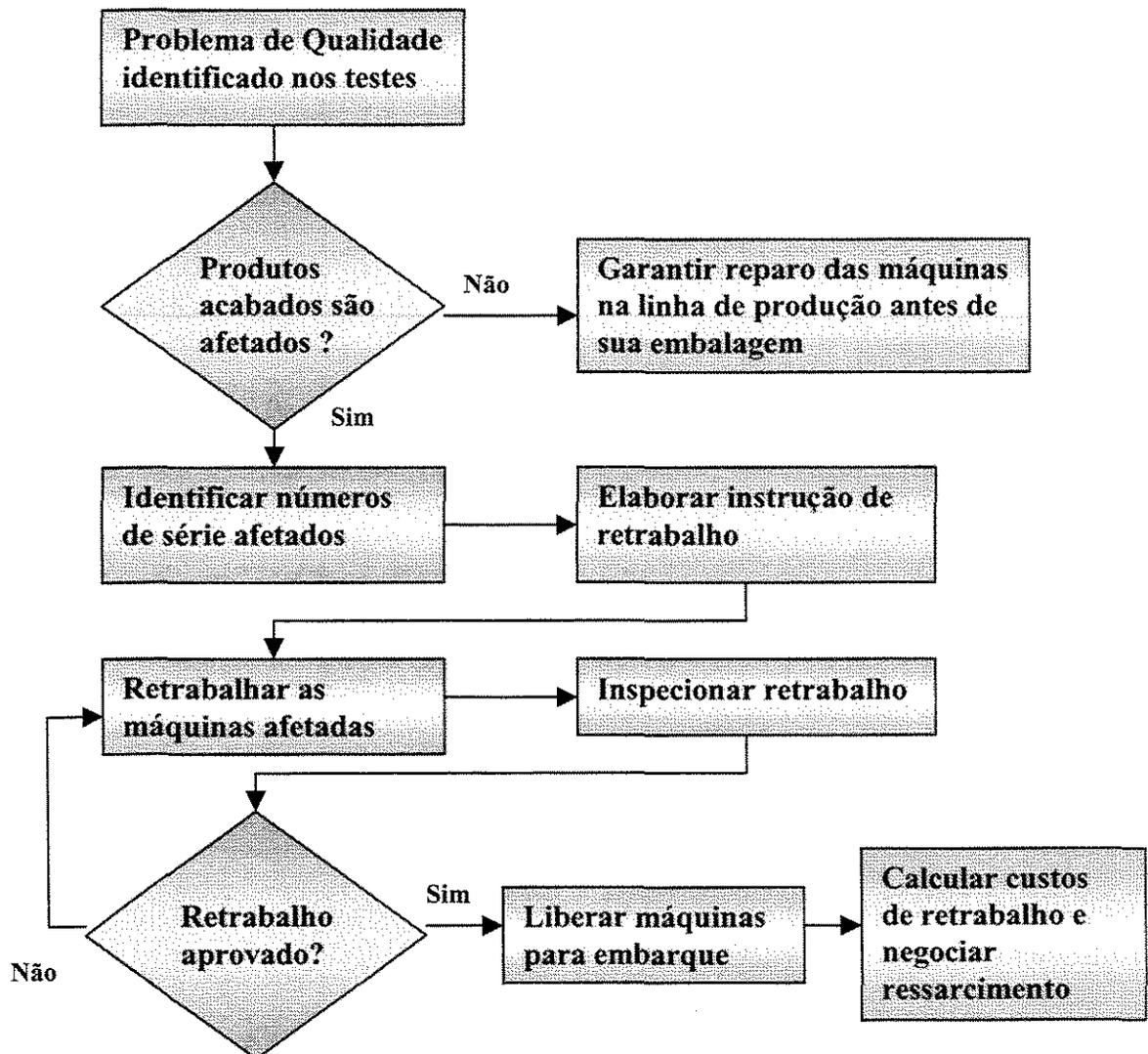


FIGURA 3.8.a - Fluxo simplificado do processo de *Product Hold*

MODELO PARA PRODUIZIR MELHORIAS — DATA: Mar/199X

REDUÇÃO DE CUSTOS DE FALHA INTERNA / CICLE PDSA #3d-1

MISSÃO:

Determinar uma forma mais completa para calcular os custos incorridos devido a Product Hold (Bloqueio de Produto) - isto não inclui produtos acabados já embarcados para Clientes. Tentar recuperar todos os custos relativos a esse processo cobrando a organização que os causou. Definir ações corretivas para minimizar a reincidência dos mesmos tipos de falha.

CONHECIMENTO ATUAL:

A forma atual de calcular os custos considera somente as despesas relativas a retrabalho de produto defeituoso, o que não inclui todos os custos (Net Overhead) envolvidos nesta operação.. As organizações que causaram os problemas estão sendo cobradas para reembolsar somente os custos de retrabalho. Os custos completos e seu real impacto para o processo de manufatura não são claramente conhecidos. Não há ações corretivas consistentes para evitar futuras reincidências dos mesmos tipos de falha, uma vez que as causas raízes de cada um dos custos não são registradas para análises adicionais e para investigação.

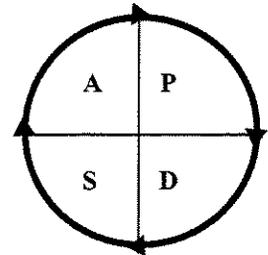
CICLE DE MELHORIA:

PLANEJAR (“PLAN”):

Desenvolver uma planilha contendo alguns parâmetros fixos para facilitar os cálculos dos custos do processo de Product Hold, incluindo alguns outros custos além daqueles incorridos apenas devido a salários e benefícios do pessoal que executou retrabalho.

Levantar os custos de meio ano e classificá-los por sua origem.

Analisar os resultados e rever o processo de Product Hold para manter os custos nos menores níveis sempre que um hold acontecer, estabelecer um valor de custo mais exato para fins de reembolso, e identificar as principais causas raízes de Product Hold.



Questões:

- Por quê os Product Hold's acontecem?
- Quais são os principais recursos envolvidos para lidar com um Product Hold?
- Como um Product Hold afeta o ciclo e a rotina de produção?
- O custos total de Product Hold é realmente significativo?

Previsões:

Os custos de Product Hold devem ser altos sempre que for necessário interromper a produção e/ou sempre que uma grande quantidade de produtos acabados é afetada. A maioria das falhas parece ser causada por erros humanos, faltas de fornecedores, problemas logísticos e projeto.

Quem, O Quê, Quando, Onde:

Tadasi facilitará reuniões quinzenais com a equipe para desenvolver a planilha de cálculo de custos. A equipe será formada por pessoas da Engenharia de Produto, Logística e Distribuição, Linha de Manufatura e Finanças. As planilhas deverão ser desenvolvidas, aprovadas e divulgadas para todos os departamentos afetados dentro de 30 dias. Alguns pequenos e rápidos ciclos PDSA deverão ser aplicados para possibilitar o projeto, teste e aprovação das planilhas.

Quando a metodologia de cálculo de custos estiver desenvolvida, a equipe levantará os custos dos Product Holds do últimos 6 meses e colocará os resultados em um gráfico de Pareto, classificando-os por origem/causa.

Com o objetivo de rever o processo de Product Hold e identificar oportunidades de reembolso contra os originadores de custo, a equipe analisará as planilhas individuais elaboradas para cada Product Hold.

EXECUTAR (“DO”):

A equipe realizou reuniões quinzenais e melhorou a planilha de cálculo de custos anteriormente utilizada para levantar os custos de retrabalho, que considerava apenas salários e benefícios de pessoal. Agora, outros custos estão sendo considerados, tais como aqueles gerados por suporte técnico da Engenharia, Logística, interrupção da produção para executar retrabalho (perda de margem de vendas), demais recursos utilizados para execução de retrabalho (Net Overhead), retrabalho realizado por terceiros, auditoria da qualidade de produto, etc. Um gráfico de Pareto foi elaborado para mostrar os principais contribuidores nos últimos 6 meses.

ESTUDAR (“STUDY”):

Os custos de Product Hold nos últimos 6 meses não parecem ser uma grande preocupação. Isto é explicado pelo fato de que a Linha de Produção não foi interrompida devido a Product Hold's neste período. Adicionalmente, uma baixa quantidade de produtos foi afetada, o que não causou altos custos de retrabalho.

A principal recomendação, com base na análise desses resultados, é que a parada de produção para executar retrabalho deve ser evitada, a menos que a linha de manufatura não tenha serviço, ou esteja ociosa, sem produtos para fabricar.

Adicionalmente, a planilha de cálculo de custo desenvolvida pela equipe deve ser utilizada para suportar análises do negócio (business cases), de forma a decidir se um retrabalho deve ser executado por pessoal interno ou externo.

Com relação aos principais contribuidores de Product Hold's, quatro causas foram identificadas:

- *Problemas operacionais da empresa fonte (fornecedores internos, externos ou parceiros), da matriz (headquarters) e dos laboratórios de desenvolvimento, engenharia e documentação, e do processo logístico;*
- *Erros humanos (falhas dos operadores de manufatura);*
- *Defeitos causados pelo fornecedor (matéria-prima defeituosa);*
- *Problemas causados pelo sistema de informação (processo de download).*

Uma vez que os custos dos últimos 6 meses não são tão altos devido às razões explicadas acima, é muito difícil justificar para a alta direção da empresa qualquer investimento de recursos em ações para atacar estes contribuidores. Entretanto, algumas ações internas devem ser especialmente direcionadas para minimizar as falhas dos operadores, uma vez que este fator está totalmente nas mãos da subsidiária local da empresa, e os outros fatores não estão, pois dependem de terceiros.

AGIR (“ACT”):

Rever o procedimento de Product Hold para incluir:

- *A planilha de cálculo de custo desenvolvida pela equipe;*
- *A linha de corte dos valores de custo a partir da qual devem ser disparadas ações corretivas com foco nas causas raízes de hold's;*
- *Uma metodologia de análise do negócio (business case) para suportar decisões e escolhas que permitam um custo total de hold mínimo (ex: executar retrabalho internamente ou externamente, interromper ou não a produção, etc.);*
- *Definição de controles internos (tais como contas financeiras temporárias) para permitir a coleta e o registro dos custos totais de Product Hold e possibilitar sua recuperação contra os originadores que os causaram.*

Monitorar continuamente o custo do processo de Product Hold com base na planilha de cálculo desenvolvida pela equipe, de forma a avaliar os impactos causados por problemas ainda não estudados.

FIGURA 3.8.b - Formulário PDSA utilizado pelo TMP para gerenciamento do ciclo 3d-1 (ref. item 3.5)

HOLD # : 1111

INTRUÇÃO PARA RETRABALHO # : 2222

DESCRIÇÃO DO RETRABALHO: troca do componente XY

MOTIVO: lote defeituoso do componente XY enviado pela Matriz devido a problemas operacionais

PRODUTO: P

CUSTOS ENVOLVIDOS	Valor / Máquina	Valor / Hora por pessoa	Valor / Hora por célula (Linha A)	Valor / Hora (Linha B)	Valor / Hora (Linha C)	Qtdade de células envolvidas (Linha A)	Qtdade de unidades não produzidas	Qtdade de unidades retrabalhadas	Qtdade de pessoas	Qtdade de horas	CUSTO (\$)
Suporte Engenharia (salários + encargos)		\$ 71,60							1	4	286
Suporte de Sistemas (salários + encargos)		\$ 48,88							0	0	0
Logística		\$ 24,60							1	2	49
Transporte/Movimentaç (salários + encargos)											
Linha de produção parada por retrabalho (margem perdida)	\$ 625						0				0
Retrabalho em célula na Linha A (Net Overhead)			\$ 476			1				15	7146
Retrabalho na Linha B (Net Overhead)				\$ 403						0	0
Retrabalho na Linha C (Net Overhead)					\$ 706					0	0
Retrabalho em célula na Linha A em hora-extra (Net Overhead)			\$ 2144			0				0	0
Retrabalho na Linha B em hora-extra (Net Overhead)				\$ 1813						0	0
Retrabalho na Linha C em hora-extra (Net Overhead)					\$ 3179					0	0
Retrabalho realizado por terceiros	\$ 58,35							121			7060
Material de retrabalho	0							0			0
Dispensa da transportadora (total)											0
Auditoria de qualidade de produto (inspeção) (Net Overhead)	\$ 343							0			0
Mão-de-obra interna (salários + encargos)		\$ 85							0	0	0
H.extra pessoal interno (salários + encargos)		\$ 128							3	2	769
Transporte de pessoal interno (total)											0
Alimentação(total)											0

CUSTO TOTAL

15311

OBSERVAÇÕES : O retrabalho das máquinas realizado por terceiros teve que ser refeito por falta de entendimento das instruções

FIGURA 3.8.c - Tabela desenvolvida pelo TMP para cálculo dos custos do processo de *Product Hold* (exemplo prático)

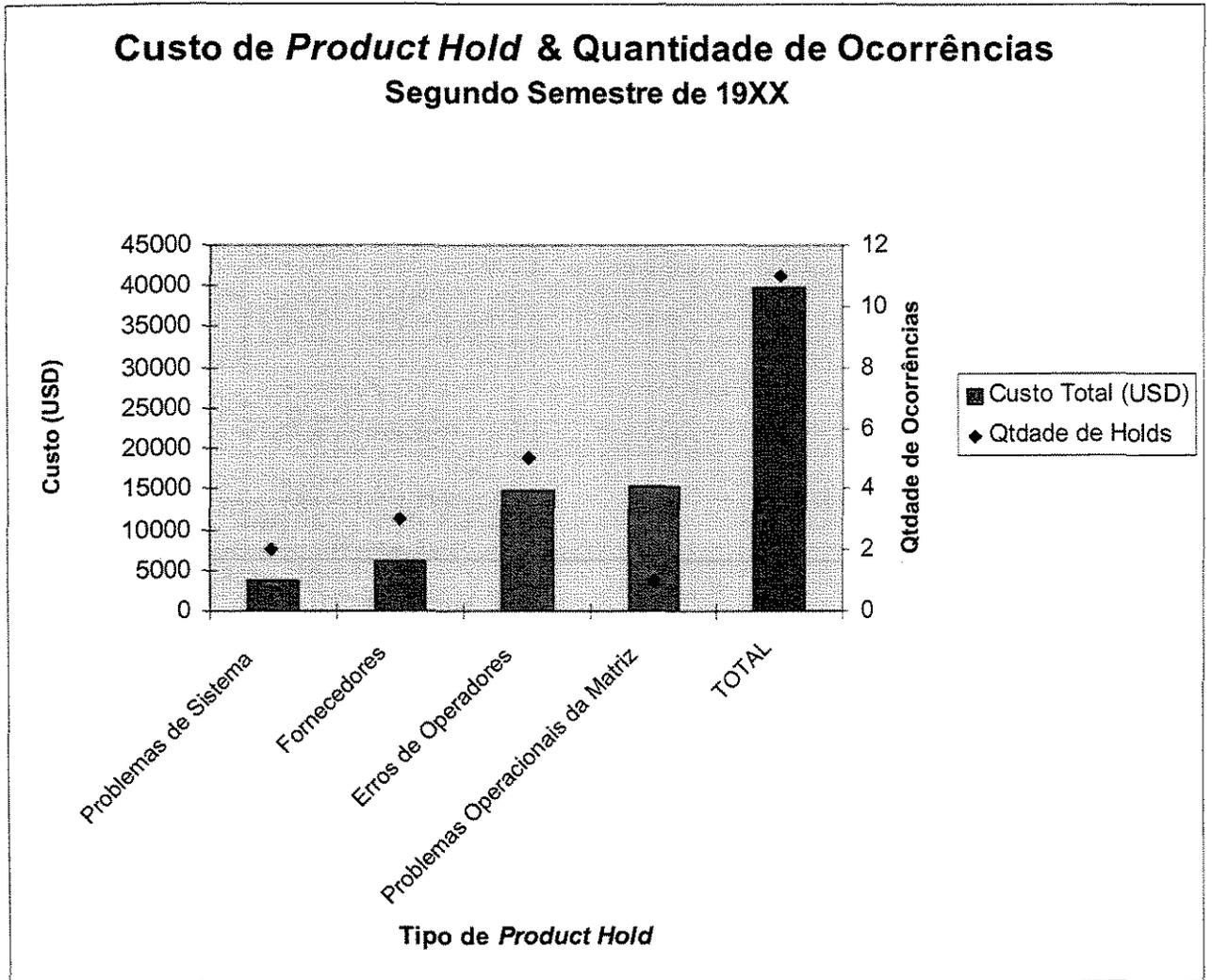


FIGURA 3.8.d - Gráfico de Pareto mostrando a origem de *Product Holds* nos últimos 6 meses e seus custos associados

A partir da Figura 3.8.d, pode-se observar que os bloqueios de produto para embarque (*Product Hold's*) causados por problemas operacionais da matriz, embora sejam de menor ocorrência, são os que causam maiores impactos financeiros (maiores custos). Entretanto, esses problemas estão fora do controle da subsidiária local, que não tem como evitá-los.

Observa-se que, no período em que foi conduzido esse estudo, não ocorreram interrupções na produção para a realização de retrabalhos, o que, por sua vez, não proporcionou margem perdida. Assim, o TMP deveria monitorar as próximas medições

do custo do processo de *Product Hold* para aumentar o universo amostral e torná-lo mais representativo, permitindo, dessa forma, o surgimento de situações não avaliadas durante o estudo em questão.

As conclusões e ações obtidas por parte do TMP podem ser observadas na Figura 3.8.b, que representa o preenchimento do formulário padrão PDSA¹⁹⁰ utilizado pela equipe para organizar e relatar seu aprendizado.

3.9 COMENTÁRIOS

Observa-se que a empresa em estudo procurou caminhos interessantes e inovadores para justificar investimentos em prevenção que assegurassem uma redução compensadora nos índices de falha interna. Contudo, ganhos muito maiores poderiam ser obtidos caso a quantidade de defeitos atingisse patamares tão inexpressivos que os custos de avaliação pudessem ser reduzidos, e, até mesmo, eliminados. Isso poderia permitir, por exemplo, a realização de testes e inspeções com menor cobertura, com amostragem reduzida e/ou com menor frequência de coleta de dados. Este ainda é um campo a ser melhor explorado pela empresa em questão.

Por outro lado, a experiência descrita neste estudo demonstra a importância de se transformar medições puramente financeiras em indicadores de desempenho operacionais gerenciáveis¹⁹¹. As medidas financeiras tradicionais, tais como custos por unidade produzida, *net overhead*, saldo de inventário, margem líquida, etc., normalmente demonstram uma situação passada, e, muitas vezes, não ajudam a organização a entender as causas de um bom ou mau desempenho, não facilitando, inclusive, reações antecipadas para prevenir a ocorrência de resultados adversos aos esperados. Para tanto, a empresa identificou os tipos de falha que apresentavam maiores impactos financeiros, determinou seus direcionadores de custo, tais como os índices de falha, e passou a monitorá-los e utilizá-los como base para a definição de ações de melhoria.

¹⁹⁰ O formulário padrão PDSA é apresentado no item 3.5.

¹⁹¹ Este enfoque é discutido no item 1.3.

Isso não significa, no entanto, que as medidas financeiras tradicionais devam ser abandonadas. Na realidade, a liderança organizacional deve definir um conjunto de medidas e indicadores que permitam o gerenciamento contínuo e pró-ativo da empresa em busca da eficiência operacional, de forma a apoiar seu posicionamento estratégico previamente definido. As medidas financeiras tradicionais por si só não ajudam muito nesse sentido, pois representam apenas parte do cenário. Portanto, a determinação de um *Balanced Scorecard* pode ser de grande valor, especialmente se houver forte integração entre as medidas financeiras e as medidas operacionais, por meio da identificação de correlações de causa-efeito entre elas¹⁹². Novamente, a empresa em estudo tem uma grande oportunidade nesse sentido, pois está apenas iniciando a determinação de seus direcionadores de custo. O trabalho realizado em custos da qualidade foi o primeiro a buscar uma inter-relação mais objetiva entre medidas financeiras e não-financeiras.

Um outro enfoque que poderia ser adotado pela empresa é a utilização de cartas de controle estatístico para garantir maior embasamento na análise de tendências e na identificação de prováveis descontroles em seus processos¹⁹³. Além disso, essas cartas permitiriam um conhecimento mais profundo da variabilidade natural dos processos. Vale lembrar que, para que os processos sejam efetivamente melhorados, é necessário primeiro colocá-los sob controle estatístico, e, posteriormente, reduzir sua variabilidade. Esta, aliás, deveria ser a base para a definição das metas de melhoria dos processos da empresa. O ROA¹⁹⁴ deveria ser utilizado em paralelo, para selecionar os planos de ação que garantissem os melhores retornos, e também para determinar as metas de melhoria economicamente mais viáveis. Tanto as medidas financeiras quanto as não-financeiras (principalmente aquelas a serem incluídas no *Balanced Scorecard*) deveriam ter suas cartas de controle estabelecidas e utilizadas para fins de análise, correção, predição e definição de metas de melhoria.

No caso em questão, a empresa definiu os custos relacionados à qualidade como uma medida de grande apoio a sua estratégia, aliando sua visão financeira aos problemas diários do chão-de-fábrica. As maiores razões para o sucesso desse enfoque

¹⁹² O conceito relativo à correlação de causa-efeito entre medidas não financeiras e financeiras é discutido nos itens 1.3 e 1.7.

¹⁹³ Esse aspecto é abordado no Capítulo 2 e, mais especificamente, no item 2.4, durante apresentação das Cartas de Controle.

¹⁹⁴ A explicação sobre ROA é apresentada no item 1.1.

foram a liderança da alta direção da empresa e a delegação de poderes a um time multifuncional¹⁹⁵, com foco em melhorias de qualidade que proporcionassem redução de custos de falha interna mediante um retorno financeiro (ROA) aceitável¹⁹⁶. Essa proposta permitiu à equipe de trabalho que mantivesse os custos totais da qualidade, i.e., custos de prevenção, avaliação e falhas, sob tendência decrescente, uma vez que as ações adotadas para diminuir os índices de falha somente foram viabilizadas após análise e validação de seu retorno financeiro. Isso permitiu que a empresa obtivesse uma melhoria na eficiência de seus processos produtivos por meio da redução dos índices de defeito, e, simultaneamente, uma otimização dos custos da qualidade, proporcionando, assim, redução de custos por eliminação de recursos ociosos ou aproveitamento desses recursos em outras atividades. Esse enfoque é, de certa forma, inovador na área de custos da qualidade, pois não há muitos relatos de experiências similares a essa, onde o ROA foi utilizado como fator de decisão de investimento em ações preventivas para reduzir incidências de falhas.

A adoção de uma metodologia científica para análise e solução de problemas, i.e., o Modelo para Produzir Melhorias, tendo como pano de fundo o ciclo PDSA¹⁹⁷ e a utilização de ferramentas e técnicas específicas¹⁹⁸, constituiu-se em um dos fatores críticos de sucesso para o programa de custos da qualidade dessa empresa, pois isso garantiu o foco da equipe no objetivo determinado pela liderança, e assegurou maior eficiência na condução das análises e dos planos de ação. Conforme relatado anteriormente, a equipe teve que desenvolver sistemas de medição próprios que permitissem o entendimento dos determinantes dos custos de falha (direcionadores de custo). Para tanto, o ciclo PDSA também foi utilizado na construção do conhecimento necessário a respeito do desempenho do processo produtivo. As planilhas desenvolvidas para cálculo dos custos de falha constituem um claro exemplo desse enfoque.

Finalmente, esse projeto marcou uma mudança cultural na organização que afetou não somente os participantes da equipe de melhoria (TMP), mas todos aqueles

¹⁹⁵ Esse aspecto é tratado ao longo do Capítulo 2.

¹⁹⁶ No item 1.1, é discutida a obtenção de retornos aceitáveis para investimentos em projetos de melhoria.

¹⁹⁷ O ciclo PDSA é apresentado no item 2.3.

¹⁹⁸ As técnicas para análise e solução de problemas são abordadas no item 2.4.

que, de uma forma ou de outra, envolveram-se no trabalho. Essa mudança foi fortemente notada pelo maior foco atribuído à prevenção de problemas, tendo em vista a garantia de bons resultados financeiros, além da absorção de uma metodologia racional para aprendizado contínuo e análise de problemas. As pessoas também acostumaram-se a trabalhar em equipe, de modo a garantir a melhoria de processos multifuncionais. Esse fato aumentou a visibilidade estratégica de todos os seus participantes, estimulou a integração de departamentos, e incentivou a compreensão e o comprometimento de todas as pessoas para com a estratégia da empresa. No entanto, durante a execução do Modelo para Produzir Melhorias, notou-se um baixo foco na aplicação de técnicas para provocação de novos padrões de pensamento, com a finalidade de estimular a criatividade das pessoas referente à produção de idéias e soluções que fugissem à linha de raciocínio normal das pessoas¹⁹⁹. Seguramente, esta é uma grande oportunidade para que a empresa aprimore a utilização do Modelo para Produzir Melhorias, e consiga extrair melhores resultados das pessoas participantes da equipe.

¹⁹⁹ No item 2.1, são apresentados alguns conceitos e métodos referentes ao estímulo do pensamento criativo.

CONCLUSÃO

CONCLUSÃO

Ao longo de todo o texto dissertativo, procura-se obter respostas às questões fundamentais relacionadas no início do trabalho²⁰⁰. Neste ponto, é interessante retomar alguns dos principais conceitos abordados, e fazer uma reflexão a respeito de sua cobertura com relação à proposta inicialmente colocada.

Assim, conclui-se que os custos sempre têm um papel fundamental na gestão das empresas, caracterizado pela necessidade de maximização das diferenças entre os três elementos do triângulo valor-preço-custo. Entretanto, uma vez que o preço de venda é fixado pelo mercado, dada a concorrência nele existente, e o lucro desejado é estabelecido pelos investidores, de forma a lhes proporcionar um retorno satisfatório sobre os investimentos realizados, resta à empresa a administração de seus custos e/ou a geração de maior valor para seus clientes. Dessa forma, essas duas alternativas acabam por determinar, respectivamente, as estratégias de custo mínimo e/ou diferenciação.

A empresa deve, portanto, considerar os diversos aspectos internos para balancear custo, valor e preço. Sob essa ótica, um sistema de indicadores de desempenho torna-se fundamental para monitorar esse balanceamento e facilitar a tomada de decisões. O *Balanced Scorecard* consiste em um conjunto de métricas financeiras e não-financeiras que possibilitam aos executivos da empresa obter uma rápida e breve, mas completa e profunda, visão do desempenho do negócio.

Por outro lado, a racionalização de custos deve ser uma preocupação constante. Contudo, a simples redução ou o corte de custos pode levar à diminuição da base de competências instaladas, colocando em risco o futuro. O conceito de melhoria contínua aplicada à gestão de custos somado à Gestão da Qualidade Total (TQM – *Total Quality Management*) e ao controle dos custos da não-qualidade permitem resultados consistentes a longo prazo. Assim, uma forma de atingir custos menores sem diminuir valor (algumas vezes, até mesmo, aumentando valor) é a utilização de técnicas e conceitos de gestão dos custos da qualidade, que podem ser aplicados independentemente da estratégia adotada pela empresa, i.e., diferenciação ou mínimo custo.

²⁰⁰ As questões aqui referenciadas estão apresentadas no item “Introdução”.

Sob esse aspecto, é importante estabelecer um sistema de mensuração e controle dos custos decorrentes da falta de qualidade, especialmente daqueles custos associados ao desperdício de material produtivo, à correção de erros e defeitos, à interrupção da produção como consequência de elevadas taxas de falha dos produtos, dentre outros. A maioria desses custos corresponde a desperdícios que oneram bastante a operação de uma empresa, e aumentam, inclusive, seu *overhead* por causa da necessidade de se manter uma estrutura técnica adequada (ex.: Engenharia de Testes, Laboratórios de Análise de Falhas, etc.) para lidar com essas ocorrências e tratá-las, muitas vezes, em regime de emergência.

Para que esse desperdício seja rapidamente diminuído, é preciso, em primeiro lugar, identificar aqueles tipos de defeitos, erros, falhas ou problemas que respondem pela maior parcela dos custos. Esses “poucos vitais” merecem a concentração dos esforços iniciais de melhoria. Uma das etapas iniciais é a determinação dos fatores que causam cada um desses tipos de defeitos, erros, falhas ou problemas, o que pode ser feito mediante a utilização de técnicas de análise e solução de problemas, tais como Análise de Pareto, Diagrama de Causa-Efeito, Cartas de Controle, FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), dentre outras. Após a identificação das causas de cada tipo de falha, devem ser desenvolvidos projetos de melhoria que minimizem ou eliminem essas causas, e resultem em uma diminuição estimada na incidência de cada tipo de defeito. Vale observar que a taxa de falha, nesse caso, corresponde ao principal direcionador de custo da não-qualidade, e, portanto, pode ser monitorada de forma independente, como uma medida não-financeira de desempenho. Em muitos casos, essa medida pode fazer parte, inclusive, do conjunto de métricas do *Balanced Scorecard*, ou ser correlacionada, diretamente ou indiretamente, aos indicadores estratégicos de desempenho.

É importante enfatizar que um projeto de redução de custos de falha interna deve considerar obrigatoriamente o retorno esperado dos investimentos em prevenção e/ou avaliação²⁰¹, para garantir que os custos totais da qualidade, isto é, custos de prevenção somados aos custos de avaliação e falha, possam caminhar em direção ao

²⁰¹ Os conceitos de ROA e *payback* são descritos item 1.1.

ponto ótimo²⁰². De fato, um aumento de custos em determinada área, seja em prevenção ou avaliação, deve ser mais do que compensado pela redução de custos de falha.

Uma vez atingida redução significativa nos índices de defeitos, pode-se conseguir reduções de custo consideráveis mediante redução dos custos de avaliação, tais como testes e inspeções com menor cobertura, com amostragem reduzida e/ou com menor frequência de coleta de dados.

Vale enfatizar, no entanto, que, para minimizar a ineficiência da não-qualidade, o investimento em prevenção de falhas pode ser interessante, desde que o recurso a ser aplicado nas ações de melhoria seja menor do que a redução de custo a ser obtida como consequência da diminuição das falhas e defeitos. Assim, os projetos de melhoria devem ser viáveis técnica e economicamente. Para tanto, sugere-se que seja elaborado um *ranking* das falhas por custo, e que o mesmo seja feito para os projetos de melhoria com relação ao retorno financeiro previsto. As decisões de investimento em prevenção e melhoria devem, portanto, considerar esses dois *rankings*.

Nota-se que, como resultado das ações de melhoria e da consequente redução da taxa de falhas, parte dos custos da não-qualidade classificada contabilmente como custos indiretos acaba sendo convertida em ociosidade. Essa “sobra” de recursos deve ser utilizada em outras atividades direcionadas à prevenção, à estratégia, e ao crescimento da empresa.

Finalmente, para que os projetos de melhoria tenham maior eficácia, é fundamental que seja adotado algum modelo sistêmico para produzir mudanças que efetivamente resultem em melhorias a curto prazo. O modelo sugerido no Capítulo 2 tem como pontos fortes o trabalho em equipe e a sistematização do aprendizado por meio do ciclo PDSA. O trabalho em equipe deve ser realizado de modo a explorar o conhecimento e a criatividade das pessoas. As principais etapas sugeridas pelo modelo abrangem o entendimento efetivo do problema, a elaboração de hipóteses que expliquem o comportamento do processo em questão, o desenvolvimento de propostas de mudanças, o teste dessas modificações em pequena escala, e a implementação das mudanças desenvolvidas após a certificação de que as metas foram atingidas e de que as melhorias obtidas são auto-sustentáveis. Em cada uma dessas etapas, a utilização de ciclos PDSA

²⁰² A obtenção do ponto ótimo dos custos da qualidade é abordada no item 1.6.

deverá direcionar o aprendizado da equipe, e auxiliá-la, inclusive, na determinação de quais técnicas de análise e solução de problemas deverão ser aplicadas para facilitar e apoiar as investigações das causas dos problemas, as definições de mudanças no processo, e as decisões a respeito do que fazer, i.e., continuar as análises, implementar as mudanças, ou concluir o projeto de melhoria.

GLOSSÁRIO DE SIGLAS

GLOSSÁRIO DE SIGLAS

ABC	Custeio Baseado em Atividades (<i>Activity Based Costing</i>)
ABM	Gestão Baseada em Atividades (<i>Activity Based Management</i>)
API	<i>Associates in Process Improvement</i>
DOE	Projeto de Experimentos (<i>Design of Experiments</i>)
DPPM	Unidades Defeituosas por Milhão (<i>Defective Parts per Million</i>)
FMEA	Análise do Modo e Efeito de Falha (<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>)
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LIC	Limite Inferior de Controle
LSC	Limite Superior de Controle
PDCA	Ciclo de Melhoria Contínua (<i>Plan, Do, Check and Act</i>)
PDSA	Ciclo de Aprendizado Contínuo (<i>Plan, Do, Study and Act</i>)
QFD	Desdobramento da Função Qualidade (<i>Quality Function Deployment</i>)
ROA	Retorno sobre o Ativo Total (<i>Return on Total Assets</i>)
ROE	Retorno sobre o Patrimônio ou Capital Próprio (<i>Return on Equity</i>)
ROI	Retorno sobre Investimento (<i>Return on Investment</i>)
RPN	Número de Prioridade de Risco (<i>Risk Priority Number</i>)
SPC	Controle Estatístico do Processo (<i>Statistical Process Control</i>)
TLQ	Time de Liderança da Qualidade
TMP	Time de Melhoria de Processos
TQM	Gestão da Qualidade Total (<i>Total Quality Management</i>)
W-4	Planilhas que descrevem “o quê” deve ser feito, “quem” deve fazer, “quando” e “onde” vai acontecer (<i>what, who, when, where</i>)

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

AGNONE, Anthony M.; BREWER, Clayton C.; CAINE, Robert V.; 1973;
Quality Cost Measurement and Control; Quality Costs Committee; 1989;
Quality Costs: Ideas & Applications, Volume 1; A Collection of Papers;
Milwaukee/WI/USA: Quality Press / Andrew F. Grimm, Editor

ANSOFF, Igor; 1990; *A Nova Estratégia Empresarial*; SP; Editora Atlas

API – Associates in Process Improvement; 1997; *Excerpts from the
Improvement Handbook*; Austin, TX/USA

AUTOMOTIVE INDUSTRY ACTION GROUP (AIAG); 1993; *QS-9000 –
Potential Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)*; USA: Chrysler
Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation; 1995,
2nd edition

BACIC, Miguel; 1990; *Fragilidade Financeira e Alavancagem: Uma
Aplicação no Segmento das Maiores Empresas do Brasil: 1980-1987*;
Tese de Mestrado em Economia; Universidade Estadual de Campinas

BACIC, Miguel; 1998; *Administración de Costos: Proceso Competitivo y
Estrategia Empresarial*; Tese de doutorado em Ciências da Administração;
Universidad Nacional del Sur, Argentina

BARRETO, Maria da Graça Pitiá; *A Simplicidade de Um Sistema de Custos
da Qualidade*; Anais do V Congresso Brasileiro de Gestão Estratégica de
Custos; UFC - Fortaleza/Setembro/1998

BONDUELLE, G. M.; STANGE, P.; BONDUELLE, A.; *Avaliação dos Custos Diretos da Má Qualidade na Indústria de Painéis de Fibras*; Anais do III Congresso Brasileiro de Gestão Estratégica de Custos / I Seminário Nacional de TQM Aplicado ao Ensino de Contabilidade; Setor de Ciências Sociais Aplicadas / Universidade Federal do Paraná / 1996

BOTTORFF, Dean L.; March 1997; *COQ Systems: The Right Stuff*, Milwaukee/WI/USA: Quality Progress Magazine - ASQ (American Society for Quality)

BOX G. E. P.; HUNTER W. G.; HUNTER J. S.; 1978; *Statistics for Experimenters – An Introduction to Design, Data Analysis and Model Building*; USA: John Wiley & Sons, Inc.

BROWN, F. X.; KANE, R. W.; 1978; *Quality Cost and Profit Performance*; Quality Costs Committee; 1989; *Quality Costs: Ideas & Applications, Volume 1; A Collection of Papers*; Milwaukee/WI/USA: Quality Press / Andrew F. Grimm, Editor

CASTELLANO, J. F.; ROEHM, H. A.; HUGHES, D. T.; *Contabilidade x Qualidade*; USA: HSM Management – July/1997

CAWSEY, R. A.; 1976; *A Business Performance Measure of Quality Management*; Quality Costs Committee; 1989; *Quality Costs: Ideas & Applications, Volume 1; A Collection of Papers*; Milwaukee/WI/USA: Quality Press / Andrew F. Grimm, Editor

CERZOSISMO, R. R.; 1972; *Honeywell's Cost Effective Defect Control Through Quality Information Systems*; Quality Costs Committee; 1989; *Quality Costs: Ideas & Applications, Volume 1; A Collection of Papers*; Milwaukee/WI/USA: Quality Press / Andrew F. Grimm, Editor

De BONO's, Edward; 1992; *Six Thinking Hats*; USA: The McQuaig Group Inc; Advanced Practical Thinking Training, Inc.

DEMING, W. Edwards; 1990; *Qualidade: A Revolução da Administração*; Rio de Janeiro – RJ: Editora Marques-Saraiva; 1990

DOBBINS, R. K.; 1982; *Mr. CEO, Your Company's Quality Posture is Showing!*; Quality Costs Committee; 1989; *Quality Costs: Ideas & Applications, Volume 1; A Collection of Papers*; Milwaukee/WI/USA: Quality Press / Andrew F. Grimm, Editor

FROSINI, L. H.; CARVALHO, A. B. M.; *ABC e Custos da Qualidade*; São Paulo - SP: Editora Banas – Revista Controle da Qualidade; N^o. 37, Junho/1995

FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI; 1996; *ABC - Conceitos Básicos, Técnicas de Cálculos e Metodologia de Implementação*; Material Didático, USP/São Paulo-SP

FUNDAÇÃO PARA O PRÊMIO NACIONAL DA QUALIDADE; 2000; *Critérios de Excelência do PNQ 2000*; São Paulo-SP

GOETZ, V. J.; 1979; *Developing a Cost Effective Program – How to Start*; Quality Costs Committee; 1989; *Quality Costs: Ideas & Applications, Volume 1; A Collection of Papers*; Milwaukee/WI/USA: Quality Press / Andrew F. Grimm, Editor

HAMMER, Michael; STANTON, Steven; *How Process Enterprises Really Work*; USA: Harvard Business Review , November-December/1999

HARRINGTON, H. J.; 1993; *Aperfeiçoando Processos Empresariais*; São Paulo: Makron Books, 1993

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION; 1994; *ISO 8402:1994 – Quality Management and Quality Assurance - Vocabulary*; Geneva, Switzerland

JURAN, J. M.; GRZYNA, Frank M.; 1988; *Quality Control Handbook*; USA: McGraw –Hill Book Company – Fourth Edition

KAPLAN, Robert S.; *Dos Custos à Performance*; USA: HSM Management – Março-Abril/1999

KAPLAN, Robert S.; NORTON, David P.; *The Balanced Scorecard – Measures That Drive Performance*; USA: Harvard Business Review, January-February/1992

KAPLAN, R.; NORTON, D.; 1997; *A Estratégia em Ação - Balanced Scorecard*; Rio de Janeiro; Editora Campus

LANGLEY, Gerald J.; NOLAN Kevin M.; NOLAN Thomas W.; NORMAN Clifford L.; PROVOST Lloyd P.; 1996; *The Improvement Guide – A Practical Approach to Enhancing Organizational Performance*; San Francisco/California/USA: Jossey-Bass Publishers; 1996, First Edition

LESLEY & MALCOLM MUNRO-FAURE; April 1989; *Implementing Total Quality Management*; Milwaukee/WI/USA: Quality Progress Magazine - ASQ (American Society for Quality)

MARTIN, Nilton Cano; *A Redução Estratégica de Custos*; Anais do VI Congresso Brasileiro de Custos; FEA/USP/1999

- MARTINS, Eliseu; 1978; *Contabilidade de Custos*; São Paulo/SP/Brasil: Editora Atlas; 1996, 5ª Edição
- MATARAZZO, Dante; 1985; *Análise Financeira de Balanços*; São Paulo, Editora Atlas. Cap. 12
- MEYER, Christopher; *How the Right Measures Help Teams Excel*: USA: Harvard Business Review, May-June/1994
- NAGAKAWA, Masayuki; 1991; *Gestão Estratégica de Custos – Conceito, Sistemas e Implementação – JIT / TQC*; São Paulo – SP: Editora Atlas S.A.; 1993, 1ª edição, 2ª tiragem
- PATON, C.; DERMIVAL, A. M.; NOGUEIRA, J. A.; TEIXEIRA, S. A.; MARTINS, V. F.; VEIGA, W. F.; *O Uso do Balanced Scorecard como um Sistema de Gestão Estratégica*; Anais do VI Congresso Brasileiro de Custos; FEA/USP/1999
- PORTER, Michael E.; 1980; *Estratégia Competitiva – Técnicas para Análise de Indústrias e da Concorrência*; Rio de Janeiro - RJ: Editora Campus Ltda.; 1986, 9ª edição
- PORTER, Michael E.; *What is Strategy?*; USA: The President and Fellows of Harvard College – 1996
- ROBINSON, Jim; March 1997; *Integrate Quality Cost Concepts into Teams' Problem-Solving Efforts*; Milwaukee/WI/USA: Quality Progress Magazine - ASQ (American Society for Quality)
- Jr. ROBLES, Antonio; 1993; *Custos da Qualidade – Uma Estratégia para a Competição Global*; São Paulo – SP: Editora Atlas S.A.

ROCHA, Welington; *Gestão Estratégica*; Anais do VI Congresso Brasileiro de Custos; FEA/USP/1999

ROSSE, Stephen; WESTERFIELD, Randolph; JAFFE, Jeffrey; 1995; *Administração Financeira*; São Paulo; Editora Atlas. Cap. 6

SANTANA, C. M. S.; CARASTAN, J. T.; *Como o Método PDCA Pode Aperfeiçoar o Sistema de Gestão da Organização?*; Anais do V Congresso Brasileiro de Gestão Estratégica de Custos; UFC - Fortaleza/Setembro/1998

SHANK, John K.; GOVINDARAJAN, Vijay; 1993; *Gestão Estratégica de Custos – A Nova Ferramenta para a Vantagem Competitiva*; USA: Editora Campus; 1995

SIMÕES, A. S.; BACIC, M. J.; SOUZA, M. C. A. F.; *Projetos para Reduzir Custos de Falhas Internas: Um Estudo de Caso em Uma Empresa de Alta Tecnologia*; Anais do V Congresso Brasileiro de Gestão Estratégica de Custos; UFC - Fortaleza/Setembro/1998

TEEGARDEN, James W.; October 1995; *Use Technology to Unleash the Potential of Your Quality Improvement Teams*; Milwaukee/WI/USA: Quality Progress Magazine - ASQ (American Society for Quality)

THIOLLENT, Michel; 1997; *Pesquisa-Ação nas Organizações*; SP: Atlas

WHEELER, Donald J.; 1993; *Understanding Variation – The Key to Managing Chaos*; Knoxville/Tennessee/USA: SPC Press Inc.