

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
COORDENAÇÃO GERAL DE PÓS GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**“AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DE FALHAS EXTERNAS
(REPAROS EM GARANTIA)”**

AUTOR: SILMAR PONTEL

**SANTA BÁRBARA D'OESTE, SP
MARÇO, 2000**

**AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DE FALHAS EXTERNAS
(REPAROS EM GARANTIA)”**

Autor: Silmar Pontel

Orientador: Prof. Dr. Paulo Augusto Cauchick Miguel

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da UNIMEP, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, Área da Qualidade.

Santa Bárbara D'Oeste

Março, 2000

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Edson de Oliveira Pamplona

Prof. Dr. José Antonio Arantes Salles

Prof. Dr. Paulo Augusto Cauchick Miguel

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que é fonte de toda vida existente no mundo.

A todos meus familiares, em especial à minha mãe, que sempre me incentivou muito.

A meu orientador, que sempre indicou o melhor caminho para a execução desse trabalho.

A todos que direta ou indiretamente fizeram com que esse trabalho fosse executado da melhor maneira possível.

RESUMO

Apesar do assunto sobre custos da qualidade não ser recente, esse tema ainda não é muito difundido no Brasil. Este trabalho apresenta uma revisão bibliográfica sobre os custos da qualidade, iniciando com um histórico do desenvolvimento dos custos da qualidade, seguido das definições e exemplos de suas categorias, que tradicionalmente se dividem em custos de avaliação, prevenção e falhas (internas e externas). Também é apresentada uma metodologia para levantamento dos custos da qualidade, onde são descritos os estágios de coleta e análise de custos da qualidade, na categoria de falhas externas. A aplicação da metodologia é feita através de um estudo de caso voltado para os custos com reparos em garantia numa empresa do setor metalúrgico na região de Campinas. Conclui-se que a análise dos custos de falhas externas é uma ferramenta gerencial necessária tendo em vista os gastos decorrentes, no caso apresentado, de reparos em garantia. Desse modo, acredita-se que as empresas que almejam aprimorar sua competitividade no mercado globalizado atual devam coletar e analisar tais custos.

ABSTRACT

Although the subject of Quality Costs is not recent, it is not widespread in Brazil. This work presents a literature survey beginning with a historical description of quality costs, followed by definition and example of its categories which divide them into appraisal, prevention, and failures (internal and external). It is also presented a methodology to collect quality costs by describing the stages of collection and analysis of costs of external failures. The application of the methodology is performed through a case study on costs of warranty in a company within the mechanical sector in the region of Campinas. It is concluded that the analysis of costs of external failures is a necessary management tool faced with the expenditures of warranty in the presented case study. In this sense, it is believed that companies which aim to improve competitiveness in the current global market should collect and analyse such costs.

SUMÁRIO	PÁGINA
Agradecimentos	iv
Resumo	v
Abstract	vi
Sumário	vii
Lista de Figuras	ix
Lista de Tabelas	x
Capítulo 1 – Introdução	1
1.1 Objetivo do Trabalho	2
1.2 Estrutura da Dissertação	2
Capítulo 2 – Referencial Teórico	4
2.1 Histórico do Desenvolvimento dos Custos da Qualidade	4
2.2 Custos da Qualidade em Empresas no Brasil	6
2.3 Classificação dos Custos da Qualidade	11
2.3.1 Custos de Prevenção	12
2.3.2 Custos de Avaliação	14
2.3.3 Custos de Falhas	16
2.3.3.1 Custos de Falhas Internas	16
2.3.3.2 Custos de Falhas Externas	17
2.4 Implantação dos Custos da Qualidade	21
2.5 Aplicação dos Custos da Qualidade	24
2.5.1 O Caso da <i>ABC Corporation</i>	24
2.5.2 O Caso de um Fabricante de Bicycletas	25
2.5.3 Os Custos de Qualidade em uma Empresa Alimentícia	26
2.6 Análise dos Custos de Qualidade	29
Capítulo 3 - Metodologia para Levantamento dos Custos da Qualidade	33
3.1 Coleta e Análise dos Custos da Qualidade	37

Capítulo 4 – Estudo de Caso Sobre Custos de Falhas Externas	42
4.1 Perfil da Empresa	42
4.2 Problema com o Induzido	46
4.3 Problema com a Carcaça do Produto	50
4.4 Discussão dos Resultados	53
Capítulo 5 – Conclusões	57
5.1 Sugestões para Trabalhos Futuros	59
Referências Bibliográficas	60

LISTA DE FIGURAS	PÁGINA
Figura 2.1 – Elementos dos Custos da Qualidade	8
Figura 2.2 – Concentração de Empresas Com Sistema de Custos da Qualidade	9
Figura 2.3 – Setores que Mais Utilizam Sistema de Custos da Qualidade	9
Figura 2.4 – Influência dos Tipos de Custos no Custo Total	20
Figura 2.5 – Evolução dos Custos da Qualidade	24
Figura 2.6 – Introdução de Uma Estratégia de Custos da Qualidade	26
Figura 2.7 – Itens do Sistema de Discagem Gratuita	28
Figura 2.8 – Distribuição dos Custos de Qualidade por Categoria	31
Figura 2.9 – Impacto dos Custos em Relação às Vendas	32
Figura 3.1 – Diagrama de Blocos para Confeção da Curva ABC	36
Figura 3.2 – Metodologia para Levantamento dos Custos da Qualidade	39
Figura 4.1 – Porcentagem de Defeitos Sobre o Total de Produtos Vendidos	43
Figura 4.2 – Custo Total de Reparos com Garantia no Período de Três Anos	44
Figura 4.3 – Gastos com Garantia do Principal Defeito do Produto A	45
Figura 4.4 – Detalhe do Perfil do Coletor	47
Figura 4.5 – Primeiro Tipo de Perfil Utilizado	47
Figura 4.6 – Segundo Tipo de Perfil Utilizado	48
Figura 4.7 – Terceiro Tipo de Perfil Utilizado	49

LISTA DE TABELAS

Página

2.1 – Exemplo de Análise dos Custos da Qualidade	25
2.2 – Custo da Qualidade em uma Empresa Metalúrgica	30
2.3 – Custos da Qualidade por Categoria	31

Capítulo 1 - Introdução

A análise dos custos da qualidade¹ surgiu como ferramenta gerencial que começou a ser desenvolvida por Juran (nos EUA) no início da década de 50 (Juran, 1951). Essa ferramenta é importante, pois permite que seu usuário identifique onde estão os maiores gastos² com a qualidade ou provenientes da falta dela. Desde então, o levantamento e análise dos custos da qualidade vem assumindo uma importância cada vez maior. A razão principal dessa importância é devido ao ambiente competitivo que se encontram as empresas nos dias de hoje, onde qualquer economia que se faça representa um ganho de competitividade, ou redução nos custos, com conseqüente aumento da margem de lucro. Através do apontamento desse dispêndio financeiro, surgem meios para identificar problemas na qualidade dos produtos, medir a eficiência da gestão da qualidade, além de determinar áreas críticas de forma a estabelecer prioridades de ação.

Os custos da qualidade podem ser decorrentes de recursos financeiros realizados visando manter ou aumentar a qualidade ou dispêndio financeiro advindo da falta de qualidade, tais como os custos de não conformidade (refugo, retrabalho, etc.).

Johnson e Kleiner (1993) relatam que a comunidade empresarial nos Estados Unidos, acredita que, para melhorar a qualidade de um produto, seus custos de manufatura tendem a aumentar. Entretanto, os trabalhos de alguns autores sobre qualidade, como Deming e Crosby, sugerem que é possível melhorar a qualidade sem aumentar os custos de manufatura. A melhoria da qualidade, em muitos casos, até aumenta a rentabilidade. A empresa que conseguir alcançar com sucesso alta qualidade e redução nos custos, terá sua competitividade melhorada, menores custos de

¹ A nomenclatura utilizada refere-se à tradução usada na área da qualidade proveniente do termo em inglês "quality costs".

² O termo "gasto", nesse caso, representa dispêndio financeiro referente a qualidade. O termo gasto é muito amplo. De acordo com Martins (1987) é o sacrifício financeiro arcado por uma organização para a obtenção de um produto ou serviço qualquer. Nesse caso, todos os dispêndios são referentes à qualidade.

manufatura, melhor qualidade, e conseqüentemente, maior satisfação de seus clientes e participação de mercado. Nesse contexto, constata-se que a coleta e análise dos custos da qualidade é essencial na busca da competitividade.

1.1 – Objetivo do Trabalho

A classificação tradicional divide os Custos da Qualidade em custos de prevenção, custos de avaliação e custos de falhas, sendo este último dividido em falhas internas e falhas externas (Juran e Gryna, 1991). Este trabalho tem por objetivo realizar um estudo sobre as categorias de custos da qualidade com ênfase nos custos de falhas externas. O trabalho utiliza uma metodologia para coleta, representação e análise dos custos de falhas externas, apresentando posteriormente um estudo de caso da aplicação realizado numa empresa do setor metalúrgico na região de Campinas.

1.2 – Estrutura da Dissertação

Para atender o objetivo do trabalho, essa dissertação é dividida nos seguintes capítulos:

O Capítulo 2 apresenta o referencial teórico do trabalho na forma de revisão bibliográfica sobre custos da qualidade, descrevendo o seu surgimento e evolução. Dale e Plunket (1995) relatam que o termo Custos da Qualidade foi usado pela primeira vez na Europa entre 1950 e 1960 e, conforme descrito anteriormente no início dos anos 50 nos EUA (Juran, 1951). Esse capítulo também relata o uso dos custos da qualidade no Brasil. A parte central do capítulo é a categorização dos tipos de custos da qualidade, apresentando as mesmas definições fornecidas por diferentes autores, citando exemplos sobre cada tipo. Maior ênfase é dada na classificação de custos de falhas externas por se

tratar do assunto central desse trabalho. Finalmente, o capítulo descreve sobre a implantação e aplicação dos custos da qualidade baseada na literatura sobre o assunto.

O Capítulo 3 apresenta a metodologia utilizada para o levantamento dos custos de qualidade para a categoria de custos de falhas externas. Esse capítulo destaca a importância da análise das quantidades de defeitos nos produtos, sugerindo passos para o levantamento dos custos de falhas externas através da análise ABC (Análise de Pareto). Após a coleta dos dados de número de defeitos, é realizado o cálculo do montante financeiro despendido com reparos em garantia para um determinado grupo de produtos. Essa é uma etapa importante, pois possibilita priorizar ações para aqueles produtos com maior custo e traçar um plano de ação para a redução desses custos, objetivando alcançar maior competitividade para o fabricante.

No Capítulo 4 é relatado um estudo de caso realizado em uma empresa multinacional do ramo metalúrgico, apresentando inicialmente o perfil da empresa. Em seguida, foram levantados os custos de garantia de alguns produtos, destacando o produto que apresentou o maior custo. Esse capítulo ainda descreve, depois de algumas experiências realizadas, a solução aplicada ao componente que proporcionava o maior custo com garantia nesse produto, bem como uma proposta de mudança de outro componente do mesmo produto a fim de reduzir ainda mais os reparos em garantia.

Finalizando, o Capítulo 5 apresenta as considerações finais do trabalho, onde são resumidas e discutidas as informações e procedimentos, destacando os benefícios do levantamento dos custos da qualidade, provenientes da aplicação da metodologia.

Espera-se que a contribuição desse trabalho esteja na metodologia utilizada para o levantamento dos custos de falhas externas, bem como sua aplicação através do estudo de caso realizado.

Capítulo 2 – Referencial Teórico

Esse capítulo é o resultado da revisão bibliográfica realizada sobre o tema Custos da Qualidade. Seu objetivo é introduzir o assunto, apresentando o desenvolvimento histórico dos Custos da Qualidade, sua aplicação no Brasil, as categorias de Custos da Qualidade (Prevenção, Avaliação e Falhas) bem como resultados de aplicações levantados na literatura. Nesse sentido, o capítulo objetiva servir como base (referencial teórico) para a metodologia desenvolvida no Capítulo 3 e respectiva aplicação descrita no Capítulo 4.

2.1 Histórico do Desenvolvimento dos Custos de Qualidade

No passado o processo de fabricação de produtos era artesanal, com um custo extremamente alto, utilizando somente mão de obra muito especializada e demandava um longo tempo de fabricação desses produtos, devido a ausência de tecnologias de fabricação e controle de qualidade.

Com o final da segunda guerra mundial e o aquecimento da economia nessa época, surgiu a necessidade de se aprimorar os processos de fabricação dos produtos sendo necessário entre outras exigências, a intercambiabilidade entre os componentes devido ao alto volume de produção. Para atender essa necessidade os processos de fabricação passaram por alterações profundas com o surgimento de novas tecnologias de fabricação atendendo a demanda de produção e oferecendo peças de reposição para os produtos já fabricados.

Em função da produção em série surgiu então a necessidade de controlar os produtos ou componentes produzidos. Para atender a exigência de intercambiabilidade, os mesmos eram fabricados com uma certa tolerância conforme especificação de projeto, e para controlar essas tolerâncias era necessário pessoal com instrução e

sobretudo conhecimento sobre o produto a ser controlado. A partir dessa necessidade, surgiram então os departamentos responsáveis pelo controle de qualidade, onde eram executadas auditorias em peças e produtos. Se o produto ou peça estivesse conforme especificação de projeto o lote era então liberado para fornecimento ou comercialização. Porém, se o lote não estivesse dentro das especificações era analisado então a possibilidade de se retrabalhar as peças ou produtos, mas se não fosse possível esse retrabalho, o lote deveria então ser refugado.

A partir desse procedimento começou-se a contabilizar o custo desse refugo e de outras atividades que geravam custos de qualidade. Com o avanço dos estudos observou-se que os custos de qualidade se estendiam para outras atividades tanto internas quanto externas à empresa.

Segundo Dale e Plunkett (1995), o termo “custos de qualidade” foi usado pela primeira vez na Europa ocidental entre o final dos anos 50 e início dos anos 60 e pode ter sido originado com a categorização dos custos em prevenção, avaliação e falhas, as quais eram atribuídas a um artigo de Feigenbaum (1994) em meados dos anos 50.

Juran e Gryna (1991) afirmam que, depois da criação da função qualidade, as companhias passaram a formar departamentos específicos para essa função. Os responsáveis por esses departamentos tinham que justificar perante a alta administração, a sua criação, e para isso utilizavam a linguagem financeira expondo seus resultados de custos de qualidade. Então as empresas começaram a detalhar a identificação de seus custos, como por exemplo custos de fabricação, custos com propaganda, custos de manutenção predial, etc. Para Juran e Gryna (1991), somente a partir dos anos 50 os custos da qualidade passaram a ser estudado de maneira específica, custos esses que até então eram alocados como “despesas gerais”.

Ainda segundo Juran e Gryna (1991), ao longo das décadas e à medida em que os especialistas aprofundavam seus estudos, surgiram algumas surpresas: os custos relacionados à qualidade eram bem maiores do que mostravam os relatórios contábeis. Os custos da má qualidade poderiam ser evitados, mas apesar disso, não existiam programas de ação que buscassem a redução desses custos. Os custos de qualidade não se encontravam apenas no interior da empresa, mas também nas operações que tinham a função de apoiar a qualidade (basicamente os custos de falhas externas) e esses custos contribuíam de forma acentuada no apontamento dos custos da qualidade.

Atualmente, a maioria das empresas instaladas no Brasil e certificadas conforme uma das normas da série ISO 9000, não analisam seus custos de qualidade. Na realidade, não existem muitos levantamentos sistemáticos de empresas que coletam e analisam seus custos de qualidade.

Mattos e Toledo (1997) apresentam um levantamento da existência e o estágio atual do sistema de custos da qualidade como ferramenta de gestão da qualidade nas empresas brasileiras. A análise é feita em empresas cujos sistemas de qualidade estejam implantados e certificados, conforme normas internacionais (por exemplo ISO 9001 ou ISO 9002). Os dados dessa pesquisa bem como seus resultados são apresentados a seguir.

2.2 – Custos da Qualidade em Empresas no Brasil

Foram enviados questionários a aproximadamente 900 empresas certificadas conforme uma das normas da série ISO 9000.

Dentre 300 empresas que responderam ao questionário, 58% possuem gestão da qualidade implantada, enquanto 42% a possuem ainda de forma parcial ou em implantação, ou seja, apesar de certificadas, pouco mais da metade das empresas

possuem uma gestão da qualidade plenamente implantada. Apenas 39% das empresas que responderam a pesquisa já possuem um sistema de custos da qualidade implantados ou em implantação, contra 61% que não o possuem.

Dentre 184 empresas que não possuem um sistema de custos da qualidade, 83% planeja ou está analisando sua implantação, principalmente a médio prazo. As principais justificativas para as empresas não possuírem um sistema de custos da qualidade concentra-se no uso da própria metodologia, como pouca troca de experiências no tema (38%), carência de treinamentos (29%), pouca literatura sobre o assunto (24%), desconhecimento (23%), e difícil acesso à metodologia (16%), somadas às deficiências de seus sistemas de informações contábeis (29%).

Dentre 116 empresas que possuem um sistema de custos da qualidade, aproximadamente a metade (44%), já o tem plenamente implantado e abrangente a todas as áreas e processos da empresa, ou seja, não está restrito somente a uma área específica ou projeto piloto. Isso indica que a implantação do sistema de custos da qualidade pode ser recente e que, a despeito das dificuldades, espera-se que continue nas empresas onde ainda estão em implantação.

As principais dificuldades encontradas na implantação do sistema de custos da qualidade para as empresas possuidoras desta ferramenta, não foram somente quanto à própria metodologia, tais como pouca troca de experiências (30%), carência de treinamentos (15%), poucas referências (15%) e sistema de informações contábeis inadequado (24%), mas também quanto a ação gerencial, tais como pouca ação frente aos resultados por essa ferramenta (15%), restrições das gerências (13%) e receios de divulgação dos relatórios do sistema de custos da qualidade (11%) por parte da gerência.

Parte da razão acima, conforme já observado por Feigenbaum (1994), está no fato de que alguns gerentes relutam em encorajar a medição dos custos da qualidade. Eles temem que tal indicação possa conduzir a reduções drásticas e menos sensatas nesses custos e por conseguinte nas próprias áreas.

Isso demonstra que as justificativas apresentadas pelas empresas possuidoras de um sistema de custos da qualidade são as mesmas a que chegaram as empresas que ainda não o possuem: pouca referência disponível a respeito do assunto, pequena troca de experiências quanto à metodologia e sistema de informações contábeis inadequado. Porém, lança algumas dúvidas quanto ao verdadeiro comprometimento gerencial e sua ação perante as informações levantadas pelo sistema de custos da qualidade.

Das empresas que possuem um sistema de custos da qualidade, 56% adotam as quatro categorias clássicas desta ferramenta (descritas no item 2.2 desse capítulo), e o restante as adotam de forma parcial com ênfase nos custos de falhas internas e externas. Provavelmente, utilizam esses custos como forma de sensibilização da alta e média administração, já que esses custos são os que apresentam maiores impactos e oportunidade de redução.

A Figura 2.1 mostra os elementos considerados na composição dos custos da qualidade segundo o levantamento realizado por Mattos e Toledo (1997).

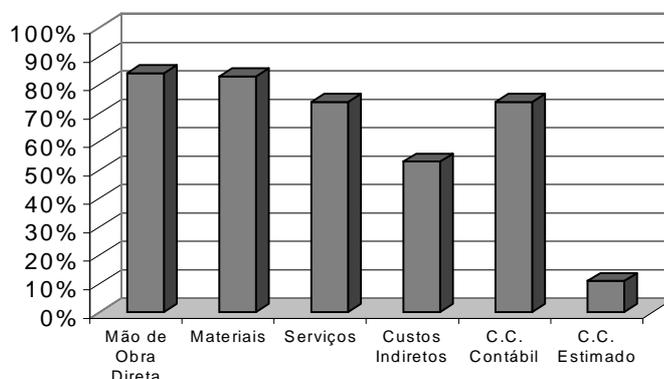


Figura 2.1 – Elementos dos Custos da Qualidade.

A Figura 2.2, construída a partir dos dados de Mattos e Toledo (1997), mostra onde se localizam as empresas que possuem sistema de custos da qualidade no Brasil.

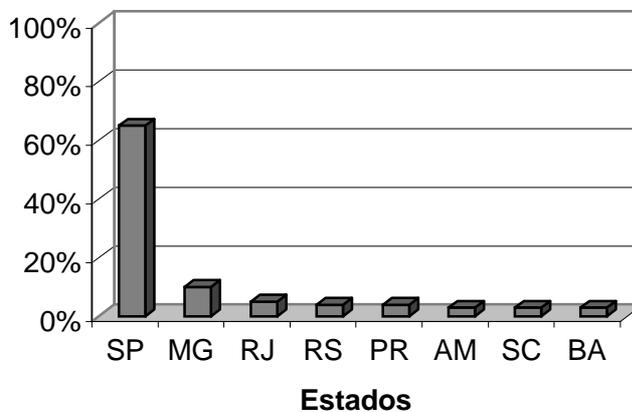


Figura 2.2 – Concentração das Empresas com Sistema de Custos da Qualidade.

A Figura 2.3, construída também a partir dos dados de Mattos e Toledo (1997), mostra os setores mais avançados em relação a utilização do sistema de custos da qualidade.

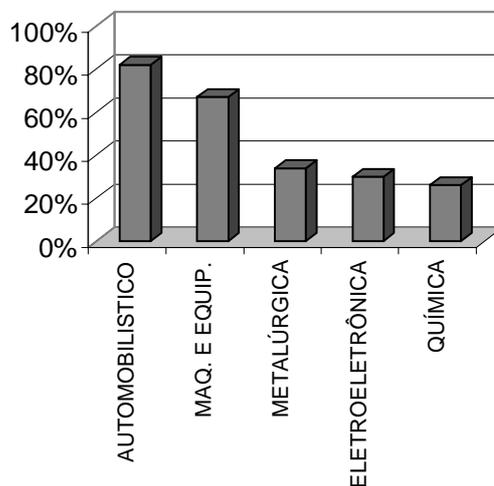


Figura 2.3 – Setores que Mais Utilizam Sistema de Custos da Qualidade.

Dentre as empresas com sistema de custo da qualidade implantado, 77% tem como prioridade o mercado externo e interno (misto). Nesse segmento (misto), quase a metade das empresas (46%) possuem um sistema de custos da qualidade implantado de forma parcial ou plena. Por outro lado, nas empresas que têm como prioridade o mercado interno, 75% não possuem um sistema de custos da qualidade contra apenas 25% que o possuem. Pode-se concluir que as empresas com prioridade para o mercado interno não utilizam, de maneira efetiva, o sistema de custos da qualidade como ferramenta de gestão para aumentar sua competitividade.

A maior concentração na utilização do sistema de custos da qualidade está na faixa de empresas com faturamento anual significativo: entre US\$ 100 e US\$ 500 milhões anuais. Percebe-se que 48% das empresas nestas duas faixas possuem um sistema de custos da qualidade implantado, o que representa 46% de todas empresas com um sistema de custos da qualidade implantado (parcial ou pleno). Empresas com faturamento entre US\$100 e US\$500 milhões têm custos significativos, os quais devem ser muito bem gerenciados, já que envolvem riscos maiores e proporcionais aos faturamentos. Do total de empresas com sistema de custos da qualidade implantado ou em implantação, 86% possuem mais de 100 funcionários. São nas faixas de 100 a 500 e acima de 500 funcionários que, relativamente, as empresas possuem os melhores índices de implantação dessa ferramenta. É ainda insignificante o número de empresas que possuem um sistema de custos da qualidade onde o número de funcionários é inferior a 100 (4%).

Essa pesquisa fornece uma visão geral sobre a aplicação dos custos da qualidade no Brasil, mais especificamente em empresas certificadas. Para um maior entendimento do que envolve o levantamento dos custos da qualidade e ainda fundamentar o

desenvolvimento desse trabalho, um detalhamento sobre os custos da qualidade, quanto aos tipos existentes, é descrito no tópico a seguir.

2.3 Classificação dos Custos da Qualidade

Em qualquer atividade produtiva que se execute, existem custos variáveis envolvidos. Porém, esse custo pode tornar-se maior se tal atividade não for executada de maneira correta pela primeira vez, seja essa atividade um processo de fabricação de um produto ou execução de um serviço. Segundo Feigenbaum (1994), as indústrias tem alcançado grandes progressos em relação aos custos da qualidade, porém esses custos não são apenas restringidos ao ciclo marketing - projeto - fabricação - inspeção - expedição, mas esses custos continuam a ocorrer em todo o ciclo de vida do produto, ou seja, em serviço e uso. Se o problema já atingiu o usuário a falha custa não somente uma quantia em dinheiro, mas também ameaça vendas futuras. Portanto, a mensuração e controle dos custos da qualidade tornaram-se elementos importantes no apontamento contábil das empresas onde os custos da qualidade assumem uma posição de igualdade em termos de importância em relação aos custos de mão de obra, engenharia e vendas.

Segundo Shank e Govindaragan (1995), Crosby argumenta que não existe o problema da qualidade; existem apenas os problemas de engenharia, fabricação, mão de obra ou outros problemas que causam a baixa qualidade. Crosby não aceita a idéia de Juran de análise do custo da qualidade como uma ferramenta de controle gerencial. Como ferramenta para melhorar a qualidade, Crosby propõe em vez disso uma “grade de gestão da qualidade” que acompanha o desenvolvimento do pensamento da qualidade, desde a incerteza passando pelo despertar, esclarecimento e sabedoria até a certeza.

Shank e Govindaragan (1995) comentam ainda que, com base em sua experiência, Deming descobriu que 85% dos problemas de qualidade podem ser atribuídos a sistemas falhos e apenas 15% aos trabalhadores. O sistema pode ser falho por diversas razões; projetar uma operação difícil de ser executada, buscar insumos inferiores, fornecer manutenção de equipamento inadequada, ter condições de trabalho insatisfatória, fazer excessiva pressão sobre os funcionários para maximizar a produção, para só citar alguns poucos. Como o sistema é projetado pela gerência, a qualidade é principalmente uma responsabilidade da gerência.

O ambiente mudou muito ao longo das últimas décadas. Os clientes exigem atualmente alta qualidade, especialmente desde que muitas empresas foram capazes de obter alta qualidade a preços competitivos. Nesse contexto a coleta, análise e redução dos custos de qualidade são fatores essenciais para as organizações.

Pode-se afirmar então que o conhecimento aprofundado dos custos da qualidade é uma importante ferramenta para o uso na manutenção e no crescimento da competitividade da empresa, visto que a tendência mundial é a produção de produtos e prestação de serviços com alta qualidade a um custo cada vez menor. Nesse contexto, os custos de qualidade podem ser classificados de diferentes maneiras, descritas a seguir.

2.3.1 Custos de Prevenção

Robison (1997) define essa classificação como sendo investimentos vitais requeridos para assegurar que não ocorram falhas nos processos de negócios, freqüentemente pequenos em comparação com os gastos com falhas.

Dale e Plunkett (1995) definem esta classificação como sendo o custo de qualquer ação que objetive investigar, prevenir ou reduzir o risco de não conformidade ou defeitos. Juran e Gryna (1991) exemplifica que a análise de novos produtos são

custos relacionados à engenharia da confiabilidade e outras atividades ligadas à qualidade do lançamento de novos projetos, bem como os custos relacionados ao projeto do produto, onde pode-se inserir os custos envolvidos com a qualidade, confiabilidade e segurança do projeto. Fontenelle (1996) destaca ainda a importância do estudo dos custos de confiabilidade pois permite a análise quanto ao atendimento das expectativas do cliente, bem como a otimização desses custos relacionados ao fornecedor. O autor considera o estudo da confiabilidade como um investimento, devendo se estender a todas as atividades ligadas à prevenção, principalmente, por se tratar de estudos que englobam testes, manutenção de banco de dados de falhas e utilização de tecnologias não testadas tornando-se altamente dispendioso para o fabricante.

Outros exemplos de custos de prevenção, fornecidos por Juran e Gryna (1991) são:

- Planejamento da qualidade: inclui uma ampla gama de atividades que criam coletivamente o plano global de qualidade e vários outros planos especiais. Também inclui a preparação dos procedimentos necessários para a comunicação desses planos a todos os envolvidos e as atividades exercidas no planejamento de particularidades do sistema vigente. Traduz-se as exigências em projeto do produto quanto à qualidade em controle industriais específicos para a qualidade de materiais, processos e produtos. Pode-se acrescentar aqui os custos relativos ao tempo de planejamento de atividades relacionadas à qualidade, tais como análise da qualidade antes da produção e elaboração de instruções de trabalho ou procedimentos operacionais para ensaio, inspeção e controle do processo.
- Planejamento de processos: são os custos relacionados à aptidão do processo, planejamento de inspeção e outras atividades ligadas à fabricação.

- Controle de processos: são os custos de inspeção e testes durante o processo com o objetivo maior de determinar as condições do processo mais do que a própria aceitação do produto.
- Avaliação da qualidade de fornecedores: são os custos relativos a avaliação dos fornecedores anteriores e seleção dos mesmos, e auditorias nas atividades relacionadas à qualidade dos componentes fornecidos durante o contrato.
- Auditorias da qualidade: são os custos globais para a avaliação de todas as atividades no sistema de qualidade, seja as auditorias internas (de primeira parte) ou externas (de segunda ou terceira parte).
- Treinamento: são os custos de preparação e realização de programas de treinamento para assuntos relacionados à qualidade a fim de proporcionar um maior grau de instrução aos funcionários, incorrendo assim em menos erros. Nesse caso, como nos custos de avaliação, parte das atividades podem ser executadas por pessoal não ligado ao departamento de qualidade. É importante ressaltar o tipo de atividade executada e não o nome do departamento que a executa.
- Informações sobre qualidade: são os custos despendidos no planejamento e processo de medição da qualidade, coleta de dados e manutenção de arquivos e procedimentos para rastreamento dos produtos fabricados através da data de fabricação e número do lote.

2.3.2 Custos de Avaliação

Segundo Juran e Gryna (1991), esses custos são aqueles incorridos na determinação do grau de conformidade aos requisitos de qualidade (especificações). Robles (1994) define essa categoria de custo como sendo os gastos com atividades desenvolvidas para identificação de unidades ou componentes defeituosos antes da

remessa do produto para os clientes. São exemplos de custos de avaliação fornecidos por Juran e Gryna (1991):

- Inspeção e testes no recebimento: são os custos para determinar a qualidade do componente adquirido, seja através de inspeção no recebimento ou na fonte, por meio de inspeções independentes. Pode-se incluir os custos com viagens de auditores da qualidade às instalações dos fornecedores.
- Inspeção e teste durante o processo: são os custos de avaliação dos requisitos de conformidade do produto mediante o projeto durante o processo de fabricação.
- Inspeção e testes finais: são os custos de avaliação e conformidade com os requisitos de projeto para a aceitação do produto acabado.
- Auditoria da qualidade do produto: são os custos para execução de auditorias durante o processo ou no produto final. Nesse caso, as auditorias são referentes à certificação do produto e não do sistema da qualidade, diferente dos custos de auditoria associados à prevenção.
- Manutenção da exatidão dos equipamentos de teste: são os custos para aferição e calibração dos padrões e instrumentos de medição.
- Serviços e materiais para inspeção e testes: são os custos de materiais utilizados no trabalho de inspeção e testes, onde os mesmos possam ser significativos. Por exemplo destaca-se insumos tais como material para limpeza de peças, líquido para traçagem de peças fundidas, etc.
- Avaliação de estoques: são os custos dos testes em produtos armazenados para avaliar seu grau de degradação.
- Ensaio no campo: são os custos incorridos na execução do ensaio de serviço real do produto nas instalações do cliente antes da liberação final.

2.3.3 Custos de Falhas

São os custos referentes à ocorrência de unidades ou componentes defeituosos. Essa classificação de custos é subdividida em custos de falhas internas e custos de falhas externas.

2.3.3.1 Custos de Falhas Internas

Segundo Juran e Gryna (1991) são definidos como os custos que estão associados aos defeitos encontrados antes da transferência do produto ao próximo posto de trabalho ou venda para o usuário final.

Para Miguel e Calarge (1997) são os custos incorridos para corrigir se possível a produção de peças ou produtos defeituosos antes que cheguem ao cliente (no âmbito interno da empresa). São exemplos de custos de falhas internas fornecidos por Juran e Gryna (1991):

- Sucata: o trabalho, o material e as despesas gerais dos produtos que não podem ser retrabalhados. A sucata não pode ser considerada como um custo de falhas internas no caso de obsolescência do produto ou devido a alterações nos produtos por necessidade do consumidor. Pode-se também subdividir os custos com sucata em custos de falhas de fabricação e nos custos de sucatas originada pelos fornecedores.
- Retrabalho: são os custos originados com o tempo, material e mão de obra despendidos na correção de falhas tanto na primeira execução do processo quanto na correção da falha, visando adequá-lo ao uso. Como no caso anterior, não podem ser considerados como custos de retrabalho aqueles ocasionados por modificações no projeto do produto visando atender novas necessidades dos clientes. Podem também ser subdivididos em custos de falhas da própria fabricação e falhas provenientes dos fornecedores.

- Custos de análise de falhas: são os custos envolvidos na análise dos produtos não conformes e na determinação das causas das falhas.
- Reinspeção e novos testes: são os custos de novas inspeções e novos testes nos produtos que passaram por retrabalho.
- Perdas evitáveis de processos: são os custos de perdas que podem ocorrer até mesmo em produtos conformes. Por exemplo, recipientes super cheios (que vão para os consumidores) devido a uma variação excessiva no equipamento de medição e acondicionamento.
- Inspeção 100% para classificação: são os custos para identificar unidades defeituosas em lotes de produtos que contenham níveis altos e inaceitáveis de defeitos. Esses defeitos, geralmente, foram identificados previamente (por exemplo através de técnicas de amostragem, e o lote foi segregado).
- Desvalorização: é a diferença entre o preço de um produto de venda normal e outro de preço reduzido devido a problemas de qualidade.

2.3.3.2 Custos de Falhas Externas

Segundo Robison (1997) os custos de falhas externas são aqueles associados a atividades que não agregam valores e afetam o consumidor de maneira que o mesmo pague por isso. Dale e Plunket (1995) definem essa classificação como sendo a de consequência mais séria, e a que apresenta entre as outras classificações, o maior custo para se direcionar, corrigir e apontar. Juran e Gryna (1991) definem essa classificação como sendo os custos associados aos defeitos encontrados em produtos após o mesmo ter sido enviado ao usuário final. Para Miguel e Calarge (1997) os custos de falhas externas são aqueles associados à entrega de produtos com defeito ao cliente.

Os custos de falhas externas são os mais difíceis de serem coletados e analisados. Dessa forma, o fabricante ou fornecedor do produto tem grandes perdas devido a :

- Perda do cliente: segundo Miguel e Calarge (1997), estudos demonstram que 90% dos clientes que ficaram insatisfeitos com a qualidade de um produto ou serviço evitarão sua compra no futuro.
- Perdas devido a divulgação da má qualidade do produto pelo cliente: segundo Miguel e Calarge (1997), estudos demonstram que cada cliente insatisfeito comentará sobre seu desapontamento com pelo menos nove outras pessoas, o que dificultará a venda do produto para novos clientes.
- Custo de atender o cliente de forma a satisfazê-lo para que ele mantenha a fidelidade ao produto em compras futuras. Apesar da ocorrência da falha ser um problema importante, segundo Miguel e Calarge (1997), somente 4% de todos os clientes insatisfeitos reclamam sobre a má qualidade dos produtos por eles adquiridos junto ao seu fabricante. Destaca-se ainda uma grande dificuldade, em alguns casos, de se contatar o fabricante do produto que, apesar de apresentarem número de telefones para reclamações nas embalagens dos produtos, incorrem em práticas que demandam tempo e nem sempre solucionam os problemas com os produtos defeituosos, aumentando ainda mais a insatisfação dos clientes que já estão insatisfeitos devido a falha apresentada pelo produto por ele adquirido.

Particularmente, na empresa onde foi realizado o estudo de caso citado nesse trabalho (ver Capítulo 4), o usuário faz sua reclamação diretamente a um atendente técnico que, mediante suas possibilidades, tem poderes para solucionar a maioria das reclamações feitas pelos clientes, quer seja via telefone, fax ou carta. Esse procedimento

resulta em maior rapidez na solução de problemas, e maior confiança do usuário em relação ao produto adquirido.

São exemplos de custos de falhas externas fornecidos por Juran e Gryna (1991):

- Despesas com garantia (assistência técnica): são os custos envolvidos com reposição ou conserto de produtos que estejam dentro do período de garantia (entende-se por garantia um defeito ocasionado no produto oriundo do processo de fabricação, e não de defeitos provenientes de má utilização).
- Reclamações: custos da investigação e correções das reclamações (atribuídas ao produto com defeito ou instalação inadequada).
- Devolução de produtos: custos com o recebimento e substituição de produtos defeituosos recebidos do campo no caso em que o fabricante não possua uma rede de assistência técnica capacitada para solucionar os defeitos ocasionados nos produtos, ou o produto seja remetido para uma posterior investigação.
- Responsabilidade: são os custos incorridos como resultado de processos jurídicos sobre a responsabilidade por falhas ocorridas na qualidade.
- Recolhimento do produto: são os custos de qualidade relacionados ao processo de recolhimento de produtos (*recalls*).
- Concessões: são os custos das concessões feitas aos clientes devido a produtos com qualidade abaixo do padrão e aceitos pelo cliente no estado em que se encontram ou de produtos conformes que não atendem a adequação ao uso.

Existem outros custos como por exemplo perda de clientes, redução da imagem da empresa, etc. que não são citados pelos autores (Juran e Gryna, 1991). Outros tais como custos de reparos no campo, custos de recebimento e processamento de reclamações são citados por Johnson e Kleiner (1993).

No limite, quando os custos de prevenção e avaliação forem zero, a tendência é que o produto é apresente um alto índice de defeitos. Porém, a medida que os custos de prevenção e avaliação forem aumentados, os produtos tendem a apresentar um baixo índice de defeito. Porém deve-se ter cuidado pois os custos de prevenção e avaliação tendem ao infinito. Aparentemente, o ideal é buscar um equilíbrio econômico entre eles de forma que não exista um gasto excessivo em relação aos benefícios alcançados na qualidade. Entretanto, deve-se também considerar a posição competitiva da empresa ou do produto em análise. A Figura 2.4 demonstra o ponto de equilíbrio relacionado aos custos de prevenção, avaliação, falhas, e o custo total.

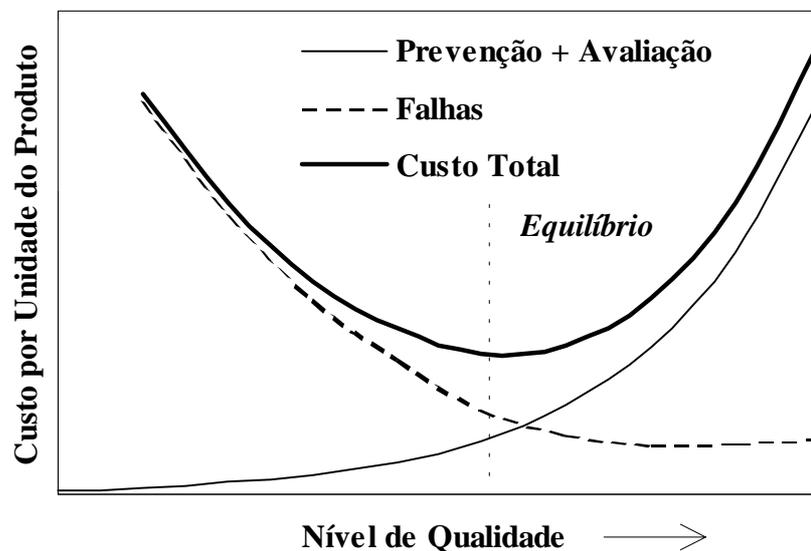


Figura 2.4 – Influência dos Tipos de Custos no Custo Total (Juran, 1951).

Como pode ser observado na Figura 2.4, a medida que o produto aumenta em nível de qualidade, o índice de falhas tende a ser baixo. Em contrapartida, à medida que o produto vai piorando seu nível de qualidade, o custo com falhas tende a aumentar. Sugere-se que geralmente os custos da qualidade não façam parte do sistema da qualidade como requisito ou elemento constitutivo da sua norma. A norma MIL-Q-9858, por exemplo, requer que se mantenha e use dados dos custos da qualidade como

elemento gerencial do programa da qualidade, e que esteja disponível para ciência do cliente. A série ISO 9000 (NBR ISO 9000, 1994) aborda os custos da qualidade na norma ISO 9004 -Gestão da Qualidade e Elementos do Sistema da Qualidade – Diretrizes (NBR ISO 9004, 1994) como um elemento interno da empresa. No entanto, isso não é exigido pelo cliente em condições contratuais (NBR ISO 9001, 1994; NBR ISO 9002, 1994; e NBR ISO 9003, 1994), mas representa uma ferramenta gerencial que tem como principal objetivo proporcionar meios para avaliar a eficácia e estabelecer a base para programas internos de melhorias. Portanto, na maioria das vezes, o levantamento dos custos da qualidade é uma opção interna de cada empresa não sendo exigido obrigatoriamente pelas normas de Sistema da Qualidade. Atualmente, a exceção se faz a última edição da QS 9000 (1998). A QS 9000 é um conjunto de diretrizes que incorpora requisitos da ISO 9001 para fornecedores da Ford, Chrysler e GM. Nesse caso, o levantamento dos custos da qualidade faz parte do conjunto de exigências estabelecidas pela norma.

2.4 Implantação dos Custos da Qualidade

Segundo Teixeira (1993), a partir do momento em que o gerente da qualidade passa a desenvolver a estrutura de custos da qualidade e inicia a sua implantação, geralmente se cria uma polêmica, uma vez que há uma interpretação generalizada de que os custos da qualidade são os custos do Departamento da Qualidade. O gerente da qualidade deve buscar dados em áreas que não são de sua jurisdição (por exemplo na área contábil). Se não existe apoio da alta gerência, os primeiros relatórios serão elaborados com dados estimados, que poderão apresentar números irreais, e assim podem não ter crédito e não serem aceitos. Dessa forma, alguns passos iniciais podem ser dados no sentido de minimizar os impactos da implantação. A sensibilização da alta

administração faz-se necessária e poderá ser feita através de um levantamento sobre os custos de sucata, retrabalho e horas extras em decorrência de falhas no processo. O resultado desse levantamento inicial poderá ser apresentado como um custo de falhas internas, que na verdade são os que apresentam maiores impactos iniciais e oportunidade de redução. Sendo o sistema de custos da qualidade apresentado e aprovado pela alta administração, a gerência da qualidade deverá recomendar a criação de uma equipe-tarefa para implantá-lo, na qual devem estar presentes o pessoal da qualidade, da contabilidade e da produção, que são aqueles que detêm as informações. A partir daí, inicia-se a fase de estruturação do sistema de custos da qualidade e coleta de dados que o alimentarão.

Recomenda-se que sua estrutura contenha as quatro principais categorias descritas anteriormente (prevenção, avaliação, falhas internas e falhas externas). Entretanto as subcategorias devem ser compatíveis com a atividade da empresa.

Na coleta de dados, deve-se adotar o máximo possível de dados da contabilidade e de relatórios geralmente disponíveis tais como: relatório de despesas do setor (centro de custos), relatórios de refugo, relatórios de retrabalho e reparos, relatórios de horas relativas à qualidade (por exemplo inspeção), relatório de despesas com garantia, dentre outros. Em alguns casos, faz-se necessário o uso temporário de estimativas baseadas em amostragens, auditorias, etc., substituídas por dados reais a medida que o sistema for se aperfeiçoando. A fase de coleta de dados é a mais crítica, devido aos custos denominados discutíveis, como por exemplo desperdícios inevitáveis de fabricação (rebarbas de peças injetadas), manutenção preventiva, prejuízo da imagem da empresa, etc. Para tal, Juran e Gryna (1991) sugere que seja feita a seguinte indagação: “Suponhamos que todos os defeitos tenham desaparecido. O custo em questão também

desapareceria? Se a resposta for “sim”, significa que o custo em questão está associado ao problema da qualidade e, portanto, deve ser incluído.

Após a identificação dos custos e depois de estabelecida uma base de cálculo, recomenda-se um período de experiência que pode durar até três meses, durante o qual melhorias administrativas e industriais devem ser implementadas e registradas.

Nos meses seguintes os custos da qualidade devem ser cuidadosamente compilados, partindo daí uma base para a avaliação das tendências desses custos. A análise dos custos da qualidade consiste em compará-los com bases comparativas, analisar as tendências dos custos de prevenção e avaliação em relação aos custos de falhas internas e externas e identificar as oportunidades de redução. Teixeira (1993) ainda informa que a experiência demonstra que, em geral, as reduções são mais eficazes quando se concentra esforços na redução de custos de falhas, o que irá gerar reduções significativas nos custos de avaliação. Para tal, é necessário um investimento no custo de prevenção, que geralmente são menores.

Passando o período de experiência, vem o período de ajustes, que pode durar até seis meses. Nesta fase, são necessárias auditorias para a determinar a confiabilidade do sistema e se ele está atendendo às expectativas. A apresentação dos resultados à alta administração é uma das etapas fundamentais do processo, pois definirá a continuidade ou não do sistema de custos da qualidade.

Nesta fase, dois pontos são importantes: definir se o relatório será apresentado por linha de produto ou serviço, departamentos ou áreas, que depende de uma avaliação prévia do que é mais representativo para a alta administração, e definir quais serão as bases comparativas. Como o valor dos custos da qualidade não traz informações significativas se analisado isoladamente é recomendado o uso de, no mínimo três bases comparativas que reflitam o desempenho da empresa de diferentes pontos de vista.

Como sugestão cita-se: custos de mão de obra, custos de fabricação, faturamento líquido, volume de vendas (um dos mais utilizados) e número de unidades produzidas (Controle da Qualidade, 1993).

2.5 Aplicação dos Custos da Qualidade

A seguir são descritos exemplos de levantamento de custos da qualidade, extraídos da literatura, e desenvolvidos através de pesquisas por Miguel (1999).

2.5.1 O Caso da ABC Corporation

O gráfico da Figura 2.5, extraído de Shank e Govindarajan (1995), apresenta um exemplo real da evolução dos custos da qualidade em uma empresa, a ABC Corporation, ao longo de um período de oito anos, com a introdução de um sistema em custos da qualidade.

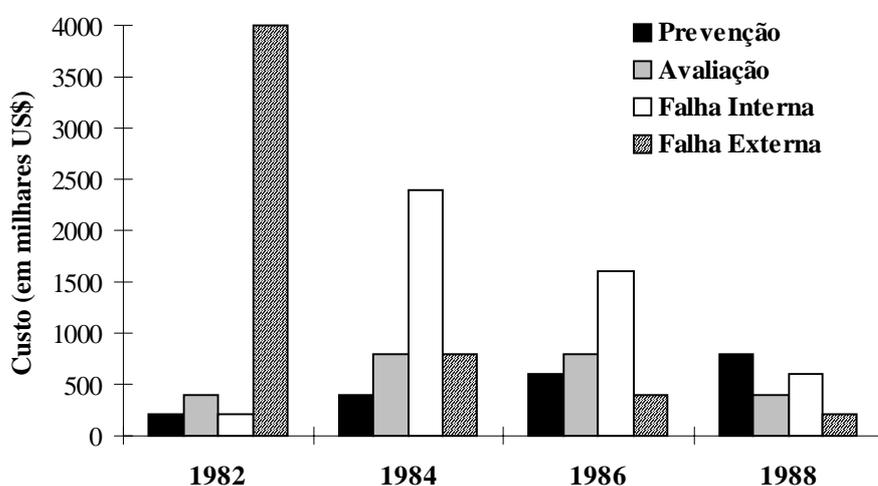


Figura 2.5 – Evolução dos Custos da Qualidade
(Shank e Govindarajan, 1995).

A Tabela 2.1 por sua vez mostra o custo total de fabricação e a porcentagem dos custos da qualidade sob esse custo total.

Tabela 2.1 – Exemplo de Análise do Custo da Qualidade (Shank e Govindarajan, 1995).

Categoria	1982	1988
Custos da Qualidade	US\$ 4,8 milhões	US\$ 2,0 milhões
Custo Total de Fabricação	US\$ 20 milhões	US\$ 25 milhões
Porcentagem do Custo Total	24%	8%

Com base no estudo de caso da *ABC Corporation*, como em outras empresas, duas conclusões gerais podem ser tiradas (Miguel, 1999):

- **Os custos da qualidade são uma grande oportunidade:** quando a má qualidade representa um item de custo significativo (24% do custo total da *ABC Corporation*, no ano de 1982, como indicado na Tabela 2.1), a introdução de um sistema de gestão da qualidade representa uma oportunidade significativa para aumentar a lucratividade da empresa, ou seja, com aumento no custo total de fabricação, o custo da qualidade foi reduzido em 58%, representando um total de US\$ 2,8 milhões de dólares.
- **As empresas gastam milhares de dólares da qualidade no lugar errado:** as empresas gastam mais em custos de falhas internas e externas do que em custos de prevenção (isso se aplica para o caso da *ABC Corporation*, no ano de 1982).

2.5.2. O Caso de Um Fabricante de Bicicletas

Esse caso demonstra a experiência em uma empresa inglesa fabricante de bicicletas e brinquedos do gênero (MacGregor, 1991). O gráfico da Figura 2.6 apresenta uma situação “antes” e “depois” da introdução de uma estratégia de custos da qualidade.

Um resultado importante notado na Figura 2.6 é a estratégia dos esforços das atividades de custos de avaliação para custos de prevenção. Além disso, a redução nas diversas categorias de custos da qualidade resulta em ganho para a empresa.

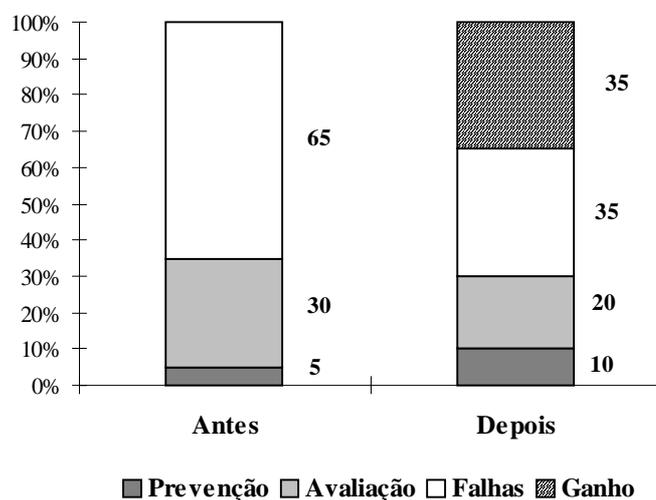


Figura 2.6 – Introdução de uma Estratégia de Custos da Qualidade

(MacGregor, 1991).

Dentre as medidas que foram tomadas para melhoria nos custos da qualidade, podem ser citadas (MacGregor, 1991):

- Formação de uma equipe para estudo dos custos da qualidade.
- Lançamento do programa “Investigação sobre os Custos da Qualidade”.
- Identificação dos tipos de custos da qualidade.
- Introdução de documentos para controle dos custos e avaliação destes.
- Atuação nos custos externos da qualidade.

2.5.3. Custos da Qualidade em uma Empresa Alimentícia

Os dados a seguir são de uma empresa de grande porte do ramo alimentício. A empresa em questão detém 65% do mercado brasileiro, tendo hoje aproximadamente 5

mil funcionários, distribuídos em três unidades fabris e mais de duas centenas de filiais de vendas, com uma frota de mais de 3 mil veículos.

Um relato publicado por Miguel e Calarge (1997; 1998) diz que ao estudar-se os custos da qualidade dessa empresa, enfoca-se dois grupos principais praticados por ela: custos provenientes de perdas em processo e custos de pós-venda. As perdas em processo foram identificados como sendo principalmente ocasionadas por falta de preparo dos operadores, problemas com equipamentos, ou ainda má qualidade de matéria-prima compradas. A perda total média esta em torno de 7% do valor total dos principais insumos comprados. Além das perdas principais com insumos alimentícios, a empresa tem ainda perda com embalagens (filmes). Em termos de valores, a compra de embalagens é a mais representativa. Nessa caso, a empresa tem buscado a integração total do controle de qualidade dela com os dos fornecedores, além da introdução de processos de *Global Sourcing*, onde ela busca fontes alternativas de fornecimento.

Outro enfoque principal é com relação ao pós-vendas e atendimento ao consumidor. Nesse caso, a empresa possui um departamento de atendimento ao consumidor, contando com serviço de discagem gratuita (0800) e uma caixa postal. O departamento conta com a colaboração de oito funcionários e tem um orçamento de gastos da ordem de R\$ 500 mil. Desse montante, somente os gastos com discagem gratuita representam a quantia mensal de R\$ 9 mil, atendendo principalmente os itens mostrados na Figura 2.7 . Estes itens são:

- Reclamações: problemas diversos com a qualidade do produto.
- Vendas: contatos com os clientes que querem comprar os produtos.
- Promoções: atendimento nas falhas com consumidores “fiéis” ao produto-cliente cadastrados.

- Solicitações dos clientes (“Pedidos” na Figura 2.7): ligações para pedidos de itens promocionais, tais como bonés, camisetas, produtos, e outros.
- Sugestões: pedidos para modificações nos produtos existentes (novos tipos, sabores, etc.).
- Agradecimentos: clientes satisfeitos que contatam a empresa para agradecer ou elogiar.

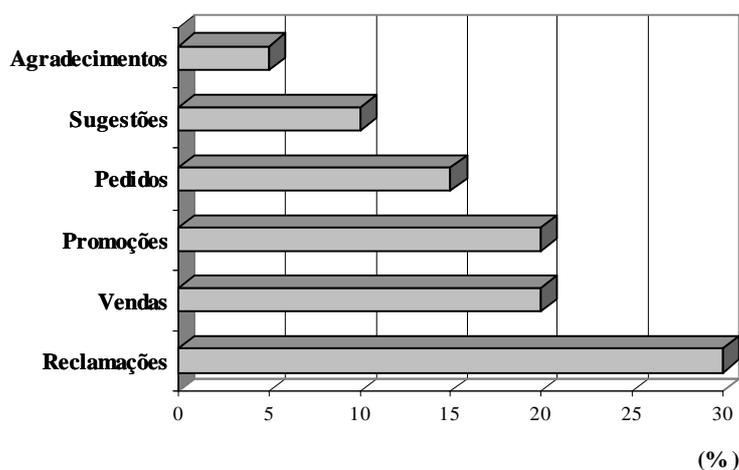


Figura 2.7 – Itens do Sistema de Discagem Gratuita (Miguel e Calarge, 1997).

A Figura 2.7 mostra que as reclamações provenientes da falta de qualidade, lideram os gastos. Em todo o Brasil, existe nessa empresa um sistema de troca de produtos para os casos de reclamações. Essas trocas são promovidas pelas filiais de vendas, que procuram o consumidor e trocam o produto alvo da reclamação, que retorna para a fábrica para análise. Os custos destas trocas chegam a aproximadamente R\$ 10 mil por mês só na grande São Paulo. Em casos mais graves, a empresa envia um funcionário do departamento de atendimento para qualquer parte do Brasil, para que atenda o consumidor, entenda o problema e busque a solução adequada. Além disso, existem casos em que o consumidor é trazido para a fábrica para que reconheça a preocupação com a qualidade existente na empresa. Nesse caso, todas as despesas

decorrentes dessas visitas, incluindo passagens aéreas e hospedagem são por conta da empresa, assim como se existir qualquer caso que envolva despesas médicas. Cada reclamação e devolução para a fábrica gera um processo de análise que pode ser muito significativo, por exemplo um processo de análise microbiológica ou físico-química é da ordem de R\$ 100 em entidades credenciadas. Todos esses custos que são relativamente altos, decorrentes principalmente da má qualidade, faz com que a empresa invista ainda mais na melhoria dos processos (Miguel e Calarge 1997).

2.6 - Análise dos Custos da Qualidade

O levantamento a seguir é extraído de Miguel et al. (1997). Uma empresa metalúrgica de médio porte, implantou um sistema de custos da qualidade e durante pouco mais de três anos levantou os dados, e após posterior análise tomou algumas providências. Um resumo desses resultados é apresentado a seguir.

Numa análise de médio para longo prazo, considerando ainda as diversas categorias de custos, os resultados demonstram que estes não tem diminuído conforme esperado. Essa situação é apresentada na Tabela 2.2, onde pode-se verificar que o valor total dos custos relativos a qualidade não melhoraram no decorrer do período analisado. Para melhorar essa situação, a empresa decidiu detalhar os dados levantados da forma descrita a seguir. Efetuou-se então um estudo da situação dos custos da qualidade por categoria ou tipo de custos, cujos resultados numéricos são apresentados na Tabela 2.3, e sua proporção na Figura 2.8, onde é possível observar qual foi a evolução dos vários tipos de custos no decorrer dos anos. Observa-se que, em 1994, com o aumento dos custos de prevenção e avaliação, os custos de falhas internas e externas diminuíram, mas nos anos de 1995 e 1996 os custos de falhas continuaram em patamares similares a 1994, embora tenham ligeiramente crescido os custos de prevenção. Através desta

análise, a empresa conclui que o investimento em custos de prevenção e avaliação não estariam surtindo o efeito desejado.

Tabela 2.2 – Custo da Qualidade em uma Empresa Metalúrgica (Miguel et al., 1997).

Custos da Qualidade	Classificação	1993	1994	1995	1996
Garantia da Qualidade Fornecedor	Prevenção	60	610	1110	1010
Conserto em Garantia	Falha Externa	4050	1120	2610	2210
Reteste	Falha Interna	2810	810	1140	1040
Materiais Consumidos em Inspeção	Avaliação	310	510	710	660
Inspeção no Processo	Avaliação	130	730	930	1030
Troca no período de garantia	Falha Externa	1240	990	650	450
Auditoria de produto	Avaliação	810	960	1260	1160
Treinamento em Qualidade	Prevenção	320	1320	2520	2520
Planejamento da qualidade	Prevenção	1060	1360	1760	1660
Refugo	Falha Interna	6400	2400	3800	3400
Inspeção de Recebimento	Avaliação	1490	2290	2390	2340
Testes de Vida	Avaliação	1180	1280	1430	1330
Revisão de projeto	Prevenção	830	1030	1830	1830
Reinspeção	Falha Interna	1630	1000	1180	1130
Análise de falhas	Falha Interna	1190	420	620	420
Avaliação do produto pelo comprador	Avaliação	160	310	460	560
Retrabalho	Falha Interna	1730	1060	1200	1150
Total dos Custos (milhares US\$)		25400	18200	25600	23900
Faturamento Anual (milhares US\$)		127000	130000	140000	160000

Tabela 2.3 – Custos da Qualidade por Categoria (Miguel et al. 1997).

Categoria dos Custos	1993	1994	1995	1996
Prevenção	2270	4320	7220	7020
Avaliação	4080	6080	7180	7080
Falhas Internas	13760	5690	7940	7140
Falha Externas	5290	2110	3260	2660
Total	25400	18200	25600	23900

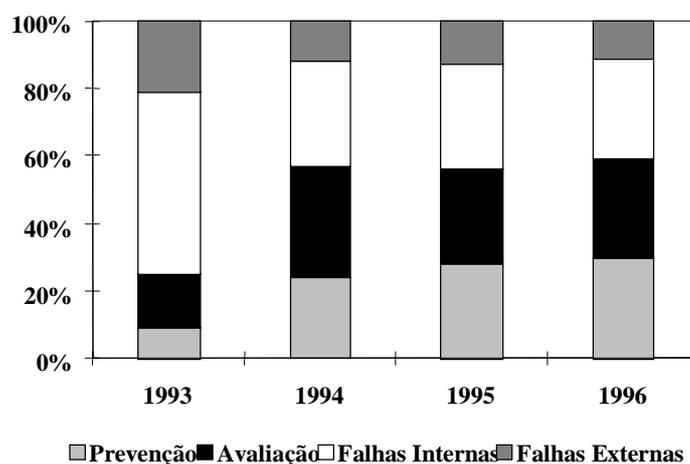


Figura 2.8 – Distribuição dos Custos da Qualidade por Categoria (Miguel et al., 1997).

No detalhamento dos custos da qualidade apresentado na Figura 2.2, observou-se que os maiores custos envolvidos foram os de refugo interno, conserto em garantia, inspeção de recebimento e treinamentos relacionados à qualidade. Após a análise por categoria de custos, outro dado levantado foi a quantidade de defeitos por unidade de produto fabricado, sendo assim possível determinar o gráfico da evolução dos custos no período em relação a porcentagem de vendas (Figura 2.9).

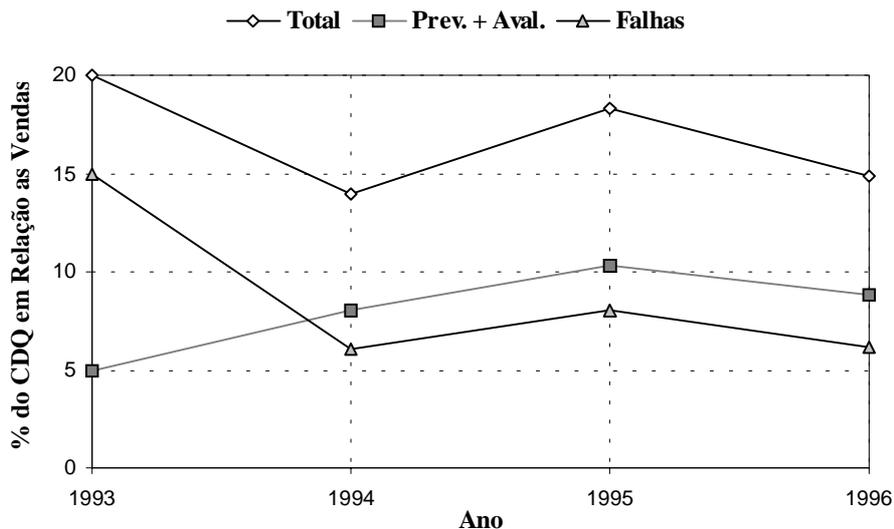


Figura 2.9 - Impacto dos Custos em Relação às Vendas (Miguel et al. 1997).

Finalmente, com todos os dados levantados e analisados, chegou-se a conclusão que aumentar os custos de prevenção e avaliação não diminuiria os custos da qualidade pois o problema era atacar as causas principais que eram os refugos (interno), os reparos em garantia e a inspeção de recebimento, via melhoria do processo fabril. Após um estudo das não conformidades envolvidas com as três maiores fontes de custos da qualidade, a ação corretiva foi investir nos processos de usinagem e montagem, além de melhoria da qualidade de componentes fabricados por terceiros.

Tendo em vista a importância dos custos de falhas externas, o capítulo seguinte (Capítulo 3) apresenta uma metodologia para levantamento desse tipo de custo. Essa metodologia é posteriormente utilizada para coleta e análise dos custos no estudo de caso descrito no Capítulo 4.

Capítulo 3 – Metodologia Usada para Levantamento dos Custos de Qualidade

Esse capítulo tem por objetivo descrever a metodologia utilizada para coletar os custos de falhas externas, descrevendo passo a passo o procedimento necessário para que se obtenha os custos apresentados por cada produto. Decidiu-se considerar a apresentação da metodologia utilizada num capítulo em separado, com a finalidade de obter-se melhor organização do trabalho.

Para levantar os custos de qualidade, é necessário, a princípio, entender o significado de cada categoria desses custos, saber onde cada um ocorre, ter condições de mensurar e, através de análise dos registros existentes (ou caso necessário, criação de novos registros), determinar os casos a serem estudados. Uma vez entendido as definições dos custos de qualidade, é feito então a classificação dos mesmos para que sejam direcionados os estudos, e posteriores levantamento de valores. A classificação dos custos descrita no Capítulo 2, com os respectivos exemplos pode ser usado como base nessa etapa.

Após um estudo generalizado de produtos que farão parte do levantamento, são apontados os de maior número de defeitos onde, possivelmente, ocorrem os maiores custos com garantia, reunindo a quantidade necessária de informações para que se possa chegar a um valor real dos gastos com o máximo de precisão. Entretanto, pode ocorrer casos onde o número de defeitos é grande, mas nem sempre representará os maiores custos de falhas.

Nesse sentido, qualquer quantidade de componentes defeituosos em um produto deve ser analisada com extremo cuidado pois, apesar da quantidade poder estar em um nível esperado, ou até mesmo abaixo do nível esperado, pode alcançar valores monetários altos e passarem despercebidos, caso somente a quantidade de peças seja

considerada. Por exemplo, supõe-se o refugo de algumas peças de um lote em sua última etapa no processo de fabricação, sendo que essas peças já passaram por outras etapas do processo tais como torneamento, fresamento, e tratamento térmico. Na última etapa do processo, as peças serão retificadas. Nessa etapa, somente algumas peças são rejeitadas, em um nível abaixo do esperado. Apesar de serem poucas peças, em termos quantitativos, elas já alcançaram um valor alto com relação dos custos devido as operações realizadas nos processos anteriores.

No caso de esforços para a redução dos custos de qualidade, outra análise pode ser feita para um caso onde o índice de rejeição está acima do esperado. Porém, os custos nesse tipo de caso podem não ser tão significativos. Por exemplo, se o mesmo lote de peças citado no exemplo anterior, tivesse um número maior de peças refugadas (acima do nível esperado) na primeira etapa do processo de fabricação, ou seja, no torneamento, o custo desse refugo, apesar de apresentar um índice acima do esperado, poderia ser menor que o custo do exemplo anterior, pelo fato das peças refugadas não terem passado pelas etapas subsequentes do processo de fabricação.

Depois de encontrados os produtos ou atividades que apresentam as maiores quantidades de defeitos, é necessário analisar se os custos gerados por esses produtos ou atividades representam os maiores custos. A partir dessas informações, traça-se então um plano de ação para a redução desses custos da qualidade. Esse procedimento pode ser baseado na Análise de Pareto, ou também conhecida como Análise ABC. Segundo Slack et al. (1997), a curva ABC é um importante instrumento para a gestão, permitindo identificar aqueles itens que justificam atenção e tratamento adequados de análise. Obtém-se a curva ABC através da ordenação dos itens conforme a sua importância relativa. Verifica-se, portanto, que, uma vez obtido o seqüenciamento dos itens e sua

classificação ABC, resulta imediatamente a aplicação preferencial de técnicas de gestão administrativa, conforme a importância dos itens.

A curva ABC tem sido usada para administração de estoques, definição de políticas de vendas, estabelecimento de prioridades para a programação da produção e uma série de outros problemas usuais em empresas. No caso específico apresentado nesse trabalho, é aplicada para o apontamento dos produtos que apresentam os maiores gastos com garantia.

Após os itens terem sido ordenados pela importância relativa decrescente, as classes da curva ABC podem ser definidas da seguinte maneira:

CLASSE A – Grupo de itens mais importantes, e que devem ser tratados com atenção.

CLASSE B – Grupo de itens em situação intermediária, entre as classes A e C.

CLASSE C – Grupo de itens menos importantes e que justifiquem pouca ou nenhuma atenção.

Os diferentes esquemas utilizados na construção das curvas ABC podem ser resumidos sob a forma de um diagrama de bloco, conforme mostrado na Figura 3.1.

Deverão ser dedicados cuidados especiais aos problemas surgidos na fase de verificação e levantamento dos dados a serem utilizados na confecção da curva ABC.

Desse modo, conforme Slack et al. (1997) deverão ser providenciados:

- 1) Preparação de pessoal para fazer os levantamentos.
- 2) Formulários elaborados para a coleta de dados.
- 3) Procedimentos definidos para o levantamento.

A uniformidade dos dados é de primordial importância para a consistência das conclusões da curva ABC, principalmente quando esses dados são numerosos. Neste caso, é interessante fazer uma análise preliminar após o registro de uma amostra de

dados, para verificar a necessidade de estimativas, arredondamento e conferência de dados, a fim de padronizar as normas de registro. Em seguida, deve ser programada a tarefa de cálculos para a obtenção da curva ABC, utilizando-se meios de cálculo manual, mecanizado ou eletrônico.

A definição das classes A, B e C segue critérios de bom senso e conveniência a serem estabelecidos. Em geral, são colocados um máximo de 20% de itens na classe A, 30% na classe B e os restantes 50% na classe C (Slack et al., 1997), embora com relação a custos talvez seja interessante inverter, ou seja, a classe “A”, é a de maior percentual e assim por diante. Essas porcentagens poderão variar de caso para caso, de acordo com as diferentes necessidades de tratamento administrativos a serem aplicados.

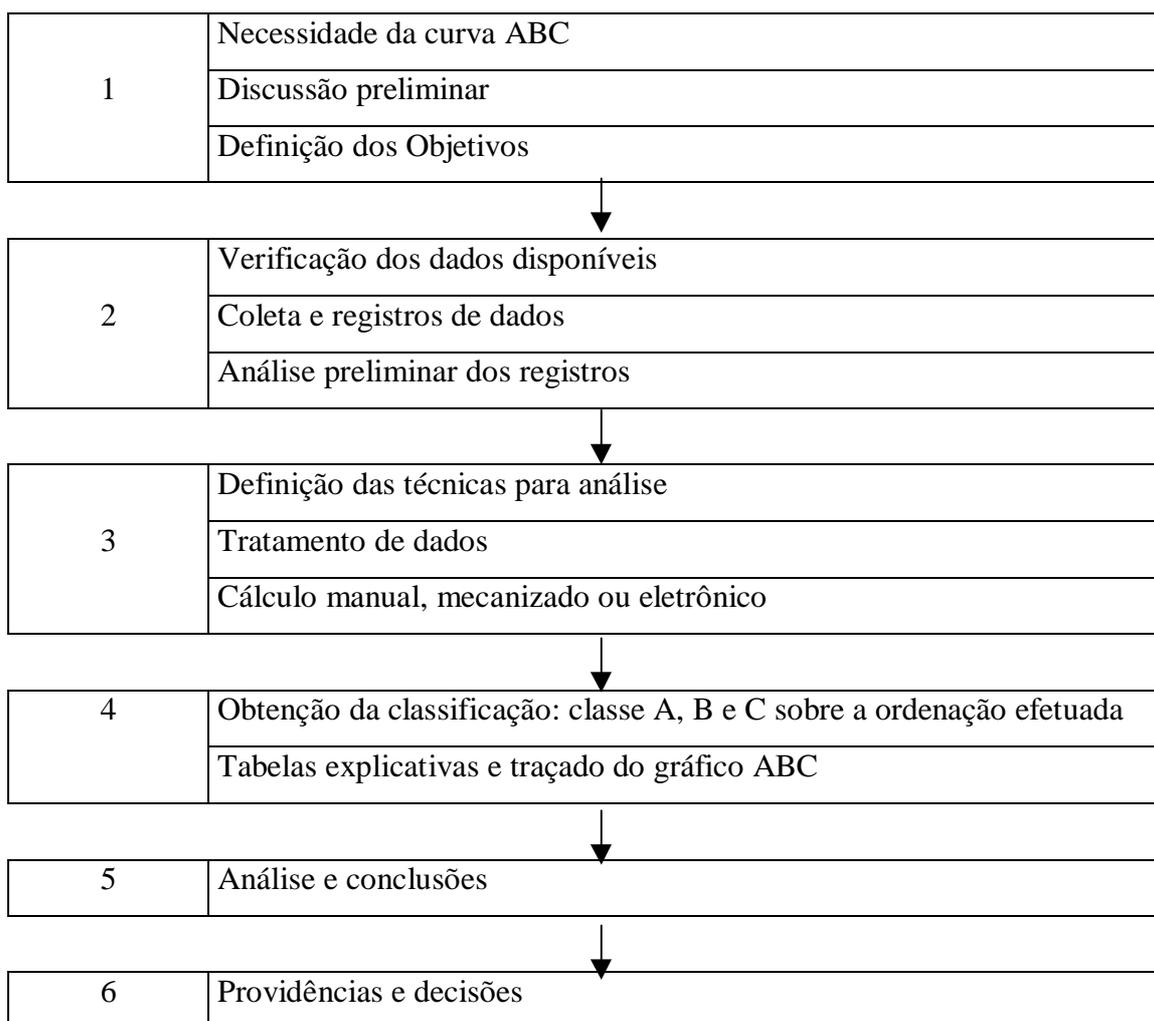


Figura 3.1 – Diagrama de Bloco para Confecção da Curva ABC.

Com base na análise ABC, esse trabalho propõe um levantamento de custos com garantia. O tópico seguinte apresenta um detalhamento dessa execução.

3.1 Coleta e Análise dos Custos de Qualidade (Falhas Externas)

Se a empresa possui mais de uma linha de produtos, como por exemplo componentes automotivos, eletrodomésticos, etc., deve-se escolher como projeto piloto um grupo mais restrito de produtos de uma divisão para realização do estudo.

Escolhida a linha de produtos, é necessário levantar as quantidades de produtos defeituosos fabricados por essa linha. Se a empresa possui uma rede de lojas que prestam assistência técnica para seus produtos, essa informação pode ser obtida através dos relatórios de garantia que as lojas emitem para o fabricante. No caso de países de dimensões geográficas relativamente pequenas, em comparação com o Brasil, como por exemplo a Alemanha, onde não é viável manter uma rede de assistência técnica, se o fabricante executa os reparos nos produtos que apresentam defeito no prazo de garantia na própria fábrica, essa informação pode ser obtida através de um controle de reparos obtidos na própria empresa. Tanto esse controle quanto o relatório de garantia, devem conter informações como o produto defeituoso, peças trocadas, custo de mão de obra, dentre outras.

Através da digitação dessas informações num banco de dados, é possível obter uma estatística de defeitos de cada produto analisado. Essa estatística deve conter informações tais como: quantidade de produtos defeituosos, quantidade de componentes defeituosos para cada produto, etc.

Sabendo-se quais os componentes que mais apresentaram defeitos em cada produto, é necessário levantar o custo de cada componente, bem como o custo de mão de obra para sua troca no produto, ou outros custos (como por exemplo frete, insumos,

etc). Então, deve-se multiplicar o número de componentes defeituosos de cada produto pelo seu respectivo custo, adicionar o custo da mão de obra para a execução do reparo no produto e também o frete de transporte do produto, caso o fabricante execute o reparo de seus produtos na própria fábrica, ou somente dos componentes substituídos e mão de obra, caso o fabricante possua uma rede de assistência técnica. Outros custos envolvidos também devem ser somados, como por exemplo custos financeiros de emissão de fatura.

A quantidade de cada produto vendido deve ser levantada também para se obter a porcentagem de defeitos de cada produto em relação a essa quantidade vendida, funcionando como base comparativa (item 2.4 do Capítulo 2). Entretanto, para o levantamento de custos, o que realmente interessa são os recursos financeiros dispendidos com as falhas/defeitos uma vez que esse é o objetivo, além de ser um índice gerencial mais eficaz.

Para dar uma idéia da importância da análise da quantidade de defeitos e respectivos custos, no caso estudado em especial (descrito no Capítulo 4 a seguir), um dos produtos que apresentava um índice de defeitos abaixo do esperado, confirmou ser aquele que gerava ao fabricante o maior custo de reparos em garantia. Existiam também outros produtos que apresentavam índice de defeitos acima do esperado e recebiam atenção especial por parte da equipe de qualidade. Entretanto, os custos gerados com os reparos em garantia para esses produtos não eram significativos (vide Figuras 4.1 e 4.2 no Capítulo 4).

Segue abaixo, na Figura 3.2, um fluxograma sugerido para indicar os passos para levantamento dos custos de falhas externas, especificamente com reparos em garantia.

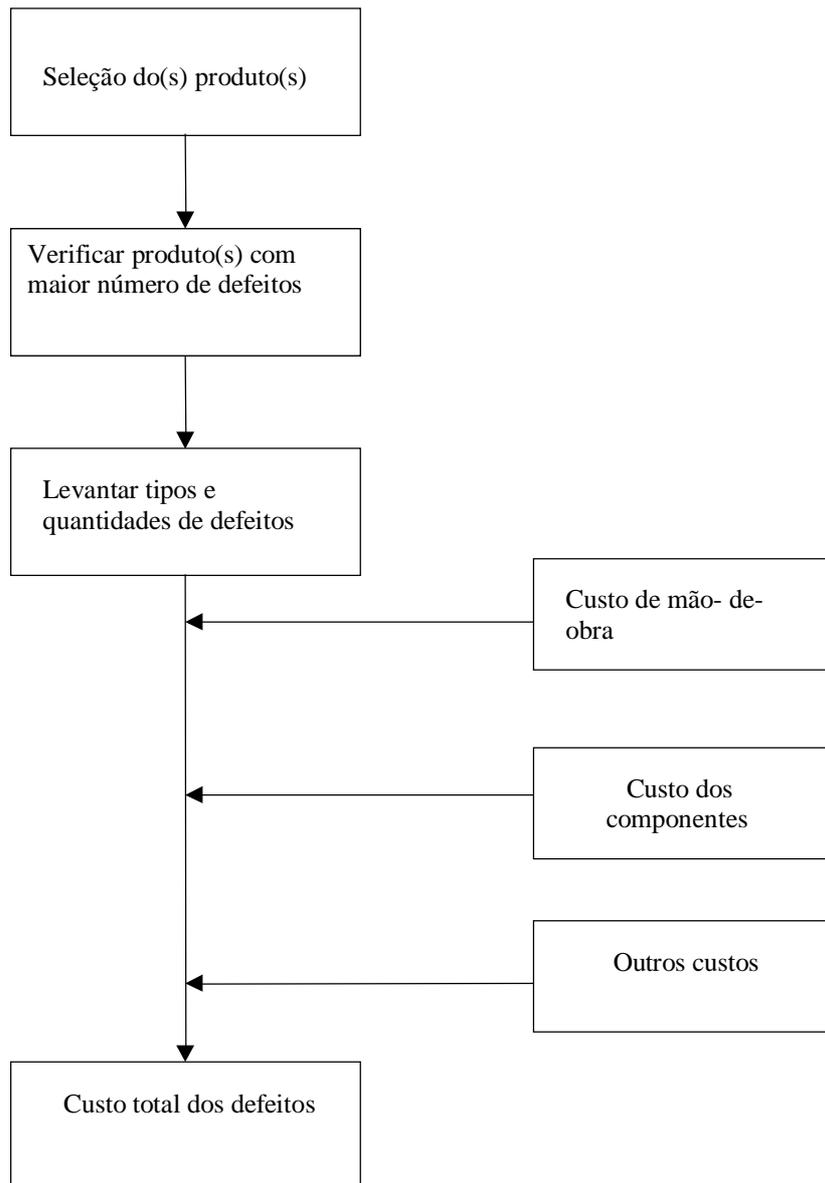


Figura 3.2 – Metodologia para Levantamento dos Custos de Falhas Externas – Reparos em Garantia (desenvolvida pelo autor).

Como pode ser observado, a Figura 3.2 é genérica, e não é necessariamente exclusiva para os custos de falhas externas. Entretanto, ela é importante para sintetizar o levantamento realizado. A seguir os estágios do fluxograma da Figura 3.2 são resumidamente descritos.

- Seleção do(s) produto(s): em casos onde a empresa possui mais de uma linha de produtos, deve haver primeiramente uma seleção de produtos por linha para que os

custos incorridos em uma determinada linha de produtos não influenciem o apontamento dos custos em outras linhas de produtos. Os custos devem então ser levantados individualmente, resultando em um ou mais produtos para serem usados como estudo piloto.

- Produto(s) com maior número de defeitos: essa informação pode ser obtida por exemplo através dos relatórios de garantia enviados pela rede de assistência técnica para o fabricante, ou até mesmo na própria fábrica, se a mesma não possuir uma rede de assistência técnica. O fabricante pode ainda desenvolver um sistema onde as informações contidas nos relatórios de garantia com o produto reparado, peças substituídas e valor de mão-de-obra possam ser digitados em um banco de dados, obtendo uma estatística de defeitos de maneira informatizada.

- Tipos e quantidades de defeitos: essas informações também são fornecidas pelos relatórios de garantia onde deve constar todas as peças trocadas em cada produto. O sistema de apontamento da quantidade de defeitos em produtos pode variar entre os fabricantes de diferentes setores industriais. Os fabricantes de automóveis, por exemplo, utilizam indicadores de número de defeitos para cada 100 veículos montados (Weidmann, 1997). No estudo de caso relatado nesse trabalho, o fabricante considera que produto defeituoso é aquele que apresenta pelo menos um defeito. Mesmo que o produto a ser reparado apresente mais de um defeito será considerado como um defeito (ou um defeituoso).

- Custo de mão-de-obra: O fabricante pode fornecer para sua rede de assistência técnica, uma tabela contendo o tempo necessário para o reparo de cada defeito em cada produto. Se o produto apresentar mais de um defeito, então deve ser realizada uma somatória dos tempos de execução para reparo de cada defeito. Essa informação

também deve estar contida nos relatórios de garantia. A equação 3.1 mostra o cálculo do custo de mão-de-obra (Cmo):

$$C_{mo} = C_h \times T_e \quad (3.1)$$

Onde:

C_h = Custo da hora trabalhada (\$/h).

T_e = Tempo de execução (h).

- Custo dos componentes: essa informação pode ser obtida no departamento de faturamento da empresa ou em departamentos específicos responsáveis pelo custeio de componentes e produtos acabados.
- Outros custos: se enquadram nessa categoria por exemplo o custo do frete para transporte do produto defeituoso ou peça substituída, o custo de fatura de peças, etc. Custos indiretos tais como energia elétrica utilizada pelos equipamentos, custos para a emissão de fatura, hora/homem para embalagem do produto ou componente substituído também são incluídos nesses tipos de custo.

A seguir, no Capítulo 4, descreve-se a aplicação da metodologia sugerida, através de um estudo de caso em uma empresa do setor metalúrgico.

Capítulo 4 - Estudo de Caso sobre Custos de Falhas Externas

Este capítulo refere-se a um estudo de caso realizado em uma empresa do ramo metalúrgico, onde foram levantados custos de falhas externas em alguns produtos, com destaque nos custos de um produto, aqui denominado de produto “A”.

4.1 Perfil da Empresa

Este estudo de caso foi realizado numa empresa metalúrgica multinacional da região de Campinas, com ramo de atuação na área de componentes automotivos e ferramentas elétricas. A empresa instalou-se no Brasil por volta de 1955 e emprega atualmente cerca de 4600 funcionários, com resultados nas vendas (das diversas divisões) de mais de US\$1,1 bilhão, e crescimento de vendas da ordem de -11,9% no ano base de 1998. A empresa é uma das 60 maiores empresas privadas classificadas por vendas, dentre as 500 maiores empresas brasileiras segundo a Revista Exame (1999), além de estar colocada dentre as 30 maiores empresas por vendas na categoria “indústrias”.

A empresa em estudo não levanta, sistemática e detalhadamente, seus custos da qualidade. Os defeitos principais, ou em maior quantidade, são estudados e solucionados por uma equipe especial de trabalho. O sistema de produção utilizado para os componentes dos produtos é por lotes num *lay out* funcional. Para a montagem dos produtos utiliza-se duas células de fabricação, baseado em TG (Tecnologia de Grupo) com seis produtos em cada célula.

A empresa fabrica, dentre outras, uma linha de produtos para pequenos trabalhos domésticos. Um destes produtos foi objeto deste estudo, onde o mesmo apresentou um defeito em um de seus componentes principais que, quando ocorre, impossibilita sua utilização, devido a função do componente defeituoso no conjunto.

Nesse estudo de caso foram levantadas informações tais como: quantidade de produtos vendidos, quantidade de defeitos ocorridos no período de três anos em vários produtos, e custos de reparos em garantia em função destes defeitos. A partir do levantamento destes custos, foi possível obter uma comparação entre valores gastos com os defeitos para cada produto, além de identificar que o produto "A" apresentou uma taxa de defeitos maior em relação aos outros, conforme é mostrado na Figura 4.1.

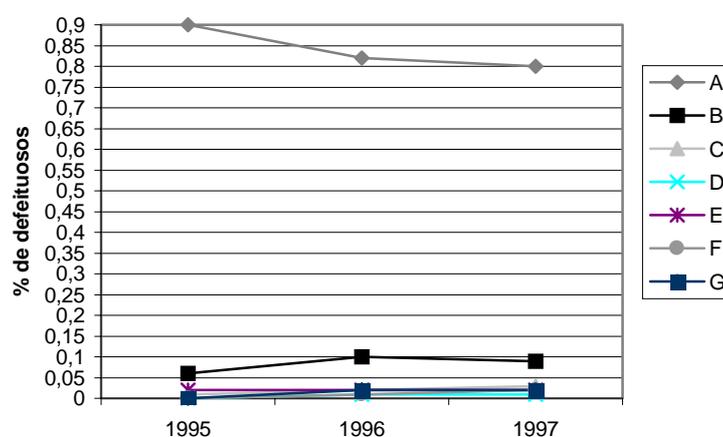


Figura 4.1- Porcentagem de Defeitos Sobre o Total de Produtos Vendidos.

A Figura 4.1 demonstra que a porcentagem anual de produtos defeituosos (em relação ao total de produtos vendidos) do produto "A" está bem acima dos demais produtos.

Os produtos B, C, e D, apresentam um número de defeitos mais baixos e relativamente constante devido ao fato de serem produtos lançados no mercado já há algum tempo, e por isso já sendo conhecidos e tendo solucionado grande parte de seus problemas.

O produto "A" foi lançado em março de 1993, o produto "B" lançado agosto de 1985, o produto "C" em agosto de 1992, o produto "D" em novembro de 1992 e o produto "F" lançado em julho de 1993, não apresentou registros de problemas. Os

produtos “E” e “G” são lançamentos mais recentes, não tendo, portanto, registros de ocorrência no ano de 1995, porém já em 1996 e 1997 registrou-se custos com garantia.

Seguindo a metodologia apresentada no Capítulo 3, em seguida, levantou-se quanto representava o percentual de defeitos em termos financeiros, ou seja, custos decorrentes das falhas nos anos de 1995 até 1997. A Figura 4.2 apresenta esses custos de garantia para os produtos apresentados no gráfico abaixo no mesmo período, isto é, entre 1995 e 1997.

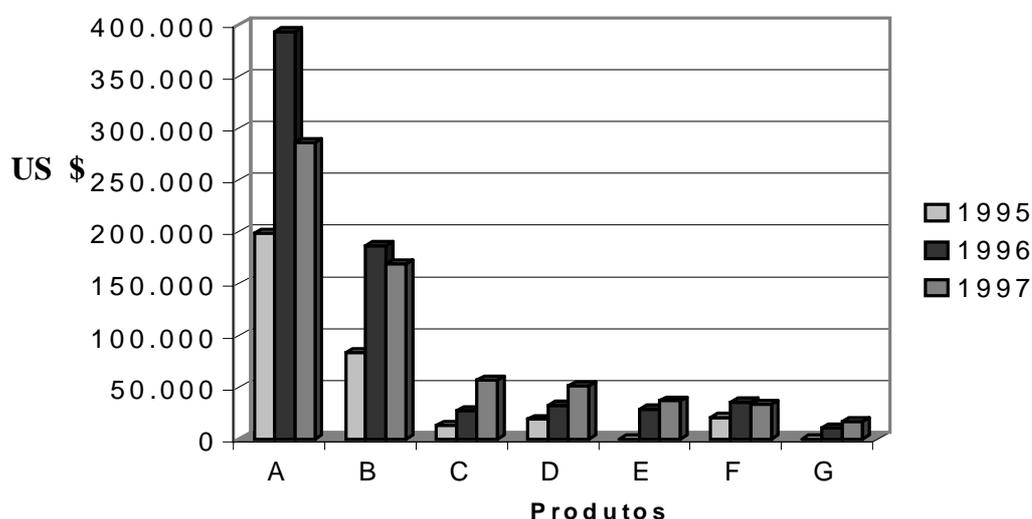


Figura 4.2 – Custo Total de Reparos em Garantia no Período de Três Anos.

O gráfico da Figura 4.2 acima mostra que os custos de garantia incorridos no produto “A” destacam-se dos outros produtos nos três anos de análise. Nota-se que, desde o início do estudo sobre o produto “A”, em 1995, constatou-se a ocorrência de um defeito no produto ocasionando troca de uma determinada peça numa frequência muito maior que a esperada.

O gráfico da Figura 4.3 indica quanto representa o custo deste defeito do produto “A” em relação ao custo total de garantia do mesmo produto.

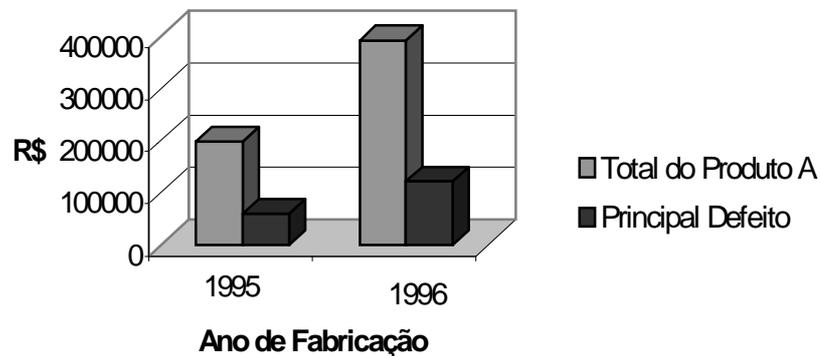


Figura 4.3- Gastos com garantia do principal defeito no produto “A”.

Assim, iniciaram-se os trabalhos para resolução de tal defeito, através de uma equipe de trabalho, formada por representantes de departamentos de engenharia, qualidade, assistência técnica e produção responsável pela análise de defeitos nos produtos. O aumento da ocorrência do defeito citado acima é ilustrado na Figura 4.3 pelo aumento dos custos de garantia do ano de 1995 para 1996. A princípio, poderia ser assumido que esse aumento tenha ocorrido devido ao aumento das vendas. Na realidade isso não aconteceu, conforme é mostrado na relação entre os custos do principal defeito e o custo total de garantia do produto A (vide Figura 4.3), representando 30% e 31% dos custos totais com garantia para os anos de 1995 e 1996, respectivamente. No ano de 1997, o problema foi totalmente sanado conforme descrito a seguir, mas persistiam ainda outros gastos com garantia no ano de 1997, decorrentes de outros problemas, e não desse defeito identificado, também descrito mais adiante.

Buscando solucionar os problemas advindos dos gastos com falhas externas foram feitas algumas experiências, relatadas a seguir.

4.2 Problema com o Induzido

O defeito estudado vinha ocorrendo no induzido de um motor elétrico. Esse induzido é o componente dinâmico de um motor elétrico, que é composto de um eixo de aço, um feixe de lâminas, fios de cobre do enrolamento elétrico, resina de isolamento injetada, e um coletor. O coletor é a peça responsável pela transmissão de energia elétrica da parte estática (estator) para a parte dinâmica (induzido) do motor através do contato das escovas de carvão com as lamelas do coletor prensado no induzido e devidamente ligado às bobinas de enrolamento, resultando assim, no giro do induzido de acordo com a imantação das bobinas do estator.

O processo de fabricação do induzido envolve a usinagem de um eixo, estampagem e prensagem das lamelas do pacote, injeção da resina isolante sobre o eixo, prensagem do coletor sobre a resina de isolamento, enrolamento dos fios de cobre, travamento dos fios em cada lamela do coletor, um banho de verniz sobre os fios de cobre, balanceamento e inspeção final.

Para se injetar a resina de isolamento são colocados no molde de uma injetora o eixo usinado e o feixe de lâminas e, depois de injetada, a resina toma a forma do perfil do molde. Posteriormente, o coletor é prensado nesta resina de isolamento dando seqüência à montagem do induzido.

O coletor, que é prensado na resina de isolamento injetada no eixo do induzido, é uma peça composta por lamelas de cobre isoladas eletricamente umas das outras. Cada lamela do coletor possui uma garra onde é enrolado um fio de cobre do enrolamento elétrico do induzido. O giro do coletor sobre a resina de isolamento resulta no rompimento de pelo menos um desses fios que, por conseqüência, interrompe eletricamente o induzido, deixando assim de proporcionar o movimento giratório ao motor elétrico. O problema ocorreu no perfil de injeção da resina onde se prensa o

coletor. A Figura 4.4 mostra um detalhe do coletor bem como o perfil da resina onde é prensado o coletor.

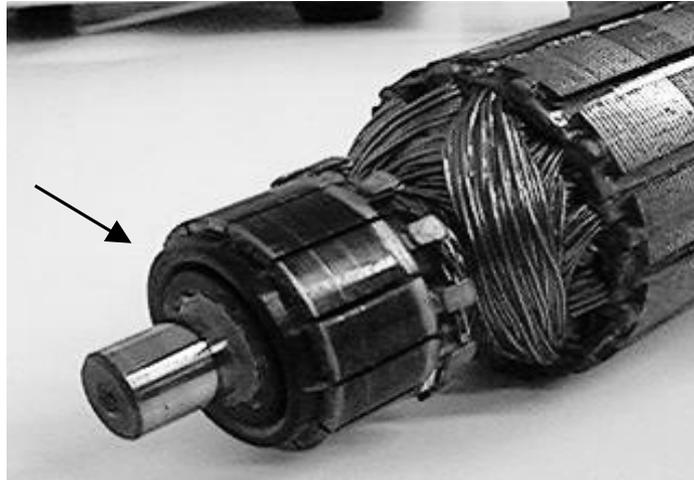


Figura 4.4 – Detalhe do Perfil do Coletor.

O primeiro perfil utilizado para o assento do coletor foi aquele inicialmente projetado pela engenharia (Figura 4.5), perfil este responsável pelo defeito apresentado. O problema foi decorrente das estrias de contato da resina de isolamento elétrico que não apresentavam uma área de atrito suficientemente grande para suportar a força de arraste exercida no coletor quando o motor elétrico está em pleno funcionamento, ou seja, quando está sendo exigido em sua potência máxima.

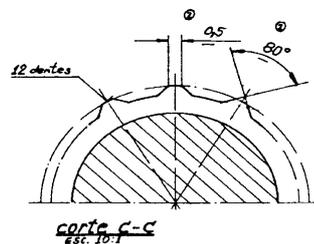


Figura 4.5- Primeiro tipo de perfil utilizado (projeto original).

A primeira experiência de alteração do perfil realizada na tentativa de solucionar o problema, foi a utilização de um perfil de assento para o coletor sem estrias, porém não se obteve êxito nesta fase. A Figura 4.6 mostra a alteração realizada. Observou-se a freqüente ocorrência de trincas no coletor no ato de sua prensagem na resina de isolamento. Se a área de contato entre coletor e resina de isolamento não for suficiente para resistir ao torque no ato do giro do motor, durante a partida, o mesmo se soltará da resina podendo ocasionar desde a interrupção de uma das bobinas de enrolamento até a centrifugação total dos fios de ligação do enrolamento com as lamelas do coletor.

Esta ocorrência se dava pelo fato de o coletor não ter espaço para dilatação. Neste caso, a área de atrito durante a prensagem do coletor na resina de isolamento do eixo era completa, ou seja, em toda a circunferência do diâmetro interno do coletor.

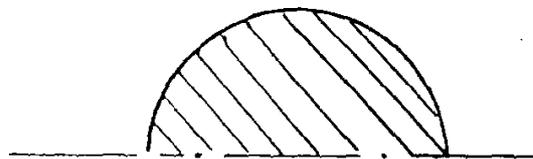


Figura 4.6- Segundo tipo de perfil utilizado.

Na segunda experiência realizada com um perfil diferente, foi aquela que se obteve êxito. O perfil utilizado nesta etapa da experiência foi exatamente o inverso do perfil original de projeto (indicado na Figura 4.5). No projeto original, o perfil de assento do coletor era estriado, possuindo assim picos e vales. Os picos são as partes do perfil que têm contato (atrito) com o diâmetro interno do coletor durante a prensagem, e o vale é a parte do perfil que permite a dilatação do coletor para dentro do perfil, possibilitando a prensagem do coletor sem a ocorrência de trincas. O que mudou do perfil de projeto para este novo perfil foi a inversão do que o que era pico passou a ser

vale e o que era vale passou a ser pico, com um aumento na largura de contato de cada dente do perfil de 0,5 para 1,6 mm, obtendo-se assim maior aderência do coletor na resina de isolamento, sem a ocorrência de trincas no momento da prensagem. Uma ilustração do terceiro perfil de assento do coletor utilizado é mostrado na Figura 4.7.

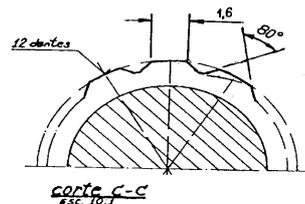


Figura 4.7 - Terceiro tipo de perfil utilizado.

Conforme descrito anteriormente, o perfil de assento do coletor (mostrado na Figura 4.4) é obtido através da injeção de uma resina, que tem a função de isolamento elétrico no eixo do induzido, através de moldes de injeção. A alteração foi feita nas camisas dos moldes de injeção de resina de isolamento, onde houve a modificação do perfil de assento do coletor conseguindo-se maior pressão de contato sem a ocorrência de trincas no coletor no ato da prensagem. A mudança do perfil dos moldes de injeção foi realizado na ferramentaria, através de um processo de eletroerosão por penetração. A ferramentaria tem por base de valor de trabalho a quantidade de minutos necessários para se realizar uma determinada operação. Para se efetuar esta operação foram necessários 7.594 minutos. O valor do minuto trabalhado para este tipo de operação é de R\$ 0,79. Então, com estas informações é possível chegar ao valor gasto com a alteração do molde de aproximadamente R\$ 6 mil.

A partir desta alteração, obteve-se uma redução nos custos com garantia a médio prazo, uma vez que a empresa só continuou recebendo produtos defeituosos fabricados

antes da solução do problema. Porém, a maior necessidade desta alteração partiu da melhoria da qualidade do produto fazendo com que os clientes deixassem de ficar insatisfeitos, uma vez que o defeito foi eliminado.

4.3 Problema com a Carcaça do Produto

Outro valor de destaque pago em garantia, está relacionado com a fusão parcial da carcaça do mesmo produto estudado no caso anterior. Este produto é vendido em lojas especializadas, e também em lojas de departamentos (por exemplo Mesbla, Mappin, Casas Bahia, etc.), local onde o consumidor raramente recebe algum tipo de orientação técnica. Como este produto é destinado a um segmento de uso doméstico, se for adquirido por um usuário para uso profissional, possivelmente o produto sofrerá uma sobrecarga de trabalho.

Ocorrendo esta sobrecarga de trabalho o produto não suportará e ocorrerão falhas. Uma das falhas decorrentes é a fusão parcial da carcaça do produto devido a um superaquecimento nas peças atritantes, como por exemplo engrenagem, arraste de impacto, dentre outras.

Para solucionar este tipo de ocorrência, existe a possibilidade de se instalar no produto um sensor que interrompe a passagem de energia elétrica em decorrência do aumento da corrente elétrica absorvida pelo produto quando submetido a uma sobrecarga de trabalho.

Este sensor é um componente eletrônico utilizado na proteção de motores elétricos, denominado termistor tipo PTC (*Positive Temperature Coefficient*). Este dispositivo deve ser conectado em série com o motor, e durante uma eventual sobrecarga de trabalho sua resistência ôhmica interna eleva-se rapidamente, forçando a corrente do circuito a decrescer.

Uma vez retirada a causa da sobrecorrente, a resistência ôhmica interna abaixa novamente com a queda da temperatura no encapsulamento, liberando o motor elétrico para que opere normalmente.

Com este procedimento não haverá sobrecarga de trabalho no produto, que por consequência não terá sua carcaça fundida. O valor anual de gastos com garantia da ocorrência desse tipo de defeito para a empresa fabricante é de R\$ 51.766,32 (dados de 1999).

É importante destacar que, apesar do problema apresentado não ser de responsabilidade do fabricante, uma vez que trata-se de uso inadequado do produto pelo usuário, o fabricante assume tais custos no prazo de garantia entendendo que a falha não é, por completo, do usuário. O cliente, ao retirar o produto consertado, recebe então orientação técnica para adquirir um produto adequado às suas condições de uso, uma vez que a empresa possui duas outras linhas de produtos para trabalho em condições mais severas. O cliente, por sua vez, deveria ser orientado tecnicamente na ocasião da compra do produto, o que ocorre com pouca frequência.

Caso a adição do dispositivo PTC fosse implementada, o gasto apontado acima seria eliminado por completo, não existindo mais estas despesas com garantia. Porém, cada produto fabricado teria o valor de R\$ 1,00 (valor do sensor), acrescido do seu custo total de componentes para montagem.

O produto não sofreria nenhum acréscimo no tempo de fabricação (pré montagem) de componentes, pois esse dispositivo viria acoplado ao interruptor de acionamento, componente já existente no mercado atualmente. Na realidade, seria uma simples substituição do interruptor de acionamento, onde o produto teria um aumento em seu custo total na ordem de 5,2%.

Mediante uma pesquisa de mercado realizada para o apontamento do valor médio de venda do produto aqui em estudo, e outro produto similar fabricado por principal concorrente, observou-se que sem a implementação do dispositivo PTC no produto, o produto do concorrente seria 14% mais barato, e com a implementação do dispositivo essa diferença passaria a ser de 16%. Apesar da diferença (maior preço), nesse caso poderia ser feita alguma campanha de marketing, enfatizando que o produto oferece esse recurso, demonstrando uma diferenciação com o concorrente.

Por se tratar de um produto destinado, na maioria das aplicações, para usuários com pouco ou nenhum conhecimento sobre o processo de utilização do mesmo, teria sido esperado que, com a adição desse dispositivo, o usuário tenha uma satisfação maior, pois deixaria de danificar o produto inconscientemente, ocasionando um tempo para reparo. Apesar de um manual de instruções acompanhar o produto, poucos clientes se dispõem a ler as informações que são imprescindíveis na utilização do produto.

Com esse procedimento, o fabricante poderia ter sua imagem melhorada perante seus clientes, pelo fato da adição desse dispositivo tratar-se de um cuidado do fabricante para com seus clientes.

Como fabrica-se, atualmente, uma média anual de 800.000 unidades desse produto, o fabricante teria um aumento anual nos custos da ordem de R\$ 800.000,00 (acréscimo de R\$ 1,00 por produto). Dessa forma, a redução nos custos de garantia com a implementação do dispositivo PTC não seria, a princípio, economicamente viável.

4.4. Discussão dos Resultados

Para Santos e Teixeira (1993), uma parcela considerável de empresários brasileiros acredita que a implantação de projeto de melhoria de qualidade e produtividade é incompatível com a recessão, raciocinando que elas exigem investimentos vultosos. Porém, a verdade, conforme Juran observou em mais de 60 anos de experiência, é que melhoria de qualidade implica intervenção em processos de trabalho que geram desperdícios crônicos e custos altos com devoluções e reclamações, serviços de pós-venda e assistência técnica, retrabalho, refugos, etc. Os especialistas da qualidade entenderam que a melhor linguagem para se comunicar com a alta administração é a financeira. A partir daí, passou-se a estudar os conceitos dos custos relativos à má qualidade, ou melhor, os custos para se encontrar e corrigir um trabalho defeituoso, com o objetivo de prover a alta administração de um mecanismo que permitia a análise e o gerenciamento dos problemas advindos da má qualidade e, principalmente, identificar oportunidade para a redução de tais custos. Ao aparecerem os primeiros resultados, algumas surpresas foram verificadas: em alguns casos, os custos da qualidade variavam entre 20% e 40% da receita; os custos da qualidade não eram privilégio somente da produção, e sim de todos os departamentos; tais custos eram incorporados aos padrões normais de trabalho, e dessa forma não eram apurados. Ações concretas para evitar tais custos não eram tomadas, por não haver uma abordagem estruturada de como detectá-los e eliminá-los. Surgiram, então, várias interpretações sobre o assunto, chegando-se à conclusão de que um sistema da qualidade deve ter como objetivo: identificar os potenciais de melhoria e orientar os projetos de melhorias da qualidade, dimensionar, para a alta administração, o tamanho dos problemas relativos à má qualidade; diminuir a possibilidade de insatisfação do cliente, à medida que os problemas vão sendo atacados e solucionados antes que o produto ou serviço chegue às

suas mãos; aprimorar os controles orçamentários e de custos; e incentivar todos os níveis da empresa ao aperfeiçoamento e à redução dos custos.

Ainda conforme Santos Custos da Qualidade In: Revista Controle da Qualidade (1993), através da qualidade os custos podem ser reduzidos e melhorado de forma contínua, pois estudos em vários países, em empresas de diversos ramos de atividade demonstram que em algumas empresas 20% a 30% dos custos de fabricação são causados pelos desperdícios em falhas internas e externas ao produto. No Brasil 3% do valor bruto de vendas é gasto em garantia e consertos no campo (na média de 220 empresas no Brasil), enquanto que a média do padrão de classes mundial (*World-Class Manufacturing Standards*) é menor que 0,1%.

Os gastos com garantia estão relacionados à qualidade, e qualidade também é uma das prioridades competitivas existentes numa estratégia de produção, além de desempenho das entregas, custos e flexibilidade. Porém, dentre essas prioridades competitivas, observa-se a possível existência de incompatibilidades como por exemplo redução dos custos e melhoria da qualidade (Alves et al., 1995). A literatura mais recente (Johnson, 1993) apresenta alguma discordância quanto à existência ou não (ou ainda quanto à importância) de possíveis incompatibilidade (*trade-offs*) entre essas prioridades.

Conforme a Revista Controle da Qualidade (1993), nos trabalhos mais antigos, a existência dessas incompatibilidades era admitida, e até apontada como razão para a formação da estratégia de produção, já que esta formulação implicava a escolha de quais dimensões deveriam ser priorizadas, ainda que em detrimento de outras. Para Silveira (1998), os exemplos mais frequentes indicavam incompatibilidades entre redução de custos e melhoria da qualidade. É possível que nesses primeiros trabalhos esteja implícita uma concepção estática dessas incompatibilidades. Ou seja, num determinado

instante, há limites tecnológicos e requerem escolhas entre níveis incompatíveis de duas ou mais dimensões competitivas.

A principal crítica à existência de incompatibilidade entre as dimensões competitivas é formulada por Ferdows & DeMeyer (1990). Esses autores rejeitam o modelo tradicional de incompatibilidades entre as Prioridades Competitivas e sugerem um modelo alternativo. Utilizando dados de uma pesquisa empírica realizada em empresas européias, japonesas e norte-americanas durante 1988, observaram que várias empresas estavam obtendo bons índices de desempenho em algumas das (ou até mesmo em todas) Prioridades Competitivas da Produção simultaneamente. Observaram, por exemplo que os programas de melhorias da Qualidade estavam levando a uma redução de custos, que o aumento na confiabilidade das entregas estava levando a um aumento da Flexibilidade produtivas; que algumas linhas de montagem automobilística, utilizando *mix* diferentes de carros sem perda da eficiência. Para esses autores (Ferdows e DeMeyer, 1990), o que estava acontecendo era um processo acumulativo de competências na empresas estudadas, analogamente à formação de um cone de (*sandcone model*), em que as areias representariam os diversos programas de ação implementados. Referindo-se ao paradigma de produção japonês, DeMeyer (1989) afirma que as empresas japonesas focalizam as prioridades seqüencialmente, ao longo do tempo, e não como pontos alternativos de ênfase. A seqüência proposta é Qualidade, Desempenho das Entregas, Custos e Flexibilidade.

Através do estudo de caso realizado, verificou-se a possibilidade de reduzir os custos através da melhoria da qualidade, mediante uma alteração no processo de fabricação de um componente de um produto, mostrando nesse caso, uma compatibilidade entre custo e qualidade.

Porém observa-se numa outra proposta (item 4.3 do trabalho) a existência de uma incompatibilidade entre custo e qualidade, onde o investimento em tecnologia para o produto seria muito maior que a economia gerada com a utilização dessa tecnologia, apesar da possibilidade do produto apresentar um diferencial em relação a seus concorrentes.

Através dos exemplos citados, observa-se então a existência de compatibilidade e também de incompatibilidade entre custo e qualidade.

Capítulo 5 - Conclusões

Além de um referencial teórico, esse trabalho apresentou uma metodologia para levantamento e análise de custos de falhas externas (garantia). Posteriormente, uma metodologia foi aplicada em um estudo de caso, onde foram levantados os custos com garantia de alguns produtos fabricados por uma empresa do ramo metalúrgico da região de Campinas.

Com base no estudo realizado, algumas conclusões podem ser extraídas, a saber:

- Através da metodologia proposta é possível levantar os custos de falhas externas em bens de consumo duráveis que apresentaram defeito no período de garantia, ou fora desse período, desde que o defeito apresentado seja de conhecimento do fabricante.
- No estudo de caso apresentado, mediante a constatação de um defeito em um determinado produto estudado, foram realizadas algumas experiências por uma equipe, no sentido de solucionar o principal defeito apresentado. Depois de efetivada uma mudança no processo de fabricação do componente de maior índice de defeito do produto, o mesmo deixou de existir e o fabricante obteve uma redução significativa nos custos de falhas externas desse produto. Acredita-se que a solução encontrada gerou, como consequência, menor insatisfação por parte dos usuários desta linha de produtos, apesar de não ter sido medida.
- Outro problema no mesmo produto foi observado, o qual gerava um gasto com garantia bastante significativo. A proposta para a solução do problema torna-se inviável, pois apesar de se eliminar os gastos com garantia desse tipo de problema, os custos de fabricação do produto seriam aumentados devido ao custo do

dispositivo a ser adicionado no produto, e também devido a quantidade desse produto fabricado anualmente é bastante alta.

- Ainda através do estudo de caso realizado, verificou-se a possibilidade de reduzir os custos com garantia, com baixo investimento e melhoria da qualidade, mediante uma alteração do processo de fabricação de um componente do produto mostrando, nesse caso, compatibilidade entre custo e qualidade. Porém, observou-se que no segundo caso estudado (para o mesmo produto), existiu uma incompatibilidade entre custo e qualidade, pois o investimento necessário seria maior que a economia advinda, apesar de, potencialmente, o produto apresentar um diferencial em relação ao concorrente. Mesmo com a incompatibilidade, a análise dos custos com garantia permite no mínimo, fornecer dados importantes para o processo de decisão. Dessa forma, através do desenvolvimento, observou-se a existência de compatibilidade e incompatibilidade entre custos e qualidade.

Apesar dos custos da qualidade terem sido desenvolvidos há algum tempo, são úteis e imprescindíveis como ferramenta gerencial. É claro que não basta somente implantar um sistema de custos da qualidade, o importante é que a alta administração da empresa esteja consciente do benefício desse sistema e possua também pessoal empenhado em analisar profundamente os dados obtidos e tomar as ações corretivas necessárias. É necessário portanto haver o envolvimento da empresa como um todo, voltada para a visão da qualidade.

A introdução de um sistema de custos da qualidade representa uma grande oportunidade para o aumento de lucratividade em função de, em casos mais simples, redução do nível de peças rejeitadas. Esses e outros resultados positivos podem auxiliar as empresas a permanecer dentro de um mercado bastante competitivo.

Os custos de qualidade devem ser sempre coletados, analisados e acompanhados pois a diferenciação entre as empresas, na competição atual, encontra-se em pequenos detalhes.

5.1 Sugestões para Trabalhos Futuros

Mediante o trabalho apresentado, seguem as seguintes sugestões para trabalhos futuros:

- Estudar com mais profundidade a compatibilidade e incompatibilidade entre custos e qualidade e indicar a maior predominância.
- Verificar o impacto dos custos de prevenção e avaliação sobre os custos de falhas externas, medindo a relação entre investimentos em prevenção, e uma possível redução dos custos de falhas internas e externas.

Referências Bibliográficas

Alves, A.G., Pires, S.R.I. e Vanalle, R.M. Sobre as Prioridades Competitivas da Produção: Compatibilidades e Sequências de Implementação. *Revista Gestão e Produção*, v. 2, n. 2, p. 173-180, 1995.

As 500 Maiores Empresas do Brasil. *Revista Exame*, São Paulo: Editora Abril, julho, 1999.

Bottorff, D.L COQ Systems: The Right Stuff. *Quality Progress*, v. 30, n. 60, p. 33-35, março, 1997.

Bowles, J. e Hammond, J. *Beyond Quality - New Standards of Total Performance that can Change the Future of Corporate America*. New York: Berkey Books, 1991.

Conti, T. *Building Total Quality A Guide for Management*. London: Chapman & Hall, 1993.

Corbeh, C.J. e Wassen Hove, LNV. Trade Offs? What Trade Offs? Competence and competitiveness in Manufacturing Strategy. *California Management Review*, p 107-122, abril, 1991.

Dale, B. G. e Plunkett, J. J. *Quality Costing*. Second Edition, London: Chapman & Hall, 1995.

De Meyer, A. – Flexibility; The Next Competitive Battle – The Manufacturing Futures Survey. *Strategic Management Journal*, v. 20, p. 8-16, n. 4, 1989.

Feigenbaum, A.V. *Controle da Qualidade Total: Gestão e Sistemas. Vol. I. Gestão e Sistemas*. São Paulo: Makron Books, 1994.

Ferdows, K. e De Meyer A. Lasting Improvements in Manufacturing Performance. In Search of a new Theory. *Journal of Operations Management*, v. 9, n. 2, p. 17-21, 1990.

Fontenelle, J.C. Confiabilidade e seus Custos. *Revista Controle da Qualidade*, v. 36, n. 53, p 44-47, outubro, 1996.

Ford Chama os Proprietários de Escort para Trocar Freios. *Jornal Correio Popular*, Caderno de Economia, p. 4, Campinas, 27 de maio de 1998.

Johnson, D. R. e Kleiner B. H. – Does Higher Quality Mean Higher Cost? *International Journal of Quality & Reability Management*, v. 10, n. 2, p.24-36, 1993.

Johnson, M.A The Development of Measures of the Cost of Quality for na Engineering Unit. *International Journal of Quality & Reability Management*, v. 12, n. 2, p. 86-100, 1995.

Juran, J.M. *Quality Control Handbook*. New York: McGraw-Hill, 1st edition, 1951.

Juran, J.M. e Gryna, P. *Controle da Qualidade- Conceitos, Políticas e Filosofia da Qualidade*. Makron-McGraw-Hill: São Paulo, 1991.

Las Casas, A.L. *Qualidade Total em Serviços*. São Paulo: Editora Atlas, 1994.

Lownsend, P.L. e Gebhardt, J.E. *Compromisso com a Qualidade*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1998.

MacGregor, A. G. The Cost of Quality as seen by an International Company. *Proceedings of the Conference on Quality - Foundation of an Industrial Economy*, p. 89-103, Birmingham, 1991.

Martins, E. *Contabilidade de Custos*. 3 Edição, São Paulo: Editora Atlas, 1987.

Mattos, J. C. e Toledo J. C. Custos da Qualidade como Ferramenta de Gestão da Qualidade: Diagnóstico nas Empresas com Certificação ISO 9000. *CD ROM do XVII ENEGEP*, Gramado, RS, 1997.

Miguel, P.A.C. *Qualidade: Princípios e Técnicas*. Texto submetido para publicação como livro à editora UNIMEP, fevereiro de 1999.

Miguel, P.A.C. e Calarge, F.A. Custos da Qualidade: Adequação ao Uso? *Anais do VI Seminário de Gestão pela Qualidade*, Vitória, ES, p. 67-86, 1997.

Miguel, P.A.C. e Calarge, F.A. Custos da Qualidade: Adequação ao Uso? *Revista Metalurgia e Materiais*, v. 54, n. 574, p. 131-135, 1998.

Miguel, P.A.C., Vasconcelos, J.P.C. e Lima, L.G. Quanto Custa a Qualidade? *Revista Sandvik*, n. 3, p. 47-51, 1997.

Morse, W.J. e Roth, H.P. Why Quality Costs are Important. *Management Accounting*, v. 6, n. 3, p. 42-43, 1987.

QS 9000 – Sistemas de Requisitos da Qualidade, ANFAVEA, São Paulo, 1998.

NBR ISO 9000-1. *Normas de Gestão da Qualidade e Garantia da Qualidade. Parte 1: Diretrizes para Seleção e Uso*. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994.

NBR ISO 9001. *Sistemas da Qualidade – Modelo para Garantia da Qualidade em Projeto, Desenvolvimento, Produção, Instalação e Serviços Associados*. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994.

NBR ISO 9002. *Sistemas da Qualidade – Modelo para Garantia da Qualidade em Projeto, Desenvolvimento, Produção, Instalação e Serviços Associados*. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994.

NBR ISO 9003. *Sistemas da Qualidade – Modelo para Garantia da Qualidade em Inspeção e Ensaio Finais*. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994.

Robison, J. Integrate Quality Cost, Concepts Into Team's Problem – Solving Efforts, *Quality Progress*, v. 30, n. 6, p. 25-34, 1997.

Robles Júnior, A. *Custo da Qualidade: Uma Estratégia para a Competição*. São Paulo: Editora Global, 1994.

Santos, S.L. e Teixeira, H. - Custos da Qualidade. *Revista Controle da Qualidade*, v. 34 n. 3, p. 12-16, março/abril, 1993.

Schneiderman, A. M. - Optimal Quality Cost and Zero Defects: Are They Contradictory Concepts? *Quality Progress*, v. 20, n.2, p. 28-31, 1986.

Shank, J. K. e Govindaragan, V. *Gestão Estratégica de Custos: A Nova Ferramenta para Vantagem Competitiva*. São Paulo, Editora Campus, 1995.

Silva, V.J. e Pires, S.R.I. Análise ABC em Uma Indústria Têxtil Química. *Anais do II Encontro de Mestrado em Engenharia - EME 98*, UNIMEP Campus Santa Bárbara D'Oeste, setembro, 1998.

Silveira, G.J.C. Das Prioridades Estratégicas ao Gerenciamento de Trade-Offs: Três Décadas de Estratégia de Produção. *Revista de Administração*, v. 33, n. 3 p. 40–46, Julho/Setembro, 1998.

Slack, N., Chambers, S., Harland, C., Harison, A. e Johnston, R. *Administração da Produção*. São Paulo, Editora Atlas S. A., 1997.

Weidmann, A. *Quality Management*. Programa de Mestrado em Engenharia de Produção, UNIMEP (Apostila da Disciplina *Quality Management*), fevereiro, 1997.