

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

JOSE ALVES DA SILVA NETO

**ESTUDO DE CASO DE APLICAÇÃO DE UM
MODELO DE CUSTOS DA QUALIDADE EM
UMA EMPRESA DE PEQUENO PORTE**

**Taubaté – SP
2016**

JOSE ALVES DA SILVA NETO

**ESTUDO DE CASO DE APLICAÇÃO DE UM
MODELO DE CUSTOS DA QUALIDADE EM
UMA EMPRESA DE PEQUENO PORTE**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre pelo curso de Mestrado Profissional de Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté
Área de concentração: Produção
Orientador: Prof. Giorgio Eugenio Ocare Giacaglia, Ph.D., Dr. Eng., P.E

**TAUBATÉ – SP
2016**

**Ficha Catalográfica elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado
de Bibliotecas – UNITAU - Biblioteca das Engenharias**

S586e Silva Neto, José Alves da
Estudo de caso de aplicação de um modelo de custos da
qualidade em uma empresa de pequeno porte. / José Alves
da Silva Neto - 2016.

90f. : il; 30 cm.

Dissertação(Mestrado Profissional em Engenharia
Mecânica na área de Produção) – Universidade de Taubaté.
Departamento de Engenharia Mecânica, 2016
Orientador: Prof. Dr. Giorgio Eugenio Ocare Giacaglia,
Departamento de Engenharia Mecânica.

1. Custos da qualidade. 2. Custo ótimo da qualidade. 3.
Usinagem. 4. Empresa de pequeno porte. I. Título.

JOSE ALVES DA SILVA NETO

**ESTUDO DE CASO DE APLICAÇÃO DE UM MODELO DE CUSTOS DA
QUALIDADE EM UMA EMPRESA DE PEQUENO PORTE**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre pelo curso de Mestrado Profissional de Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté
Área de concentração: Produção
Orientador: Prof. Giorgio Eugenio Oscare Giacaglia, Ph.D., Dr. Eng., P.E

Data: _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Giorgio Eugenio Oscare Giacaglia

Universidade de Taubaté

Assinatura: _____

Profª. Dra. Miroslava Hamzagic Zaratín

Universidade de Taubaté

Assinatura: _____

Prof. Dr. Valério Antonio Pamplona Salomon

Universidade Estadual Paulista

Assinatura: _____

Esta dissertação é dedicada a todas as pessoas que, de alguma forma, no dia a dia, superam adversidades e suas próprias limitações, dando exemplos inspiradores de comportamento em prol do próximo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, pela minha existência, por ser quem eu sou e por tudo que superei na vida, pois sem a ajuda e apoio Dele, jamais teria alcançado esta vitória.

Agradeço à minha esposa, Fabrisia, pelo apoio e compreensão durante meu tempo ausente devido à pesquisa, estudos e trabalhos.

Agradeço à minha mãe, Marcia, por ter me criado e ensinado a batalhar de maneira honesta.

Agradeço também aos mais que amigos, Vanderlei e Eduardo, que sempre me incentivaram e apoiaram, incondicionalmente.

Agradeço especialmente ao Professor Giorgio Eugenio Oscare Giacaglia, pela orientação, disposição, tornando-se um grande mentor.

Agradeço aos professores da banca examinadora, pelas valiosas contribuições, que aprimoraram muito o resultado final.

A persistência é o caminho do êxito.

Charles Chaplin

RESUMO

Os custos da qualidade são os custos de conformidade e da não-conformidade, desde o início da realização de um processo ou atividade, para fornecer um produto e serviço, com a qualidade desejada. A utilização dos custos da qualidade não é um conceito largamente utilizado e as empresas, raramente, têm uma ideia realista do quanto de suas receitas estão sendo perdidas, por conta da baixa qualidade. Embora as grandes empresas conheçam a necessidade de avaliar os custos da qualidade, em muitas delas, que anunciam ter o costume de medir os custos da qualidade, os resultados são muito subestimados. As empresas de pequeno porte, na maioria das vezes, sequer têm qualquer orçamento previsto para a gestão da qualidade e não tendem a controlar seus custos da qualidade. Como não existe nenhum padrão definido para realização do levantamento dos custos da qualidade, o melhor parâmetro a ser aplicado é definido pelos gestores da qualidade da empresa. O objetivo desta dissertação é comprovar como a introdução de um modelo de medição dos custos da qualidade, em uma pequena empresa, no ramo de usinagem e ferramentaria industrial, se pode melhorar seus processos e custos. Os métodos utilizados foram pesquisa bibliográfica, documental, o estudo de caso único com abordagem qualitativa. Os resultados obtidos mostraram que os custos da qualidade foram reduzidos em 76%, no primeiro ano. Conclui-se que o modelo proposto possibilita a visualização das maiores perdas no processo favorecendo o alcance de um custo ótimo da qualidade. Concluiu-se também que o modelo proposto é perene, levando à estabilidade após vários meses de implantação, mostrando o alcance da maturidade do sistema.

Palavras-chave: Custos da qualidade, Custo ótimo da qualidade, Usinagem, Empresa de pequeno porte.

ABSTRACT

CASE STUDY OF THE APPLICATION OF A QUALITY COST MODEL IN A SMALL BUSINESS

Quality Costs are given by conformity and non- conformity costs, beginning with the initial process or activity work, in order to provide a product or service, with a desired quality. Quality Costs utilization is not a widely used concept and companies, rarely, have a realistic idea of the income value lost due to poor quality. Although large companies usually state the necessity of evaluating costs of quality, in several cases, stating their activity of quality costs evaluation, results are largely under – estimated. Small size companies, in most cases, don't even have a quality management budget provision neither control their costs of quality. Since there is no definite standard for the evaluation of quality costs, the best parameter to be applied is defined by the company quality managers. The objective of this dissertation is to show how the implementation of a quality costs evaluation model, in a small size company, operating in the field of industrial machining and tooling, can improve its processes and costs. The methods used were bibliographical research and documentary, applied to a single case study with qualitative approach. The results showed that the quality costs were reduced by 76% in the first year. It is concluded that the proposed model allows the visualization of the biggest losses in the process favoring the achievement of an optimal cost of quality. It was also concluded that the proposed model is perennial, leading to stability after several months of implantation, showing the scope of system maturity.

Key words: *Quality-costs; Optimal quality cost; Machining; Small size company*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Modelo de custo ótimo da qualidade	21
Figura 2 - Modelo de custo ótimo da qualidade sendo igual a zero defeitos	21
Figura 3- Etapas metodológicas	51
Figura 4 - Organograma da empresa estudada	52
Figura 5- Interação dos processos da empresa estudada	53
Figura 6- Áreas do custo da qualidade	56
Figura 7- Indicador de avaliação dos custos da qualidade	69
Figura 8- Indicador de avaliação dos custos da qualidade por categoria	70
Figura 9- Indicador de avaliação dos custos da qualidade planejamento da qualidade	70
Figura 10- Indicador de avaliação dos custos da qualidade em garantia da qualidade	71
Figura 11- Indicador de avaliação dos custos da qualidade referente a treinamentos	72
Figura 12- Indicador de avaliação dos custos da qualidade referente à inspeção	72
Figura 13- Indicador de avaliação dos custos da qualidade com calibração de instrumentos..	73
Figura 14- Indicador de avaliação dos custos da qualidade referente a desperdício	74
Figura 15- Indicador de avaliação dos custos da qualidade referente à rejeição.....	75
Figura 16- Indicador de avaliação dos custos da qualidade referente ao retrabalho	75
Figura 17- Indicador de avaliação dos custos da qualidade ref. exceder as necessidades.....	76
Figura 18- Indicador de avaliação dos custos da qualidade ref. Perda por embalagem	77
Figura 19- Indicador de avaliação dos custos da qualidade processo subcontratado	78
Figura 20- Indicador de Avaliação dos custos da qualidade referente à compra de materiais .	79
Figura 21- Custos da qualidade no primeiro mês	79
Figura 22- Custos da qualidade no último mês comparado ao primeiro mês.....	80
Figura 23- Diagrama do custo ótimo	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificações das definições de custos de prevenção da empresa	27
Quadro 2 - Classificações das definições de custos de avaliação da empresa	28
Quadro 3 - Classificações das definições de custos de falha interna da empresa	29
Quadro 4 - Classificações das definições de custos de falha externa da empresa	31
Quadro 5- Formação completa das classes de custos	33
Quadro 6- Classificação dos componentes para medição do custo da qualidade	35
Quadro 7- Resumo de todos os casos pesquisados	45
Quadro 8 - Métodos empregados na presente dissertação	49
Quadro 9- Fórmulas e metas para implantação do custos da qualidade	58

LISTA DE SIGLA

ABC - *Activity-Based Costing* (Custeio Baseado em Atividade)

CQ - Controle de Qualidade

MQ - Manual da Qualidade

PAF - Prevenção, avaliação e falha

SGQ - Sistema de gestão da qualidade

LISTA DE VARIÁVEIS

- AE - Apontamento teórico estimado no ato da cotação no mês
- AR - Apontamento real no mês
- C - Calibração e manutenção de instrumentos e meio de controle
- CEN - Custo de exceder as necessidades
- CG - Valor dos custos gerais de todos materiais adquiridos
- CM - Índice de perdas oriundas de compras de materiais
- CMA - Custo de matéria-prima adquirida no mês
- CMP - Custo de matéria-prima perdida no mês
- CP - Valor dos custos de materiais perdidos devido erro de compra
- D - Desperdício / refugo da produção
- E - Índice de perdas oriundas de embalagem
- F - Índice de perdas oriundas de fornecedores de processos
- FE - Falha oriunda de embalagem no mês
- FEI - Falha por erro de inspeção de recebimento no mês
- FEM - Falha por erro de medição durante o processo no mês
- FEP - Falha por erro no planejamento da qualidade no mês
- FF - Falha oriunda de fornecedores de processos
- I - Inspeção
- OS - Ordem de serviço
- OSP - Ordem de serviço programada no mês
- P - Planejamento da qualidade
- Q - Garantia da qualidade do produto e serviço
- QFE - Quantidade do quadro de funcionários da empresa
- QIE - Quantidade total de instrumentos ativos na empresa
- QP - Quantidade de peças produzidas no mês
- QR - Quantidade de peças rejeitadas no mês
- QT - Quantidade de peças retrabalhadas no mês
- RJ - Índice de peças rejeitadas
- RT - Índice de peças retrabalhadas
- T - Treinamento do pessoal
- VC - Valor gasto com calibração no mês
- VT - Valor de investimentos em treinamento no mês

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Definição do Problema	15
1.2 Justificativa.....	16
1.3 Objetivo	16
1.4 Relevância	17
1.5 Delimitação.....	18
1.6 Estrutura da Dissertação	18
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1 Parâmetros do custo da qualidade	19
2.2 Modelos de custos da qualidade	20
2.3 Meios de medições do custo da qualidade	25
2.4 Uso dos modelos de custo da qualidade	36
2.5 Casos de sucesso sobre os custos da qualidade	37
3. METODOLOGIA	46
3.1 Tipo de Pesquisa existentes	46
3.2 Tipos de Métodos existentes	46
3.3 Métodos utilizados nesta Dissertação e justificativas	49
3.4 Execução da pesquisa: coleta de dados	50
4. ESTUDO DE CASO	52
4.1 Desenvolvimento da metodologia em um caso real na empresa estudada	52
4.2 Método aplicado para a medição dos custos de prevenção	59
4.3 Método aplicado para a medição dos custos de avaliação	61
4.4 Método aplicado para a medição dos custos de falha interna.....	62
4.5 Método aplicado para a medição dos custos de falha externa	65
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
5.1 Avaliação do custo ótimo da qualidade.....	80
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
6.1 Estudos futuros	82
REFERÊNCIAS	84

1. INTRODUÇÃO

A qualidade é conceituada pelas empresas como sendo o principal valor para o cliente, considerando esse como o fator essencial para o sucesso, em competitividade, perante a concorrência. Atualmente, há uma crescente consciência de que bens e serviços de alta qualidade podem dar a uma organização uma considerável vantagem competitiva. Boa qualidade reduz custos de retrabalho, refugo e devoluções e, mais importante, gera consumidores satisfeitos (Slack *et al*, 2009). Por isso, os programas de melhorias contínuas devem, sempre, levar em consideração os impactos de investimentos econômicos e financeiros, sendo que esses programas não visam, somente, as necessidades dos clientes, mas, também, a dinâmica da empresa no mercado. Assim, para se produzir melhor, com poucos investimentos, sem prejudicar a competitividade comercial, é necessário reduzir as despesas e custos, necessários para se alcançar a qualidade. Para redução desses custos, é preciso conhecer, identificar, medir e monitorar a cadeia de produção. Identificar e medir os custos da qualidade, portanto, é considerada uma atividade essencial para os gestores. A empresa precisa estar preparada para novos desafios o que, antes de qualquer coisa, requer uma mudança de mentalidade.

1.1 Definição do Problema

Geralmente não existe uma fórmula ou uma definição, única, a respeito dos custos da qualidade, já que qualidade está em conformidade com requisitos. Os custos da qualidade são dados pelos custos da conformidade e da não-conformidade. Entretanto, cálculos dos custos da qualidade não são presentes, nem mesmo nas empresas ganhadoras do Malcolm Baldrige National Quality Award (Batz, 1992; Schiffauerova e Thomson, 2006). Riccio, Sakata e Segura (2014), em um levantamento sobre as pesquisas de custos da qualidade, no Brasil, constataram que estudos, envolvendo esse tema, iniciaram-se no ano de 1996. A maioria desses autores ressalta a preocupação das empresas com a qualidade dos seus produtos ou serviços e apresentam a mensuração dos custos da qualidade, nos mais diversos tipos de empresas (RICCIO, SAKATA e SEGURA; 2014). A utilização dos custos da qualidade não é um conceito largamente utilizado e as companhias, raramente, têm uma ideia realista do quanto de suas receitas estão sendo perdidas, por conta da baixa qualidade (Schiffauerova e Thomson, 2006).

A fim de se obter uma análise dos custos da qualidade, é necessária uma ação de melhoria dos custos decorrentes, para se atender as expectativas dos clientes (Feigenbaum, 1994; Sakurai, 1997; Robles Júnior, 2003).

Atualmente existe um considerável número de empresas que estão buscando ferramentas, tanto teóricas quanto de aplicações na prática, de implantação de modelos de sistemas de redução dos custos da qualidade. As literaturas, atuais, sobre esse tema, são limitadas a um modelo de custos da qualidade e, apenas, um número limitado de artigos reveem todos os modelos de avaliação dos custos da qualidade, nas empresas, e seus resultados de sucessos. O objetivo desta dissertação é mostrar resultados, ao longo do primeiro ano, após a implantação de um modelo de custos da qualidade, em uma empresa, de pequeno porte, de usinagem e ferramentaria industrial.

1.2 Justificativa

Nesta dissertação foi testada a premissa de que, a partir de registros de dados reais de produção, é possível criar um modelo matemático, relativamente simples, mas preciso o suficiente, para atender às necessidades de gerenciamento dos custos da qualidade, em uma empresa de pequeno porte, quando, na maioria das vezes, essa metodologia é aplicada somente em grandes empresas (Porter e Rayner, 1992; Plunkett e Dale, 1988). Mostrou-se que a empresa conseguiu reduzir seus custos e perdas, ocasionados pela falta de conformidades, durante o processo de fabricação de seus produtos e fornecimento de serviços.

1.3 Objetivo

O objetivo, principal, desta dissertação é comprovar que a aplicação de uma metodologia de custos da qualidade em uma empresa de pequeno porte, do segmento de usinagem e ferramentaria, é uma alternativa viável e potencialmente vantajosa, em relação aos métodos limitados somente à contabilidade financeira. Comprovou-se que um modelo de custos da qualidade, mesmo que simples, foi construído com base na identificação adequada de custos, com suas principais classificações, identificando as fontes relevantes de materiais e associadas ao seu processamento. O fato de o modelo gerar a interação, entre a contabilidade intrínseca dos custos e a engenharia, deixando de ignorar diversas outras características que, também, influenciam no custo do produto, a empresa pode diminuir, significativamente, no curto prazo, os custos das perdas, provocadas por falhas internas e externas, por meio de

investimentos em melhorias contínuas, com ações corretivas e preventivas. Espera-se que a abordagem prática e objetiva do tema favoreça o entendimento e a adaptação eficiente da metodologia, em outras empresas de pequeno porte, do segmento de usinagem e ferramentaria.

1.4 Relevância

Vários estudos de casos, bem sucedidos, nas empresas são apresentados com dados e relatos sobre aplicação dos custos da qualidade. Vasconcelos (2014) realizou uma análise bibliográfica, composta de 31 artigos publicados em 12 países, concluindo que a importância da implantação e mensuração dos custos da qualidade, dentro de uma organização, é bastante diversificada, ou seja, varia muito de empresa para empresa. Kumar e Shah (1998) apresentam os estudos de custos da qualidade realizados em vários países. Os autores concluem que, nem todos, os países aceitam o meio de gestão e levantamento dos custos da qualidade. Há outros trabalhos publicados sobre custos da qualidade, como por exemplo, o de Porter e Rayner (1992), que realizaram uma pesquisa abrangente da literatura publicada e apresentaram uma revisão, em detalhes, sobre os modelos de custos da qualidade, focando, principalmente, no modelo PAF (Prevenção, Avaliação e Falhas) e nas suas limitações. Também ocorreram outros modelos, como o de Juran ou modelo de custos de processo, bem como a integração dos custos e benefícios de processos de melhoria da qualidade. Tsai (1996), em sua publicação sobre custeio baseado por atividade, faz uma revisão dos modelos e da literatura sobre os custos da qualidade conhecidos. A categorização de todos os modelos de PAF é proposta por Burgess (1996) em três classificações: Prevenção, Avaliação e Falhas.

No pensamento de alguns autores, como Feigenbaum (1994) e Campanella (1999), os custos da qualidade não deveriam ter esse nome, mas sim, custos da não qualidade (ou custo da má qualidade); entretanto, são conhecidos e chamados de custos da qualidade.

No ambiente de forte concorrência global que as empresas enfrentam, atualmente, uma implantação de um modelo de medição dos custos da qualidade, permite a associação, em uma empresa, dos departamentos de produção e de contabilidade. Esta associação, permitem que as empresas exerçam, estrategicamente, a atividade de redução dos custos, acarretando maior receita e lucro, competitividade e satisfação do cliente, sendo esses elementos primordiais para alavancar o sucesso de qualquer empresa.

1.5 Delimitação

Esta dissertação foi desenvolvida por um estudo de caso em uma empresa de usinagem e ferramentaria, em processo não seriado. Devem-se avaliar os fatores de organização do trabalho, que influenciem na criação de um ambiente favorável, para o compartilhamento do conhecimento operário (Muniz Jr.*et al*, 2010). Tem-se como elementos-chave da empresa, desde a alta direção, até os demais níveis administrativos e operacionais (Trehan, 2015). Para estabelecer o que pode e necessita ser feito, devem-se considerar todas as alternativas de como os objetivos, estabelecido, podem ser alcançados, levando em conta a avaliação e previsão do ambiente, juntamente com a capacidade operacional da empresa (Giacaglia, 2005). Na área de ferramentaria é bastante difícil manter uma ordem operacional, justamente pelos seguintes motivos: produtos específicos e terceirização de operações de tratamento térmico e superficial; usinagem com eletro-erosão a fio e outros serviços, que a empresa não realiza internamente. São peças de pequenas e médias dimensões, com diferentes geometrias e que têm elevadas exigências de qualidade.

1.6 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação está organizada em cinco capítulos:

No Capítulo 1 (Introdução) são apresentados a definição do problema, a justificativa, os objetivos da dissertação e a relevância, assim como são estabelecidas as delimitações a serem observadas. O Capítulo 2 trata da revisão bibliográfica, na qual se abordam as bases conceituais, aplicáveis ao tema, definições dos modelos de custos da qualidade, parâmetros e meios de medição dos custos da qualidade, uso dos modelos e alguns exemplos de casos encontrados na literatura. No Capítulo 3 é descrita a metodologia para este estudo de caso de implantação do custo da qualidade na empresa, objetivo da presente dissertação (a partir de dados reais colhidos ao longo de doze meses, após a permissão da direção na implantação do modelo de custos da qualidade) e realização da dissertação. O Capítulo 4 apresenta o estudo de caso único. No Capítulo 5, resultados e discussão, e finalmente, são apresentadas as considerações finais desta dissertação, no Capítulo 6.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Parâmetros do custo da qualidade

Como não existe nenhum padrão definido para realização do levantamento dos custos da qualidade, o melhor parâmetro a ser aplicado é definido pelos gestores da qualidade da empresa, assim como os meios e modelos de coleta de dados da qualidade, diferindo, de modo substancial, de uma empresa para outra, a fim de atender as necessidades de cada empresa em particular (Martins, 2003). Muitas empresas realizam *Benchmark* com outras empresas que criaram o programa de custos da qualidade, para poderem se guiar com a identificação dos elementos de custos da qualidade (Oakland, 1998). Entretanto a maioria dos especialistas de qualidade relata que os programas de custos da qualidade devem ser desenvolvidos, na medida, para cada organização, de tal forma que se integrem na estrutura e no sistema de contabilidade da empresa e, não apenas, serem copiados (Campanella, 1999).

Existem vários métodos de custeio que foram desenvolvidos a partir da necessidade gerencial das empresas. Esta dissertação trata, de forma genérica, dos modelos de custos da qualidade mais prováveis de se aplicar na empresa estudada, em função de suas atividades e necessidades. Para isso, foram avaliados os quatro modelos a seguir:

- Modelo PAF ou modelo de Crosby;
- Modelo de custo de oportunidade;
- Modelo de custo de processos;
- Modelo ABC de custo baseado por atividade (*Activity Based Costing*);

Os modelos de custos possuem seus aspectos positivos e suas limitações, cabendo à empresa que pretende utilizá-los, averiguar qual se adapta melhor às necessidades informativas e às peculiaridades das operações executadas. Martins (2003) afirma que:

“É absolutamente incorreto dizer-se que um método é, por definição, melhor que o outro. Na realidade, um é melhor do que outro em determinadas circunstâncias, para determinadas utilizações etc”.

Esses modelos podem ser aplicados em qualquer um dos sistemas de acumulação de custos, ou seja, por Processo e por Ordem de Produção.

2.2 Modelos de custos da qualidade

2.2.1 Modelo PAF (Prevenção, Avaliação e Falha)

O modelo PAF é o mais comum utilizado, na determinação dos custos da qualidade (Aoieong *et al*, 2002; Love e Irani, 2003). O objetivo desse modelo é enfatizar que os investimentos, em prevenção e avaliação, minimizam os gastos com falhas externas e internas. As empresas, normalmente, começam a apuração dos custos da qualidade enxergando a “ponta do iceberg” do problema. Posteriormente, conforme amadurecem o sistema, passam a aumentar a sua abrangência.

- **Prevenção:** custos com ações realizadas para garantir que um determinado processo forneça produtos e serviços de qualidade;
- **Avaliação:** custos com a medição e monitoramento dos níveis de qualidade, alcançados pelo processo;
- **Falha:** custos com correção de qualidade de produtos e serviços, tanto antes quanto após o envio ao cliente.

A visão clássica do comportamento do modelo PAF é sustentar que uma ótima qualidade econômica existirá, quando os custos aplicados para a garantia de uma maior qualidade forem acima dos custos de se manter a melhoria da qualidade. No entanto, essa visão é frequentemente desafiada, pois se argumenta não haver um plano econômico de qualidade, nos quais os gastos com a prevenção sempre possam ser justificados, além dos níveis ideais de qualidade, que devem ser zero defeito (Daniel e Reitsperger, 1991). Essas e várias outras referências (Porter e Rayner, 1992; Cole *et al*, 1993) discutem ambas as visões conflitantes sobre o nível econômico do custo da qualidade, ilustrado nas Figuras 1 e 2.

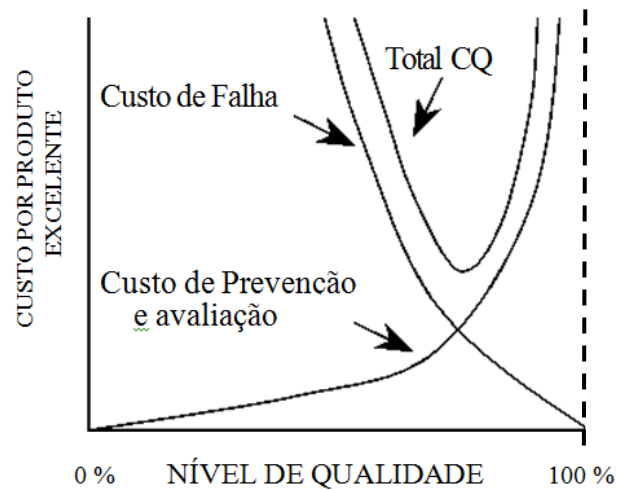


Figura 1- Modelo de custo ótimo da qualidade
Fonte: Juran, (1991)

A Figura 1 mostra que, com o custo ótimo da qualidade, não se alcança 100% do nível desejado da qualidade total desejada. Para atingir esse nível, os investimentos em prevenção e avaliação aumentam expressivamente até os custos de falhas serem reduzidos por completo.

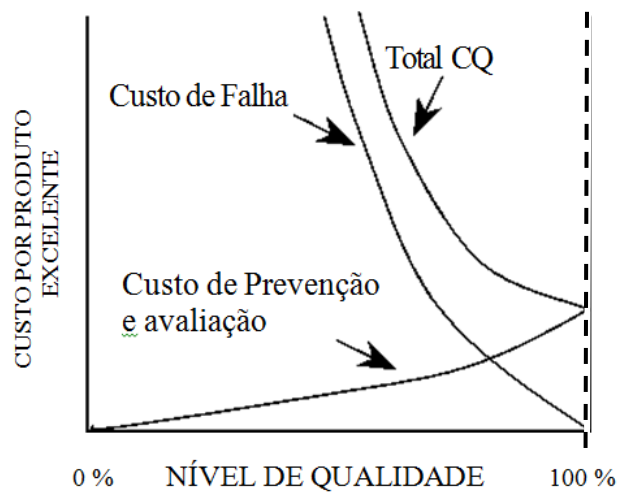


Figura 2 - Modelo de custo ótimo da qualidade sendo igual a zero defeitos
Fonte: Daniel e Reitsperger, (1991)

A Figura 2 mostra que com o custo ótimo da qualidade se alcança 100% do nível da qualidade total desejada, através de melhorias contínuas, obtendo a redução dos custos de falha, sem a necessidade de expressivo aumento dos custos de prevenção e avaliação.

A constatação de que, para se atingir 100% da qualidade pré-estabelecida, os custos de prevenção e de avaliação são maiores do que os custos de falha, conforme ilustrado na

Figura 1, contrariamente à afirmação de Burgess (1996) e Kumar & Shah (1998). Esses autores realizaram análises comparativas dos custos da qualidade com os da não qualidade, entre empresas, concluindo que os custos de não qualidade estiveram acima dos resultados dos custos da qualidade. Afirmam, ainda, que os custos de falhas podem continuar a diminuir ao longo do tempo, sem um correspondente aumento nos custos de prevenção e avaliação.

2.2.2 Modelo de Crosby

As categorias de modelo de custo de Crosby (1999) são bastante semelhantes às do modelo PAF. Crosby entende qualidade como atender as conformidades com os requisitos, portanto, define o custo da qualidade como sendo um resultado da soma de custos de conformidade e preços de não conformidades, tendo a qualidade como um investimento com retorno assegurado. O preço da qualidade engloba custos de produção ou de serviços corretos, na primeira vez, o que já considera incluídos os custos de prevenção e avaliações, que se façam necessários. Já o preço de não conformidade é o custo de desperdício, quando não se fabrica um produto ou realiza um serviço correto, na primeira vez, por não atender os pré-requisitos de conformidades. Normalmente, esses são os custos com correção, retrabalho e rejeição, correspondendo aos custos reais de falhas. Esse modelo é utilizado em empresas que praticam a medição dos custos da qualidade; no entanto, na maioria das vezes, apenas é uma terminologia diferente de descrever um modelo PAF (Goulden e Rawlins, 1997), sendo que as duas metodologias de cálculos são utilizadas de forma intercambiáveis.

2.2.3 Modelo de Custo de Oportunidade

Os custos de oportunidades não são reconhecidos nos registros contábeis, como, por exemplo, vendas perdidas, insatisfação dos clientes, perda de participação no mercado. (Hansen; Mowen, 2001). Segundo Pindyck e Rubinfeld (1993), utilizando a produção como fator, o custo de oportunidade corresponde ao melhor ganho possível de se obter, empregando esse fator em outra atividade, tendo os custos de oportunidade como sendo os custos associados às oportunidades, que serão deixadas de lado, caso a empresa não empregue seus recursos da maneira mais rentável. O custo de oportunidade está relacionado à análise de investimentos ou remuneração, proporcionados por diferentes alternativas, considerando ainda o risco de cada investimento (Goulart, 2002). Enfatizada a importância recente dos custos intangíveis ou de oportunidades, pode ser interpretado, como sendo intangível, o custo

que apenas podemos estimar, como, por exemplo, o lucro não atingido, em função da perda de um cliente e redução de receita, devido às não conformidades. A perda de oportunidade é conceituada como função do lucro da alternativa desprezada (Gray & Johnston, 1977, p 162). Mais tarde, esses autores afirmam:

“Dizer que há um custo de oportunidade positivo associado a uma decisão é o mesmo que afirmar que um empresário sempre deveria escolher a alternativa mais lucrativa a ele disponível para o uso de recursos escassos. Isto é provavelmente verdadeiro, embora algumas vezes seja mais fácil pensar no lucro perdido como um custo - um custo de oportunidade”.

Leone (2009, p.76) descreve custo de oportunidade como:

“o valor do benefício que se deixa de ganhar quando, no processo decisório, se toma um caminho em detrimento de outro”.

O custo de oportunidade incorpora-se nas despesas do PAF, além de se dividir em três componentes:

- A subutilização da capacidade produtiva instalada.
- Manufatura com materiais inadequados.
- Falha no momento de distribuir os serviços e produtos.

Assim, se expressa o custo da qualidade total, como contendo a soma dos valores de perda de receita e lucros não atingidos. No modelo de custo de oportunidade, o custo da qualidade é definido em três categorias:

- Custo de conformidade.
- Custo de não conformidade.
- Custo de oportunidade perdida.

Outros autores definem, em suas abordagens, que o custo de clientes perdidos é derivado de falhas dos produtos que chegaram ao mercado final (Tatikonda e Tatikonda, 1996). Juran (1991), também, chegou a reconhecer a importância dos custos intangíveis. Seu esquema de custos da qualidade inclui duas categorias de custos mensuráveis, sendo custos tangíveis de fabricação e custos tangíveis de vendas, além de sugerir a inclusão de benefícios internos intangíveis.

2.2.4 Modelo de Custo de Processo

Desenvolvido por Ross (1990), o modelo de custo de processo considera que o custo da qualidade não deve focar nos produtos e serviços, mas sim no processo. Esse modelo é formado pelos custo total de conformidade e não conformidade de um determinado processo (Porter e Rayner, 1992). Podendo ser medidos em qualquer etapa do processo, esses custos demonstram que os altos custos, de falhas e rejeições de não conformidades, justificam a necessidade de maiores investimentos em prevenção de falha. Além disso, os custos excessivos, para atingir a conformidade, justificam uma reformulação do processo (Porter e Rayner, 1992). Goulden e Rawlins (1995) sugerem que os custos de cada processo sejam enfatizados, invés de definir um custo de modo arbitrário no PAF, sem contar que a categorização dos custos da qualidade, nesse modelo, é mais simples. Alguns pesquisadores (Porter e Rayner, 1992) argumentam o modelo de Ross é mais relevante do que o modelo PAF. Os sistemas de contabilidade existentes, geralmente, não são considerados adequados para gerar relatórios e indicadores, sobre medições da qualidade (Tatikonda e Tatikonda, 1996). Os dados fornecidos não são adequadamente relacionados à qualidade, além de não medir os benefícios resultantes das melhorias de qualidade (Merino, 1990). Apesar da maioria dos métodos de medição dos custos da qualidade serem orientados para atividades e processos, a contabilidade tradicional dos custos estabelece uma contabilidade analítica, por categorias de despesas e, não, por atividades. Por isso muitos dos elementos do custo da qualidade devem ser estimados, ou coletados por outros métodos.

2.2.5 Modelo de Custeio Baseado em Atividade (*Activity Based Costing ABC*)

Wood (2007) ressalta que o gerenciamento da qualidade baseia-se na eliminação de atividades que não agregam valor e que resultam em custos desnecessários para a organização. Nesse contexto, os custos da qualidade devem ser obtidos através do modelo de

custeio ABC. Para Nakagawa (2001), o modelo de custeio ABC (*Activity Based Costing ABC*) foi desenvolvido como uma metodologia para facilitar as verificações estratégicas dos custos, mais relacionados com as atividades mais impactantes no consumo de recursos da empresa. O propósito desse sistema (que sistema?) é minimizar a deficiência ocasionada por outros sistemas de custeio, conforme apresentado por Martins (2003). Para Leone (2000), invés de focar os produtos, o critério de distribuição dos custos foca, diretamente, as atividades de desenvolvimento e manufatura do produto.

Bornia (2010), Brimson (1996), Megliorini (2012), Silvestre (2002), entre outros autores, defendem a ideia de que, um dos principais fatores que favoreceu o desenvolvimento do método do custeio ABC, foi o descontentamento com os dados de custos, apurados pelos sistemas tradicionais, que alteram os custos dos bens ou serviços, atribuindo custos indiretos aos produtos, de acordo com bases de rateio descabido. Considerado por muitos autores como um método de difícil implantação e, por outros, como a solução para todos os problemas de uma empresa, esse método parte do princípio de que não são os bens ou serviços que consomem recursos, mas sim os recursos que são consumidos pelas atividades e estas, por sua vez, são consumidas pelos bens ou serviços.

O modelo ABC se identifica com o custeio por absorção, ao não separar os custos fixos, mas, sim, apropriá-los aos bens ou serviços, tornando isso uma desvantagem (Megliorini, 2012). Outros problemas são citados por Kaplan e Anderson (2007), consequência da implantação do custeio ABC:

- O armazenamento, o processamento e a apresentação dos dados são dispendiosos;
- Incorre em erro teórico ao ignorar a possibilidade de capacidade ociosa;
- Os processos de entrevistas e levantamentos de dados são demorados e dispendiosos;
- Foca geralmente processos específicos e não fornece uma visão integrada das oportunidades de lucro, em todo o âmbito da empresa;
- Não é atualizável ou adaptável facilmente a novas circunstâncias;
- Os dados utilizados no método são subjetivos e de difícil validação;

2.3 Meios de medições do custo da qualidade

Os meios de medições do custo da qualidade devem conter indicadores adequados e *feedback*, de modo que demonstrem os resultados globais e detalhados, assim representando

os elementos do custo da qualidade e a medição dos desempenhos. Os indicadores detalhados podem ser medidos, por exemplo, pelos custos de prevenção, custo de percentual de rejeição e defeitos, custo de atraso de entrega, custo de reclamações recebidas, dentre outros, que a própria organização deve identificar e avaliar entre os mais importantes a serem monitorados. Já, como indicador global, o mais mencionado do contexto de custo da qualidade é o retorno sobre a qualidade, resultante entre a divisão dos resultados do aumento dos lucros pelo custo do programa de melhoria da qualidade (Tatikonda e Tatikonda, 1996; Slaughter *et al*, 1998). Os primeiros autores afirmam que as empresas de sucesso demonstram o retorno sobre a qualidade, como uma premissa para aceitar os projetos de melhorias da qualidade.

2.3.1 Classificação dos componentes dos custos da qualidade

Para identificar as classificações dos custos da qualidade, da empresa estudada, foi utilizado a definição de Feigenbaum (1994) como base para as classificações comuns e mais utilizadas:

- **Custos de prevenção**, segundo Feigenbaum (1994), são os custos utilizados para impedir que aconteçam falhas. Esses custos em prevenção têm como objetivo controlar a qualidade dos produtos, de modo que se evitem custos provenientes de erros no sistema produtivo.

Como custos de prevenção classificam-se:

- a) Treinamento;
- b) Revisão de produtos novos;
- c) Planejamento de qualidade;
- d) Controle dos processos;
- e) Análise e aquisição de dados;
- f) Estudos do processo;
- g) Relatórios da qualidade;
- h) Controle dos projetos;
- i) Obtenção do controle dos equipamentos e das medidas de qualidade;
- j) Suporte ao RH;
- k) Planejamento e administração dos sistemas de qualidade;
- l) Custos da administração da qualidade;
- m) Manutenção do sistema da qualidade;
- n) Gestão da qualidade;

- o) Informação sobre a qualidade, e outros.

Os gastos são associados às ações realizadas, para planejar a qualidade, de modo a garantir que não ocorrerão problemas.

Os autores Miguel e Rotondaro (2005), classificam como custos de prevenção aqueles que evitam a ocorrência de defeitos e não conformidades, compreendendo gastos com a qualidade, para evitar produtos insatisfatórios. Para a identificação de problemas potenciais, envolvem-se áreas como engenharia da qualidade, melhoria do projeto do produto, protótipos e testes laboratoriais, manual e procedimentos da qualidade, treinamento e desenvolvimento do funcionário.

Para a empresa estudada, dos tipos de custos da relação de Feigenbaum acima citados, os tipos de custos que serão utilizados, para formar a classe de prevenção estão descritos no Quadro 1.

Classificações mais comuns e utilizadas selecionadas	Tipo de custo definido pela empresa para formar a classe de prevenção
c, h, k, o,	Planejamento da Qualidade
g, i, m, o,	Garantia da qualidade do produto e serviço
a, j,	Treinamento do pessoal

Quadro 1 - Classificações das definições de custos de prevenção da empresa
Fonte: Elaborado pelo autor

- **Custos de avaliação**, segundo Feigenbaum (1994), são os custos com ações efetuadas para identificar componentes ou unidades defeituosas antes de serem enviados para os clientes internos ou externos.

Como custos de avaliação classificam-se:

- a) Inspeção nos itens produzidos;
- b) Equipamentos e instrumentos utilizados nos sistemas de inspeção;
- c) Inspeção e testes nos materiais comprados;
- d) Depreciação dos equipamentos para inspeção;
- e) Inspeção e testes nos itens produzidos;
- f) Métodos e processos operacionais;
- g) Avaliação de novos materiais e protótipos;
- h) Controle e calibração efetuada por laboratórios e organizações externas;
- i) Medição objetivando o controle de qualidade dos processos;

- j) Controle da corrosão e deterioração dos materiais e componentes em estoque;
- k) Auditoria no estoque de itens produzidos e acabados;
- l) Custo dos setores de controle e inspeção;
- m) Testes de confiança e outros.

Os autores Miguel e Rotondaro (2005), classificam como custos de avaliação, os custos relativos a inspeções e ensaios, requeridos para garantir que o produto ou serviço esteja em conformidade às especificações e requisitos de desempenho. Abrangem custos de manutenção dos níveis da qualidade da empresa, por meio de análises da qualidade do produto. Envolvem áreas como inspeção, ensaio, confirmação externa, auditorias da qualidade, pesquisas juntos aos consumidores, entre outras (Feigenbaum, 1994). No entanto, a definição mais adequada é aquela elaborada por Juran & Gryna (1991): “*São os custos incorridos na determinação do grau de conformidade aos requisitos da qualidade*”.

Para a empresa estudada, dos tipos de custos da relação de Feigenbaum acima citados, os tipos de custos que serão utilizados para formar a classe de avaliação estão descritos no Quadro 2.

Classificações mais comuns e utilizadas selecionadas	Tipo de custo definido pela empresa para formar a classe de avaliação
a, c, g, i,	Inspeção
b, d, h,	Calibração e manutenção de Instrumentos

Quadro 2 - Classificações das definições de custos de avaliação da empresa
Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com Miguel e Rotondaro (2005), os custos de falhas, ou da não qualidade, são subdivididos em falhas internas e externas.

- **Custos das falhas internas**, segundo Feigenbaum (1994), são os ocorridos em função de alguma falha do processo produtivo, seja por fonte humana ou mecânica. Quanto antes for identificado, menores serão os custos necessários para sua devida correção.

Como custos de falhas internas classificam-se:

- a) Perdas resultantes de materiais com defeito;
- b) Correção das unidades com defeito;
- c) Retrabalhos;

- d) Perda de trabalho e material, resultante de rejeições de produção classificada como refugo ou sucata;
- e) Custo dos materiais utilizados para recuperar atrasos;
- f) Tempo perdido devido à falha do projeto;
- g) Custo de estoque adicional necessário para suprir as falhas;
- h) Paradas da produção, tempo de espera, e outros.

Os autores Miguel e Rotondaro (2005), classificam como custos de falha interna, os custos em que incide a utilização de recursos, para correção e eliminação de efeitos indesejáveis, que são detectados na própria empresa, ou detectados, externamente, pelos fornecedores ou, ainda, pelos clientes, no momento do uso. Estão relacionados com os erros e falhas, detectadas na operação interna, como, por exemplo, material refugado, danificado e retrabalhado, logística interna, envolvendo desde os gastos do recebimento da matéria-prima até a entrega do produto final ao cliente. Esses custos estão associados aos defeitos ou falhas encontradas, antes que o produto ou serviço chegue ao cliente (Juran e Gryna, 1991). São os que resultam do não atendimento de requisitos da qualidade, por meio de um produto, bem ou serviço, após o seu fornecimento, tais como falhas provenientes do desempenho do produto e reclamações dos clientes.

Segundo Bank (1998), custos por exceder os requisitos, ou as necessidades, são os custos associados a se fornecer um produto/serviço que excede as especificações ou cláusulas contratuais. Por exemplo, os custos associados a uma qualidade de concepção ou qualidade de desempenho superior à requerida.

Para a empresa estudada, dos tipos de custos da relação de Feigenbaum acima citados, que serão utilizados, para formar a classe de falha interna, estão descritos no Quadro 3.

Classificações mais comuns e utilizadas selecionadas	Tipo de custo definido pela empresa para formar a classe de falha interna
e, g,	Desperdício
d,	Rejeição
b, c,	Retrabalho
f, h,	Exceder as necessidades
a,	Embalagem

Quadro 3 - Classificações das definições de custos de falha interna da empresa
Fonte: Elaborado pelo autor

- **Custos das falhas externas**, segundo Feigenbaum (1994), são os ocorridos em função de alguma falha do processo produtivo, fora do ambiente fabril.

Como custos de falhas externas classificam-se:

- a) Gastos com recepção e expedição;
- b) Custos gerados por problemas ocorridos após o envio do produto ao cliente;
- c) Custos relacionados a manufatura e substituição de produtos devolvidos;
- d) Manutenção dos produtos que foram devolvidos;
- e) Atendimento a reclamações;
- f) Substituições dos itens no prazo de garantia;
- g) Custos com garantia e assistência técnica;
- h) Respostas e ações a defeitos de fabricação;
- i) Multas por entregas realizadas fora do prazo contratado;
- j) Refaturamentos;
- k) Insatisfações dos clientes e outros.

Robles (1996) classificam como custos de falha externa, os custos gerados por problemas acontecidos, após a entrega do produto ao cliente. Pode-se perceber que as categorias de custos da qualidade estão relacionadas entre si e, ao estudá-las, é possível alcançar o ponto de equilíbrio, nos investimentos em qualidade. Harrington (1987) considera positivo o equilíbrio combinado, sendo que o aumento dos custos de falhas internas deve ser mais do que compensado pela diminuição dos custos de falhas externas.

Para a empresa estudada, foram adotadas, como custos de falhas externas, as falhas associadas a atividades fora do ambiente fabril, antes da entrega ao cliente. Pelo histórico da gestão da qualidade da empresa, em seu indicador de monitoramento de avaliação da satisfação e reclamações dos clientes, no último ano, não houve reclamações e, nos dois anos anteriores, consta somente uma reclamação. Em contrapartida, internamente a empresa possui muitos problemas, resultantes de seus fornecedores, que agregam processos ao produto final da empresa. Por esse motivo, a empresa se colocou em posição de cliente final e passou a avaliar os processos subcontratados.

Para a empresa estudada, dos tipos de custos da relação de Feigenbaum acima citados, que serão utilizados, para formar a classe de falha externa, estão descritos no Quadro 4.

Classificações mais comuns e utilizadas selecionadas	Tipo de custo definido pela empresa para formar a classe de falha externa
b, c,	Processos Subcontratados
d, h,	Compra de materiais

Quadro 4 - Classificações das definições de custos de falha externa da empresa

Fonte: Elaborado pelo autor

2.3.2 Relação entre as categorias do custo da qualidade

As quatro categorias apresentadas, referente às classificações dos custos da qualidade, possibilitam a realização de um estudo entre suas relações, a fim de procurar o ponto ótimo de investimentos em qualidade. Também permite descobrir a relação custo-benefício, isto é, a relação entre o aumento de custos de prevenção, com o resultado obtido de economia obtida pelas diminuições das falhas (Slaughter et al, 1998).

Empiricamente, também, se comprova que gastos iniciais, em prevenção, podem significar diminuição no custo total da qualidade.

Frota (2002) escreve que é de se esperar considerável resistência cultural, do profissional médio brasileiro, à proposta de se calcular e divulgar os números de custo da qualidade e má qualidade:

"Uma das causas de tal resistência é o medo de encarar as falhas onde elas já se tornaram 'normais'. A má qualidade tem quem defenda seu status quo! Outros fatores pouco nobres, mas nem por isso inexistente, como ciúmes, inveja, carreirismo e politicagem, por exemplo, podem também influir consideravelmente contra a proposta. Disso tudo decorre que o profissional da qualidade depende de uma aprovação formal da diretoria ou do empresário para implantar o sistema de custos da qualidade".

2.3.3 Bases para a quantificação dos custos da qualidade

Inúmeras são as formas de se apresentarem os custos da qualidade. Os diversos componentes dos custos da qualidade que aparecem nos relatórios podem ser expressos monetariamente ou através da relação percentual dos custos da qualidade com outros indicadores de desempenho da empresa.

Conforme Robles (1994) é possível a utilização de diversas bases, para a realização da quantificação do percentual dos custos da qualidade. A seguir, uma relação, dentre as principais:

- Custos totais da produção: indicado para empresas de produção com alta tecnologia, nas quais os custos indiretos representam importantes parcelas dos custos da produção;
- Custos de mão de obra direta: recomendada para empresas pouco mecanizadas e com índice de automação muito baixo;
- Custos diretos da produção: possibilita a utilização por empresas com custos indiretos de pequena monta;
- Custos de mão de obra padrão: apresenta a medição do desempenho em relação ao que foi planejado, porém não sofrendo interferências das reais variações;
- Custos da fabricação: cálculo realizado exclusivamente com os custos da engenharia de projeto, e dos custos totais de produção;
- Volume agregado: é recomendado quando os custos da matéria-prima sofrerem variações, mas os custos agregados são calculados de modo que, exclua dos custos totais, os custos com matéria-prima;
- Volume da produção: dimensiona o desempenho dos custos da qualidade em relação à produtividade;
- Porcentagem do total das unidades boas produzidas em relação à quantidade de produtos refugados;
- Valor de venda: Essa é a base que os administradores mais dedicam atenção, porém, tem o transtorno de sofrer impacto pelas mudanças de preços, alterações na demanda e políticas de marketing;
- Porcentagem dos custos da unidade produzida em relação aos custos da qualidade;
- Porcentagem do faturamento total em relação custo da qualidade.

Um ponto importante a se destacar é que, caso a empresa já possua um sistema de gestão da qualidade, para realizar o gerenciamento dos custos da qualidade não serão necessários relevantes investimentos para a sua realização. Basta utilizar e adequar os dados internos de gestão já existentes.

Nesse contexto, pode-se perceber que os custos da qualidade não são diferentes de outros custos, podendo ser programados, orçados, medidos e analisados, para ajudar a

alcançar os objetivos de uma melhor qualidade e satisfação do cliente, com menor custo para a empresa.

O Quadro 5 apresenta a formação completa das classes de custos, que a empresa estudada passará a aplicar, como seus tipos de custos já definidos nos Quadros 1, 2, 3 e 4, e as bases para formular um modelo matemático de gestão dos custos da qualidade, durante os 12 meses de estudo.

Classe	Tipo de custo	Base para cálculo	Referência
Prevenção	Planejamento da Qualidade	- Medir o desempenho em relação ao planejado, não sofrendo influência das variações reais; - Planejamento do sistema de gestão da qualidade;	Robles (1994); M.Q. 5.4.2;
	Garantia da qualidade do produto e serviço	- Medir o percentual do custo da qualidade em relação ao custo da unidade fabricada; - Controle de produção e fornecimento de serviço;	Robles (1994); M.Q. 7.5.1;
	Treinamento do pessoal	- Competência, treinamento e conscientização	M.Q. 6.2.2
Avaliação	Inspeção	- Medir o comportamento dos custos da qualidade em relação à produtividade; - Medição e monitoramento;	Robles (1994); M.Q. 8.2;
	Calibração e manutenção de Instrumentos	Controle de dispositivos de medição e monitoramento;	M.Q. 7.6
Falha interna	Desperdício	- Percentual da quantidade de material desperdiçado em relação ao total das unidades boas produzidas; - Medição e monitoramento de processos;	Robles (1994); M.Q. 8.2.3;
	Rejeição	- Percentual da quantidade de produtos refugados em relação ao total das unidades boas produzidas; - Controle de produto não conforme;	Robles (1994); M.Q. 8.3;
	Retrabalho	- Percentual da quantidade de produtos retrabalhado em relação ao total das unidades boas produzidas; - Controle de produto não conforme;	Robles (1994); M.Q. 8.3;
	Exceder as necessidades	- Análise crítica de requisitos relacionados ao produto;	Bank (1998) M.Q. 7.2.2
	Embalagem	- Preservação do produto;	M.Q. 7.5.5;
Classe	Tipo de custo	Base para cálculo	Referência
Falha externa	Processos Subcontratados	- Medir os custos de serviços que sofrem variações; - Controle de produção e fornecimento de serviço	Robles (1994); M.Q. 7.5.1;
	Compra de materiais	- Medir os custos da matéria-prima que sofrem variações; - Aquisição.	Robles (1994); M.Q. 7.4;

Quadro 5- Formação completa das classes de custos
Fonte: Elaborado pelo autor

Algumas bases para cálculos foram referenciadas em resultados de pesquisa bibliográficas, outros resultados foram baseados em pesquisa documental na própria empresa em estudo. Segundo Robles (1994) pode-se aproveitar e aprimorar os dados internos do sistema de gestão da empresa. Dessa maneira, muitos levantamentos de informações, para gerar o modelo matemático e fórmulas, foram retirados do manual da qualidade da empresa estudada (M.Q. rev.11, 05/2011), além do fato da empresa estudada monitorar os processos do sistema de gestão da qualidade, através de auditorias internas e executar medições, quando aplicável, conforme fluxograma de interações dos processos (Figura 5).

2.3.4 Utilização de indicadores para gerenciar os resultados

A gestão da qualidade baseada em indicadores quantitativos, com aspectos monetários, pode ser mais efetiva por gerar maior questionamento e sensibilização, por parte da alta administração (Mattos e Toledo, 1997). O único indicador, que possui esse requisito, são os custos da qualidade que, segundo Feigenbaum (1994), constitui o denominador econômico comum por meio do qual a alta administração das empresas, e os integrantes do sistema da qualidade, podem estabelecer comunicação, de forma nítida e efetiva, em termos empresariais.

Conforme Robles Jr. (1994), a mensuração dos custos busca atender alguns objetivos, dentre os quais, destacam-se:

- Fixar objetivos financeiros para os programas de qualidade, priorizando aqueles que possibilitam trazer, de forma mais rápida, melhores resultados para a empresa;
- Conhecer o quanto a empresa está perdendo, pela falta de qualidade, para sensibilizar os diferentes níveis da organização, no desafio da melhoria contínua da qualidade.

A classificação dos componentes dos custos da qualidade da empresa estudada foi definida dando sequencia conforme Figura 6, e está relacionada no Quadro 6.

Classe	Tipo de Custo	Englobam
Prevenção	Planejamento da qualidade	custos associados a equipe de planejamento, gerenciamento e projeto, visando a garantia de atender as exigências e normas conforme requisitos do cliente.
	Garantia da qualidade do produto e serviço	custos associados ao controle de qualidade e a medição durante o processo de fabricação e na inspeção final.
	Treinamento do pessoal	custos relacionados associados a realização da capacitação e qualificação dos funcionários, bem como os treinamentos internos do departamento da qualidade.
Avaliação	Inspeção	custos associados a inspeção de recebimento de materiais no aspecto de qualidade, quantidade e preço, sendo estes materiais de uso direto ou indireto.
	Calibração e manutenção de instrumentos	custos associados a calibração dos instrumentos e meios de controle, tais como instrumentos da metrologia e de equipamentos de produção (manômetro, etc).
Falha Interna	Desperdício	custos de matéria prima e produtos perdidos e desperdiçados durante o processo de fabricação.
	Rejeição	custos de serviços e produtos rejeitados por não estar conforme os padrões de qualidade da empresa e/ou do cliente.
	Retrabalho	custos em produtos e serviços rejeitados, necessitando de processos adicionais para atingir o padrão de qualidade, já que não foi realizado corretamente na primeira vez.
	Exceder as necessidades	custos de perdas com excessos de zelo e operações desnecessárias no processo operacional.
	Embalagem	custos associados a rejeição ocasionada por embalagens inapropriadas.
Falha Externa	Processo Subcontratado	custos associados a resultados de fornecedores de serviços por não atingirem o padrão de prazo e qualidade solicitado para atender especificações do cliente.
	Compra de materiais	custos associados a valores mal orçados, cotações acima do valor de mercado, prazo de entrega não respeitado, especificações técnicas mal esclarecidas.

Quadro 6- Classificação dos componentes para medição do custo da qualidade

Fonte: Elaborado pelo autor

Dessa forma, os dados necessários, para realizar os relatórios de custo da qualidade da empresa, além de serem coletados pela contabilidade, também são retirados de outras fontes, tais como departamento de gestão e controle da qualidade e gestão da produção. Todas as atividades que geram custos (compras, aquisição, retrabalho, rejeição, avaliação e serviços

externos) são diretamente ligadas ao número da OS do produto específico em questão; todos os registros de pedidos de compras possuem citações da OS.

2.4 Uso dos modelos de custo da qualidade

Como resultado de várias pesquisas e estudos, confirma-se que o custo da qualidade não é um conceito amplamente utilizado (Kumar e Shah, 1998; Morse, 1991; Dale e Duncalf, 1985). Uma análise bibliográfica realizada por Vasconcelos (2014), composta de 31 artigos publicados em 12 países diferentes, obtidos em revistas acadêmicas internacionais no período de 2004 a 2014, com o tema relacionado aos custos da qualidade nas organizações, concluiu que a importância da implantação e mensuração dos custos da qualidade, dentro de uma organização, é bastante diversificada, ou seja, varia muito de empresa para empresa. Essa análise demonstra as diversas metodologias, utilizadas para medir o custo da qualidade, assim como seus diferentes resultados, dificuldades encontradas e disseminação da importância da gestão dos custos da qualidade.

Raramente, as organizações têm ideia de quanto elas perdem com a má qualidade e, as empresas de pequeno porte, na maioria das vezes, sequer têm qualquer orçamento previsto para a gestão da qualidade e não tendem a controlar os custos da qualidade (Porter e Rayner, 1992). Silva (2000) analisou a gestão da qualidade em pequenas e médias empresas tradicionais do setor de manufaturados, concluindo ser pouco praticada nessa categoria de organizações. Além de terem treinamentos de pessoal e comunicações deficientes, as metas e objetivos da organização ainda são definidos e concentrados na alta administração em 70% das pequenas empresas, ou seja, prevalece a prática organizacional funcional.

As grandes empresas costumam afirmar a necessidade de avaliar os custos da qualidade (Schmahl *et al*, 1997); no entanto, de acordo com Tatikonda e Tatikonda (1996) e Morse (1987), apenas um pequeno número dos gestores realmente medem os resultados dos programas de melhorias da qualidade.

Em muitas das empresas, que anunciam ter o costume de medir os custos da qualidade, os resultados são muito subestimados (Porter e Rayner, 1992; Schmahl *et al*, 1997; Tatikonda e Tatikonda, 1996).

Poucas das empresas, que monitoram os custos da qualidade, possuem um quadro estabelecido de coleta de dados de todas as categorias definidas desses custos (Duncalf e Dale, 1985). É um fato que as empresas que costumam medir os custos visíveis e quantificáveis, ignoram custos significativos, como vendas perdidas devido à insatisfação e

desistência dos clientes (Porter e Rayner, 1992; Schmahl *et al*, 1997; Tatikonda e Tatikonda, 1996).

Portanto, uma grande proporção dos custos tem demonstrado sua dificuldade de ser dimensionada e, assim, permanecem desconhecidos (Sorqvist, 1997).

2.5 Casos de sucesso sobre os custos da qualidade

Conforme relatado no item 1.4 desta dissertação, foi realizada uma pesquisa bibliográfica de publicações de casos de sucesso, com implantações de modelos de custos da qualidade. Para seleção dessas publicações, foi utilizado como critério, o de destacar, somente, os casos de empresas, que aplicaram os modelos, descritos no item 2.1 desta dissertação. Além disso, foram priorizados os resultados de empresas, de vários países e continentes, buscando as que se diferenciam entre si quanto ao segmento e ramo de atividade.

O Quadro 7 apresenta o resumo de todos os casos que serão apresentados em seguida.

A empresa BDM International, após 8 anos de implantação do modelo Crosby, conseguiu atingir uma redução de 50% dos custos da qualidade (Slaughter *et al*, 1998).

O uso de custo de oportunidade ou intangíveis já forneceram bons resultados. O custo de oportunidade foi utilizado na primeira vez pela empresa Xerox, utilizado para gerenciar os custos da qualidade. Dados relativos aos custos da qualidade incluem custos de prevenção, avaliação, falha interna e externa, e o custo de exceder o nível de qualidade esperado pelo mercado, compatível com o dos concorrentes. A empresa US Marketing Group of Xerox, USA conseguiu uma redução de \$54 Milhões de dólares com a implantação de um modelo de custo da qualidade, somente no primeiro ano de implantação (Carr, 1992).

Vuković (2015) relata, em seu estudo realizado no Departamento de Cirurgia do Hospital Valjevo, Sérvia, avaliando a educação médica contínua e estabelecendo o modelo tradicional de custeio PAF, no período de 2009 a 2012. Houve uma importante redução de taxa de mortalidade, redução média de taxa de hospitalização por internação e a economia foi de US\$ 593.890,77 por ano.

Uma vez que o custeio baseado em atividades (ABC) é considerado mais compatível com sistemas de medição de qualidade, do que o custo de contabilidade tradicional, a sua utilização, para a determinação dos custos da qualidade, é uma alternativa atraente. Um modelo ABC estabelecido na Networked Computer Manufacturing, HP, USA conseguiu, em um ano, uma redução de 25% dos custos da qualidade (Jorgenson & Enkerlin, 1992).

O artigo escrito por Schiffauerova e Thomson (2006a), no Canadá, tem como objetivo relatar os resultados do estudo de práticas de medição dos custos da qualidade em quatro grandes multinacionais. Para descrever os programas de gestão da qualidade, que executam em suas empresas, os representantes das empresas foram convidados para uma sessão de *benchmarking*. Foram realizadas observações diretas e coleta de dados de arquivos, para extrair informações mais precisas para a análises e discussões. Os autores concluíram que as quatro empresas utilizam sistemas de qualidade; no entanto, apenas uma das empresas utiliza uma metodologia para medição dos custo da qualidade. Isso confirma o que se encontra na literatura, que o custo não é mensurado, na maioria dos programas de gestão da qualidade.

Um levantamento realizado de artigos publicados sobre custo da qualidade no Canadá, com foco na análise e desenvolvimento de vários métodos de custo da qualidade, verificando documentos que comprovam a utilização bem sucedida desses métodos, pelas empresas pesquisadas, foram realizados por Schiffauerova e Thomson (2006). O estudo constatou que o método mais utilizado de custo de qualidade é o PAF, a pesar de que outros métodos de custos são utilizados.

Kanapaty e Rasamanie (2011) realizaram um trabalho a partir de uma pesquisa de mercado. Um total de 84 empresas responderam aos questionários, tendo como objetivo principal determinar a taxa de adesão do custo da qualidade, entre as empresas de manufatura na Malásia, assim como também as razões para a adesão e não adesão a métodos de custeio da qualidade. Como resultado dessa pesquisa foi constatado que, embora a maioria tenha certificação do sistema de gestão da qualidade, as empresas da Malásia ainda não têm entendimento e conscientização dos resultados possíveis de se obter com a medição dos custos da qualidade. Esta realização dos levantamentos indica que as organizações confiam, principalmente, na certificação, e não completamente em ferramentas de redução de custos, tais como as práticas do custo da qualidade, para alcançar as metas esperadas.

O estudo descrito por Kanapaty e Rasamanie (2011), obteve uma conclusão semelhante a outro levantamento realizado na China, por Lin e Johnson (2004), que, também, utilizou a metodologia de pesquisa de mercado. Essa pesquisa constatou que os contadores das empresas de mercado preferem medir a qualidade em termos financeiros, enquanto os gestores das empresas preferem o uso de medidas não financeiras de qualidade. Essas diferenças ocorrem porque os entrevistados não percebem a real importância das medidas, entre qualidade financeira e não financeira. Esse estudo, ainda, relata que deve ser adotada uma metodologia de medição e gestão de desempenho, para inserir as medidas

financeiras e não financeiras, na implantação da estratégia da gestão da qualidade, dessa forma melhorando a qualidade dos produtos/serviços e rentabilidade nas empresas da China. O objetivo principal da pesquisa citada neste parágrafo, é fazer uma avaliação empírica da viabilidade ou potencial de desenvolvimento da contabilidade de gestão da qualidade, nos ambientes de negócio, que estão em constante mudança na China, além de investigar a percepção dos gerentes e contadores sobre a importância da gestão da qualidade.

Sendo assim, tanto o estudo realizado na Malásia, quanto o realizado na China, concluem que os gestores não têm consciência e compreensão da importância da medição dos custos da qualidade, optando em utilizar metodologias não financeiras para medir a qualidade. Igualmente tratando da falta de conscientização dos gestores, um levantamento realizado na Índia por Chopra e Garg (2012a) tem como principal objetivo investigar as circunstâncias de práticas do custo da qualidade, em indústrias do norte da Índia. Foram respondidos 55 questionários enviados para as indústrias, podendo concluir-se que apenas 56% dos entrevistados calculam o custo da qualidade em suas organizações. Esse estudo não apresenta o método utilizado para a coleta de dados relacionada às atividades do cálculo do custo da qualidade. Os funcionários das indústrias que responderam os questionários não possuem consciência suficiente sobre os benefícios em se monitorar os custos da qualidade. Sendo assim, existe a necessidade pelos gestores relatarem aos funcionários os resultados, a importância e os benefícios de se medir o custo da qualidade.

Com o objetivo de investigar a amplitude com que as empresas turcas implementam o sistema de custo da qualidade, avaliar como o desempenho da empresa mudou após a implantação e identificar os objetivos por trás do custo de medição e elaboração dos relatórios de qualidade, uma pesquisa foi realizada na Turquia por Uyar (2008). Esta obteve resposta de 102 empresas, nas quais os resultados indicaram que quase 50% dessas implementam o sistema de custo da qualidade. Após a implantação, notou-se uma diminuição das reclamações dos clientes. O retrabalho e as rejeições, também, diminuíram, além das despesas de garantia do produto e dos custos de falha. O volume de vendas aumentou, o que demonstra resultados satisfatórios.

Um estudo de caso realizado em uma pequena empresa na Índia também concluiu que a aplicação do custo da qualidade resultou em benefícios, tais como a identificação dos custos ocultos, possibilidade de analisar e eliminar os custos desde a sua origem, relação das despesas de qualidade com várias medidas de desempenho, elaboração de um orçamento de custo da qualidade para o próximo ano, redução dos custos de falha e, assim, melhora no desempenho e rentabilidade da empresa. Houve uma queda de 43% das reclamações dos

clientes, o custo total da qualidade reduziu 24%, comparado ao ano anterior (Desai, 2008) . Esse estudo de caso teve como objetivo introduzir e implantar o sistema de custo da qualidade, como uma das técnicas mais eficazes de medição de desempenho da empresa, trazendo assim melhoria para a organização.

A implantação do custo da qualidade desempenha um papel importante entre as empresas de manufatura, tais como redução das reclamações dos clientes, redução do retrabalho, das despesas de garantia, dos custos de falhas, dos custos totais com a qualidade, aumento do volume de vendas. Além disso, a implantação melhora o desempenho da empresa. Essas foram as conclusões de uma pesquisa realizada em 63 indústrias de Penang, Malásia, uma pesquisa realizada com o objetivo de explorar a implantação do custo da qualidade, a motivação para implementá-la e seus efeitos nas indústrias da Malásia (Tye *et al.*, 2011).

Os estudos realizados na Turquia e na Malásia mostram a importância da implantação do custo da qualidade em uma organização. É possível notar que ambos os estudos já desfrutaram dos resultados dessa implantação, como redução do retrabalho e redução dos custos de falha, além do aumento das vendas.

Um modelo matemático criado na Suíça por Freiesleben (2006), busca obter uma base para a comparação dos custos de inspeção com os custos alternativos de melhoria da qualidade. Foi utilizado um modelo de processo de produção. Uma função com o objetivo de minimizar os custos individuais de produção, incluindo os custos de inspeção, foi formulada. A partir desse modelo matemático pôde-se concluir que a melhoria da qualidade aumenta o volume de unidades de venda e, assim, diminui a carga de custos unitários. Se os custos de prevenção aumentarem gradativamente, e os custos de avaliação permanecerem estáveis, os custos de falhas internas e externas irão diminuir, demonstrando que o sistema de qualidade atingiu um nível elevado de maturidade. A redução dos custos de falhas externas, e o aumento dos custos de prevenção, podem melhorar diretamente o nível de satisfação do cliente. Esse modelo de Freiesleben pode ser muito útil para as empresas que tentam identificar as características que podem proporcionar uma oportunidade, para melhorar a satisfação de seus clientes e o custo total de qualidade.

Um artigo sobre um estudo de caso realizado no Irã tendo como objetivo propor um modelo para analisar a influência dos custos da qualidade, complementa o estudo realizado na Suíça, descrito no parágrafo anterior. Os custos de avaliação ou inspeção são importantes, porém não mais que os custos de prevenção. Investimentos realizados pelas empresas, com o

intuito de prevenir falhas internas ou externas, são bem vistos pelos gestores que já possuem a medição do custo da qualidade (Shirouyehzad *et al.*, 2009).

Um levantamento realizado nos Estados Unidos, buscou identificar os principais fatores e medidas que ajudam no sucesso do programa de custos da qualidade, assim como os problemas identificados pelos profissionais da qualidade na experiência da implantação. Foram respondidos 63 questionários. Esse estudo indicou que os custos de prevenção, e os custos de falhas externas, foram os mais prioritários para a redução de custos (Rodchua, 2006). Custos de prevenção desde treinamentos a operacional, reduziram os retrabalhos que existiam no processo produtivo.

Outra pesquisa, realizada um ano depois, também nos Estados Unidos, obteve basicamente os mesmos resultados que o levantamento feito pelo estudo anterior. O levantamento realizado, por meio dessa pesquisa, buscou examinar a relação entre a distribuição de custos da qualidade e o nível de amadurecimento do sistema de qualidade de uma organização, a fim de avaliar até que ponto os sistemas de custo da qualidade são eficazes, e como o amadurecimento dos sistemas de qualidade afeta o desenvolvimento da organização (Sower *et al.*, 2007). Seu foco também foi identificar porque algumas organizações não utilizam o sistema de custo da qualidade. Os autores da pesquisa concluíram que o sistema de qualidade de uma empresa amadurece quando os custos de falhas externas diminuem o total dos custos da qualidade. Crescimento do lucro e vendas não se correlacionam significativamente com a existência de um sistema de custos da qualidade, ou com o nível de maturidade do sistema de qualidade. A falta de apoio à gestão foi encontrada como razão mais comum, pela qual as empresas não acompanham sistematicamente os custos da qualidade, um problema possivelmente cultural. A literatura mostra, mais uma vez, que as empresas não medem os custos da qualidade por falta de conhecimento ou apoio aos gestores.

Um modelo matemático, proposto na Austrália, procura estudar a interação entre a economia da produção e a qualidade do processo, além de verificar a viabilidade de investimentos, em um processo de produção, para reduzir suas alternâncias, além do impacto sobre a perda da qualidade (Chan *et al.*, 2005). Esse modelo matemático busca determinar o tamanho ideal do montante do investimento necessário, a prevenção, lote de produção, os custos relacionados à qualidade e os níveis ideais de estoque.

Foi realizado um estudo de caso no qual os dados de uma empresa de componentes automotivos são apresentados, para ilustrar os possíveis procedimentos de soluções e as possíveis vantagens no modelo matemático proposto. Verificou-se que a empresa subestima o

custo de qualidade, especialmente o custo de falha externa e assim investe menos nas atividades de prevenção, para melhorar o processo. Esse estudo propõe, como objetivo, investigar o impacto de determinados níveis de controle da qualidade no custo da qualidade, por meio de um modelo matemático. A simulação fornece informações importantes a respeito do comportamento dos diversos componentes que formam o custo total da qualidade. Os resultados mostram que a redução dos custos de falhas podem ser alcançados pela baixa ou nenhuma despesa de não conformidade. A abordagem tradicional do sistema de contabilidade pode não ser mais adequada, uma vez que depende basicamente dos custos de mão-de-obra direta. Os resultados indicam que a mão-de-obra direta está contribuindo com apenas 3% do custo total da qualidade. Esses resultados foram extraídos da pesquisa realizada por Omar e Murgan (2014), realizada na Malásia.

Nos Estados Unidos, um novo modelo matemático foi proposto para o custo da qualidade, de modo que alcance o investimento nos processos de melhoria contínua. O modelo é desenvolvido para incorporar duas funções de custos (Weheba e Elshennawy, 2004). A primeira função é para relatar os custos da qualidade, incorridos em um determinado nível estável da operação, e a segunda é para alcançar um melhor nível de conformidade. O modelo proposto prevê representações separadas dos centros de custos do processo. Pode ser usado para avaliar os projetos de melhoria, para aumentar a taxa de produção e para reduzir o tempo de instalação do processo ou o tamanho do lote.

Em 2009 e 2010 dois modelos matemáticos foram propostos em países diferentes. A pesquisa realizada por Omar *et al.* (2009) na Malásia, exhibe um modelo proposto que utiliza um conhecido modelo analítico, alterado apenas para incluir um componente do custo da qualidade. A simulação foi feita em três etapas e o modelo se mostrou adequado para tal simulação. O outro estudo foi realizado nos Estados Unidos por Franca *et al.* (2010) e propõe uma formulação com objetivo de verificar os prós e contras entre lucro e qualidade, na tomada de decisões. A modelagem foi aplicada em simulações eventuais, demonstrando os prós e contras e o risco financeiros.

Outro estudo analisado, que, também, foi realizado por meio de modelagem matemática na China, foi desenvolvido por Wang e Chen (2006), cujo objetivo principal é melhorar um modelo matemático já existente, de maneira a considerar uma melhor análise nos resultados econômicos da qualidade.

Estudos que utilizam, como metodologia, a modelagem matemática são, ainda, recentes. Castillo-Villar *et al.* (2012) realizaram uma pesquisa no México, com o objetivo de apresentar um modelo matemático, que mensure o custo da qualidade como uma medida

global de desempenho para toda a cadeia de suprimentos. O modelo prevê uma metodologia para calcular o custo da qualidade ao longo da cadeia, permitindo assim uma visão gerencial e tradução da qualidade em termos monetários. Esse estudo está relacionado ao artigo escrito por Ramudhin *et al.* (2008) realizado no Canadá, quatro anos antes, tendo como objetivo explorar os desafios da introdução de um modelo de integração do custo da qualidade, para a modelagem de uma cadeia de suprimentos. O cenário de incorporar o custo da qualidade, no projeto de rede de cadeia de suprimento, garante o menor custo total, reduzindo a probabilidade de defeitos, sendo, assim, a probabilidade de custo adicional, devido a uma ação corretiva, por exemplo. Um estudo de caso também utilizou a cadeia de suprimentos para analisar e mensurar os custos da qualidade. Realizada também no Canadá, essa pesquisa procurou analisar a aplicação de sete modelos matemáticos para o custo da qualidade. E concluiu que as funções podem ser incorporadas na análise de custo de qualidade para cadeia de suprimentos (Alzaman *et al.*, 2009).

Uma pesquisa realizada por Chopra e Garg (2011), em uma pequena indústria na Índia, teve o objetivo de descobrir os padrões de comportamento de diferentes categorias de custos da qualidade, facilitando as tomadas de decisões certas, na alocação de recursos, para a redução dos custos da qualidade. Concluiu-se que o coeficiente de correlação, entre as diferentes categorias de custos da qualidade, sugere que, ao aumentar os esforços em atividades de prevenção e avaliação, os custos da não conformidade diminuem.

O uso do modelo de custeio ABC facilita a medição e o relato do custo da qualidade, detectando custos relacionados com a qualidade de valor não agregado. Assim, oferece à organização a visão de onde aplicar a melhoria contínua. O sucesso depende da visão do processo ou da atividade da organização, da forte comunicação entre a área técnica e financeira, do nível de apoio de alto nível gerencial, envolvimento gerencial e de uma equipe multifuncional bem organizada, é o que revela um estudo de caso realizado na Turquia por Özkan e Karaibrahimoglu (2013), onde esses autores exploram o papel do custeio ABC, no apoio à medição da qualidade, em pequenas e médias empresas (execução, vantagens e desvantagens).

Outros estudos de caso, também, mostram que existe redução das falhas após a implantação do sistema de medição do custo da qualidade. Utilizando o modelo ABC como sugestão de método de medição dos custos da qualidade, um estudo de caso realizado na China apresenta os mesmos resultados da pesquisa descrita acima, na qual o uso do método ABC ajuda a medir e relatar o custo da qualidade (Liu *et al.*, 2008).

A pesquisa de Emsley (2008), na Austrália, analisa a diferença de resultado em relação a aplicação de uma mesma metodologia de análise de custo da qualidade. As duas plantas analisadas apresentaram resultados diferentes para a mesma metodologia considerada, mostrando que cada planta tem sua peculiaridade, pela qual a medição do custo de qualidade de uma planta não é necessariamente igual a outra, mesmo tratando-se da mesma empresa.

Um estudo realizado em uma indústria têxtil na Índia por Chopra e Garg (2012b) procurou estimar e implantar o custo da qualidade. Após a implantação houve uma redução de 23% dos custos com a qualidade. Outros dois estudos de caso realizados na Índia, o primeiro por Mukhopadhyay (2004) e o segundo por Akhade e Jaju (2009) também obtiveram como resultado a redução dos custos da qualidade ao longo do tempo.

A melhoria dos resultados financeiros e dos processos por meio do custo da qualidade ainda podem ser vistos no estudo de caso realizado na Tailândia por Wudikharn (2011), que objetiva a melhoria de indicadores para avaliação de perdas de equipamentos. Os resultados encontrados mostram que o método proposto consegue avaliar o desempenho das máquinas, por meio da combinação de métodos, que incluem o custo da qualidade.

Um estudo de caso foi proposto em uma empresa, na Argentina, com o objetivo de sugerir um modelo de custo da qualidade baseado nos relatórios financeiros e promover a integração entre outros relatórios. A pesquisa concluiu que o modelo proposto vincula o custo da qualidade aos relatórios financeiros, mostrando os pontos que devem ser tratados na empresa, para atingir as metas de maneira mais eficiente (Fons, 2012).

O estudo de Cook e Ali (2010) propõe a utilização de métodos de valor presente líquido para determinar os custos da qualidade em projetos de melhoria. O estudo de caso de uma melhoria da qualidade de um processo de inspeção foi realizado em uma fábrica de montagem de automóveis, nos Estados Unidos. O método do valor presente líquido, proposto, mostra uma contabilidade mais precisa dos resultados esperados, referente aos projetos de melhoria da qualidade, considerando os efeitos da mudança e do valor presente do dinheiro.

	PAÍS	AUTOR	CASO	MODELO	RESULTADO ATINGIDO
1	EUA	Slaughter et al, 1998	BDM International	Crosby	Redução 50% em 8 anos
2	EUA	Carr, 1992	US Marketing Group of Xerox	Oportunidade	Redução de \$54 Milhões 1º ano
3	Sérvia	Vuković, 2015	Hospital Valjevo	PAF	Redução US\$ 593.890,77 por ano
4	EUA	Jorgenson & Enkerlin, 1992	Networked Computer Manufacturing, HP	ABC	Redução 25% em 1 ano
5	CANADÁ	Schiffauerova e Thomson, 2006	Quatro grandes multinacionais	PAF	Somente uma mede os custos da qualidade
6	MALÁSIA	Kanapaty e Rasamanie, 2011	Pesquisa de mercado sobre custos da qualidade	Diversificado	As empresas ainda não têm entendimento dos resultados possíveis de se obter com a medição dos custos da qualidade
7	CHINA	Lin e Johnson, 2004	Pesquisa de mercado sobre custos da qualidade	Diversificado	os gestores não têm consciência e compreensão da importância da medição dos custos da qualidade
8	ÍNDIA	Chopra e Garg, 2012	Pesquisa em indústrias do norte da Índia	Diversificado	Apenas 56% calculam o custo da qualidade em suas organizações
9	TURQUIA	Uyar, 2008	Pesquisa em empresas	Diversificado	quase 50% implementam o sistema de custo da qualidade, após a implantação, diminuíram as reclamações de clientes, volume de vendas aumentou.
10	ÍNDIA	Desai, 2008	Pequena empresa	PAF	Redução 24% em 1 ano
11	MALÁSIA	Tye et al., 2011	Pesquisa em 63 indústrias que medem os custos da qualidade	Diversificado	Redução do retrabalho e redução dos custos de falha, além do aumento das vendas
12	SUÍÇA	Freiesleben, 2006	Modelo matemático criado	Diversificado	A melhoria da qualidade aumenta o volume de unidades de venda e, assim, diminui a carga de custos unitários
13	IRÃ	Shirouyehzad et al., 2009	Modelo matemático criado	Diversificado	Os custos de avaliação ou inspeção são importantes, porém não mais que os custos de prevenção
14	EUA	Rodchua, 2006	Estudo de caso	Processo	Indicou que os custos de prevenção, e os custos de falhas externas, foram os mais prioritários para a redução de custos
15	EUA	Sower et al., 2007	Estudo de caso	Processo	O sistema de qualidade amadurece quando os custos de falhas externas diminuem o total dos custos da qualidade
16	AUSTRÁLIA	Chan et al., 2005	Modelo matemático proposto	Processo	Define o tamanho do investimento necessário, a prevenção, lote de produção, os custos relacionados à qualidade e os níveis ideais de estoque.
17	MALÁSIA	Omar e Murgan, 2014	Modelo matemático proposto	PAF	A empresa estudada subestima os custos da qualidade, e se preocupava apenas com 3% da fonte geradora de custos.
18	EUA	Weheba e Elshennawy, 2004	Modelo matemático proposto	PAF	Custos da qualidade alcançou o investimento nos processos de melhoria contínua
19	MALÁSIA	Omar et al., 2009	modelo analítico proposto	PAF	A simulação foi feita em três etapas e o modelo se mostrou adequado para tal simulação
20	EUA	Franca et al., 2010	modelo analítico proposto	PAF	O objetivo de verificar os prós e contras entre lucro e qualidade, na tomada de decisões, foi atingido
21	CHINA	Wang e Chen, 2006	Modelo matemático proposto	PAF	O objetivo principal de melhorar um modelo matemático já existente, foi atingido
22	MEXICO	Castillo-Villar et al., 2012	Modelo matemático proposto	Processo	Mensurar os o custo da qualidade como uma medida global de desempenho para toda a cadeia de suprimentos
23	CANADÁ	Ramudhin et al., 2008	Modelo matemático proposto	Processo	criar um modelo de integração do custo da qualidade, para a modelagem de uma cadeia de suprimentos
24	CANADÁ	Alzaman et al., 2009	Estudo de caso para avaliar sete modelos matemáticos	Processo	Concluiu que as funções podem ser incorporadas na análise de custo de qualidade para cadeia de suprimentos
25	ÍNDIA	Chopra e Garg, 2011	Pequena indústria	PAF	Ao aumentar os esforços em atividades de prevenção e avaliação, os custos da não conformidade diminuem.
26	TURQUIA	Özkan e Karabrahmoglu, 2013	Estudo de casos em pequenas e médias empresas	ABC	Facilidade na medição e o relato do custo da qualidade, detectando custos relacionados com a qualidade de valor não agregado
27	CHINA	Liu et al., 2008	Estudo de caso	ABC	Redução das falhas
28	AUSTRÁLIA	Emsley, 2008	Pesquisa comportamento entre duas plantas da mesma empresa	PAF	Apresentaram resultados diferentes para a mesma metodologia considerada, mesmo tratando-se da mesma empresa
29	ÍNDIA	Chopra e Garg, 2012	Estudo que procurou estimar e implantar o custo da qualidade	PAF	Houve uma redução de 23% dos custos com a qualidade
30	ÍNDIA	Mukhopadhyay, 2004	Estudo que procurou estimar e implantar o custo da qualidade	PAF	Obtiveram como resultado a redução dos custos da qualidade ao longo do tempo
31	ÍNDIA	Akhade e Jaju, 2009	Estudo que procurou estimar e implantar o custo da qualidade	PAF	Obtiveram como resultado a redução dos custos da qualidade ao longo do tempo
32	TAILÂNDIA	Wudikharn, 2011	Estudo de caso	ABC	O método proposto consegue avaliar o desempenho das máquinas, por meio da combinação de métodos, que incluem o custo da qualidade
33	ARGENTINA	Fons, 2012	Estudo de caso	PAF	O modelo proposto vincula o custo da qualidade aos relatórios financeiros, mostrando os pontos que devem ser tratados na empresa
34	EUA	Cook e Ali, 2010	Estudo de caso em uma fábrica de montagem de automóveis	Processo	Apresenta uma contabilidade mais precisa dos resultados esperados, referente aos projetos de melhoria da qualidade

Quadro 7- Resumo de todos os casos pesquisados

Fonte: Elaborado pelo autor

3. METODOLOGIA

Nesta dissertação, adota-se a classificação de Diehl e Atim (2004), que é constituída segundo as bases lógicas de investigação, a abordagem do problema, o objetivo geral e o procedimento técnico.

Diehl e Tatim (2004) definem a metodologia como o estudo e a avaliação dos diversos métodos com o propósito de identificar possibilidades e limitações no processo da pesquisa científica. Sendo o método a abordagem de um problema com a sua análise prévia e a sistemática para sua solução, é, também, a maneira lógica de organização da sequência das atividades, para se chegar a um fim almejado. Os autores mencionam que não se deve seguir uma classificação com rigidez, pois cada trabalho tem suas particularidades e, muitas vezes, não é limitado por um único método ou tipo de pesquisa.

3.1 Tipo de Pesquisa existentes

Segundo Oliveira (2006), de acordo com a natureza, a pesquisa científica pode ser classificada:

- **Básica:** tem foco na geração de conhecimento e, portanto, tem característica formal, procurando conceituar generalizações, princípios, leis;
- **Aplicada:** tem foco na prática, na solução de problemas, na geração de resultados que possam ser aplicados.

3.2 Tipos de Métodos existentes

As abordagens metodológicas, utilizadas no desenvolvimento dos trabalhos científicos, têm merecido atenção de diversos pesquisadores na Engenharia de Produção, tendo, como resultado, o desenvolvimento de trabalhos melhor estruturados, que podem ser replicados e aperfeiçoados por outros pesquisadores (Miguel, 2011).

Segundo as bases lógicas da investigação, o método adotado pode ser classificado como fenomenológico, pois se preocupa com a descrição direta da experiência, tal como ela é, entendida e compreendida pelos envolvidos com o objeto de estudo. Esse método é comum em pesquisas qualitativas.

Em relação à abordagem do problema, ela é relacionada à sua natureza ou ao seu nível de aprofundamento, com duas estratégias diferentes, a pesquisa quantitativa e a pesquisa qualitativa (Diehl e Tatim, 2004):

- **Pesquisa quantitativa:** caracteriza-se pelo uso da quantificação, tanto na coleta, quanto no tratamento das informações por meio de técnicas estatísticas, com o objetivo de garantir resultados e evitar distorções de análise e de interpretação, possibilitando uma margem de segurança maior quanto às inferências.
- **Pesquisa qualitativa:** descrever a complexidade de determinado problema e a interação de certas variáveis, compreender e classificar os processos dinâmicos vividos por grupos sociais, contribuir para o processo de mudança de dado grupo e possibilitar, em maior nível, a profundidade, o entendimento das particularidades do comportamento dos indivíduos. A pesquisa qualitativa enfatiza o processo e seu significado, enquanto a quantitativa preocupa-se em medir (quantidade, frequência e intensidade) e analisar as relações causais entre as variáveis (Terence e Escrivão filho, 2006).

De acordo com os objetivos, a pesquisa pode ser (Diehl e Tatim, 2004):

- **Pesquisa exploratória:** tem, como objetivo, proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou construir hipóteses. Na maioria dos casos envolve o levantamento bibliográfico, a realização de entrevistas com pessoas que possuem experiência prática com o problema pesquisado e a análise de exemplos que estimulem a compreensão;
- **Pesquisa descritiva:** tem como objetivo a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou então, o estabelecimento de relações entre variáveis. Uma de suas características mais significativas é a utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como questionário-formulário e observação sistemática. Segundo o procedimento técnico, ainda de acordo com Diehl e Tatim (2004), para analisar os fatos, do ponto de vista empírico, é preciso delinear o trabalho de pesquisa, que envolve a coleta e a interpretação dos dados. Dessa forma, as pesquisas podem ser classificadas como:
- **Pesquisa bibliográfica:** desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos;

- **Pesquisa documental:** assemelha-se à pesquisa bibliográfica. A pesquisa documental vale-se de materiais que ainda não receberam tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com o objetivo do trabalho;
- **Pesquisa *ex-post-facto*:** trata-se de um experimento que se realiza depois dos fatos. São tomadas, como experimentais, situações que se desenvolveram naturalmente e trabalha-se sobre elas como se estivessem submetidas a controle;
- **Pesquisa levantamento:** caracteriza-se pelo questionamento direto das pessoas cujo comportamento ou ações deseja-se conhecer. Basicamente, se procede à solicitação de informações a um grupo significativo de indivíduos acerca do problema estudado, em seguida, mediante análise quantitativa, obtêm-se as conclusões correspondentes aos dados coletados;
- **Estudo de Caso:** caracteriza-se pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa praticamente impossível mediante os outros delineamentos considerados. De acordo com Miguel (2011), os estudos de casos tratam uma análise aprofundada de um ou mais objetos (casos), para que permita o seu amplo e detalhado conhecimento. Seu objetivo é aprofundar o conhecimento, acerca de um problema não suficientemente definido, visando estimular a compreensão, sugerir hipóteses e questões ou desenvolver a teoria. A principal tendência, no estudo de caso, é a tentativa de esclarecimento do motivo pelo qual uma decisão foi tomada, como foi implantada e com quais resultados.

Segundo Gil (2002), os diferentes propósitos para a utilização do estudo de caso são:

- Explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos;
- Preservar o caráter unitário do objeto estudado;
- Descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação;
- Formular hipóteses ou desenvolver teorias;
- Explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamento e experimentos;
- **Pesquisa-ação:** é um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e na qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

- **Pesquisa participante:** assim como a pesquisa-ação, caracteriza-se pela interação entre os pesquisadores e os membros das situações investigadas. Mostra-se comprometida com a minimização da relação entre dirigentes e dirigidos e, por essa razão, tem-se voltado para a investigação junto a grupos desfavorecidos.

3.3 Métodos utilizados nesta Dissertação e justificativas

Nesta dissertação, a abordagem utilizada foi a de pesquisa qualitativa por descrever a interação de certas variáveis, compreendendo e classificando os custos da qualidade da empresa. Segundo Vergara (2005), o Estudo de caso é uma das principais recomendações para abordagem qualitativa. A natureza é de uma pesquisa aplicada, pois o objetivo principal é a implantação de um método em uma empresa, para que ele possa ser utilizado por seus gestores e traga resultados válidos para auxílio na tomada de decisão. O procedimento técnico adotado foi o estudo de caso, por apresentar um problema que não tem uma solução pré-definida, exigindo empenho da gestão da empresa estudada, visando identificar o problema, analisar evidências, desenvolver argumentos lógicos, avaliar e propor soluções. Os métodos aplicados foram os de pesquisa bibliográfica devido à pesquisa em materiais e artigos já publicados, e pesquisa documental, pois parte da investigação concentra-se em dados obtidos, a partir de documentos restritos da empresa estudada. Esses documentos foram elaborados conforme a necessidade da empresa, estando de acordo com seus requisitos de gestão da qualidade total.

As características do método empregado na presente dissertação estão descritas no Quadro 8.

Classificação da Pesquisa	Metodologia Aplicada
Abordagem	Qualitativa
Natureza da Pesquisa	Aplicada
Procedimento Técnico	Estudo de caso
Método	Pesquisa Bibliográfica; Pesquisa documental

Quadro 8 - Métodos empregados na presente dissertação

Fonte: Elaborado pelo autor

3.4 Execução da pesquisa: coleta de dados

Para possibilitar a viabilidade da pesquisa, os dados derivados do problema analisado são fundamentais. É necessário que as técnicas e métodos aplicados, tenham sido escolhidos com a finalidade de extrair os dados que irão gerar informações úteis, para os fins pretendidos.

Diferenciando de acordo com o tipo de investigação, as circunstâncias e disponibilidades do objeto de pesquisa. Marconi e Lakatos (2008) indicam as seguintes técnicas de pesquisa:

- Coleta documental;
- Observação;
- Entrevista;
- Questionário;
- Formulário;
- Medidas de opiniões e de atitudes;
- Técnicas mercadológicas;
- Testes;
- Sociometria;
- Análise de conteúdo;
- História de vida;

Na presente dissertação foram aplicadas, e serão descritas, as seguintes técnicas: pesquisa bibliográfica, coleta documental e observação direta.

Segundo Marconi e Lakatos (2008), a finalidade da pesquisa bibliográfica “[...] é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto”. Dessa forma, não se pretende somente repetir o que já foi afirmado por outros autores, mas mostrar um novo olhar sobre o debate existente e, talvez, chegar a conclusões inovadoras.

A pesquisa bibliográfica realizada neste capítulo teve como objetivo deixar o leitor ciente das teorias que serão aplicadas no próximo capítulo, assim como embasar o estudo, mostrando a utilização de técnicas e métodos válidos e reconhecidos pela literatura, além de mostrar o conhecimento das mesmas por parte do pesquisador.

A coleta documental refere-se à coleta de dados extraídos de documentos (escritos ou não) de fontes primárias. Nesse caso, a empresa forneceu os demonstrativos dos gastos mensais e resultados de indicadores de desempenho da qualidade durante um período de doze meses: junho de 2014 a julho de 2015.

A observação é uma técnica que não consiste apenas em ver e ouvir, mas examinar e, de maneira imparcial, interpretar os fatos que estão ocorrendo. Para extrair as informações referentes ao funcionamento da empresa, observações diretas foram usadas. Algumas limitações dessa técnica prejudicam a coleta de dados e podem influenciar marcadamente a pesquisa: o observado pode tender a criar impressões, favoráveis ou desfavoráveis ao observador; a duração dos acontecimentos é variável e, na ocorrência de eventos simultâneos, torna-se difícil a coleta de dados; por fim, a ocorrência não espontânea dos fatos mascara os dados reais que poderiam ser coletados.

A Figura 3 foi construída para que melhor seja visualizado o caminho tomado pelo autor para a realização da sua pesquisa, sendo que, muitas destas etapas aconteceram simultaneamente.

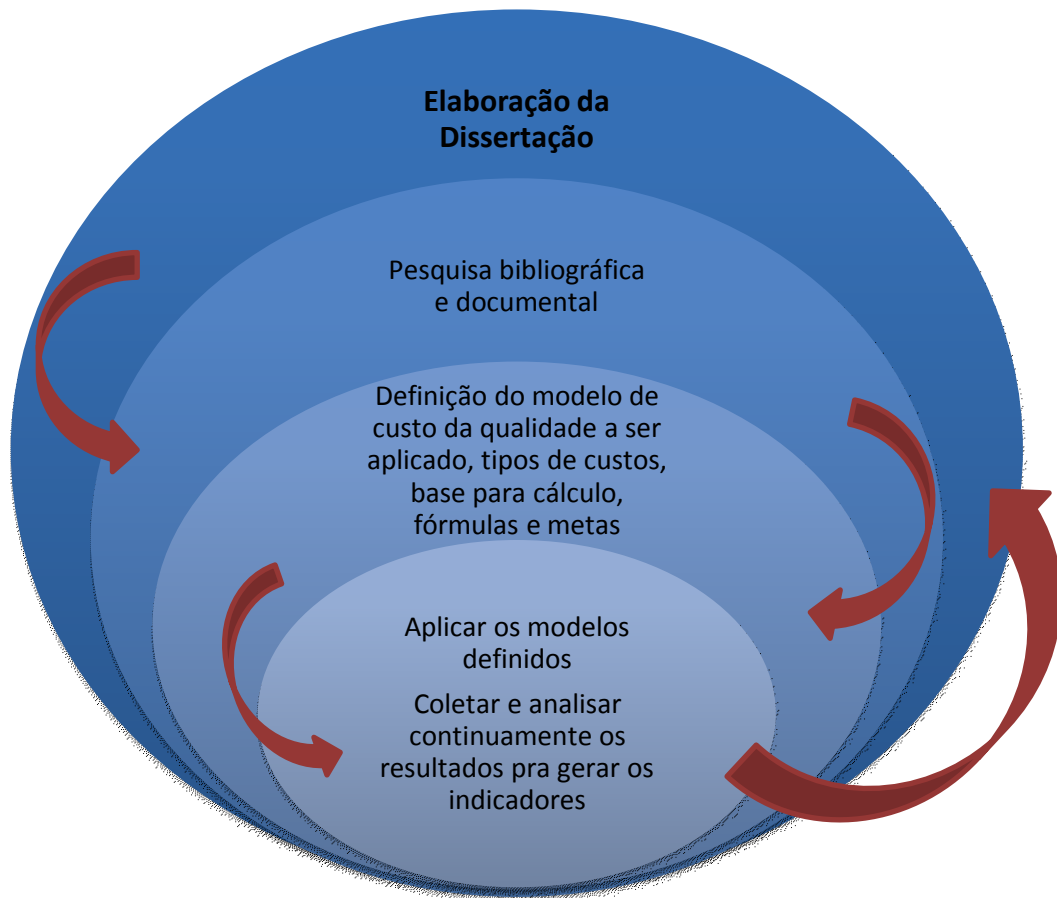


Figura 3- Etapas metodológicas

Fonte: Elaborado pelo autor

4. ESTUDO DE CASO

4.1 Desenvolvimento da metodologia em um caso real na empresa estudada

Os registros deste estudo de caso, realizado ao longo de doze meses, foi, especificamente relacionado a uma empresa de pequeno porte. A empresa estudada é do segmento de usinagem e ferramentaria industrial, localizada no Estado de São Paulo.

É uma empresa de ferramentaria e prestadora de serviços de metrologia e inspeção de qualidade.

A Empresa estudada está no mercado desde 2008. Tem como principais clientes as empresas automobilísticas e autopeças que formam 80% de seus clientes e os demais clientes são empresas aeroespaciais ou de segmentos diversos, que necessitam de serviços de ferramentaria e usinagem especial.

Os produtos fornecidos pela empresa estudada são específicos por encomenda e não se aplica a produção seriada em seu escopo de fornecimento.

Durante o período de realização deste estudo, o número de funcionários da empresa era em torno de 52.

A Figura 4 demonstra o organograma das áreas e departamentos da empresa estudada:

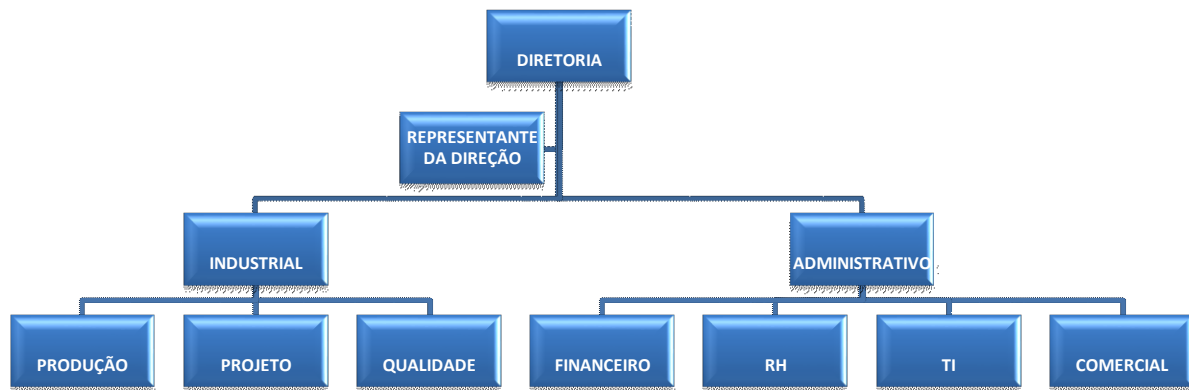


Figura 4 - Organograma da empresa estudada
Fonte: Empresa estudada

A empresa estudada adquire externamente os processos de tratamento térmico, tratamento superficial e de calibração dos dispositivos de medição. Esses processos são controlados através de qualificação do fornecedor e/ou análise crítica dos certificados recebidos. Para os processos de usinagem realizados, por fornecedores da empresa, a conformidade do produto é evidenciada através de relatório dimensional, sendo que, para os

fornecedores certificados com SGQ NBR ISO 9001, o relatório dimensional não se torna necessário. Para o processo de erosão à fio, não é necessário relatório dimensional, porém o fornecedor deve pertencer à lista de fornecedores qualificados da empresa estudada. Nesse caso, a conformidade é assegurada na metrologia da empresa estudada, através de medições e/ou testes em contra peças.

Todos os demais processos realizados internamente, pela empresa estudada, estão descritos detalhadamente na Interação dos Processos conforme Figura 5:

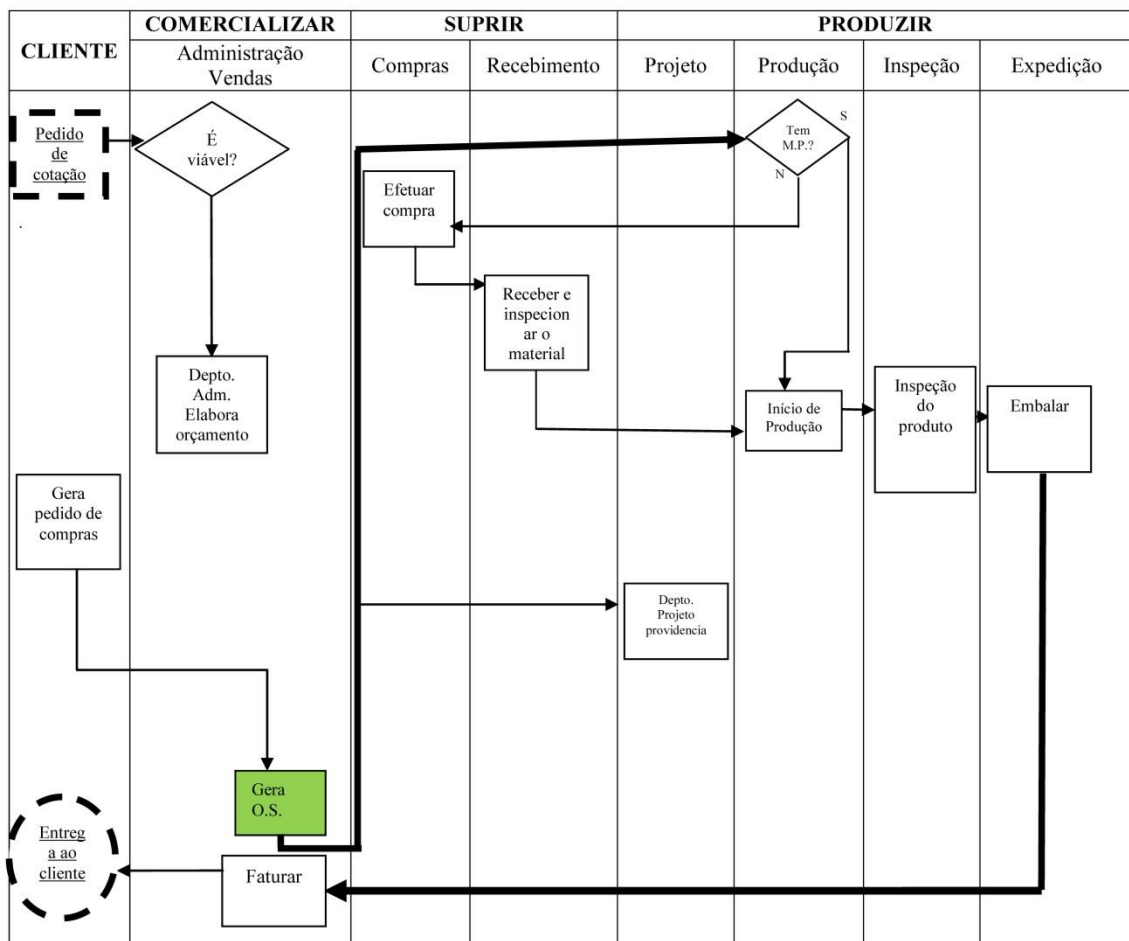


Figura 5- Interação dos processos da empresa estudada
Fonte: Empresa estudada

A empresa estudada possui um certificado de sistema de gestão da qualidade, sendo, o mesmo, concedido e auditado por um órgão certificador credenciado pelo Inmetro. Por meio da auditoria de certificação, foi comprovado e concedido o certificado, assegurando que o sistema de gestão da empresa estudada implementou, mantém e cumpre os requisitos da norma NBR ISO 9001: 2008 para o seguinte escopo:

"Serviço de metrologia tridimensional; embarque controlado I/II e prestação de serviços de inspeção e retrabalho no ramo industrial / automotivo / autopeças; projeto, fabricação e comercialização de produtos usinados, calibradores e dispositivos de controle; ferramentaria de precisão, caldeiraria e estamparia" , conforme o Manual da Qualidade (2011, p.4).

A alta direção da empresa estudada assegura que a política da qualidade da empresa é apropriada, comunicada e entendida por toda a organização, sendo divulgada conforme a seguir:

“POLÍTICA DA QUALIDADE

A (nome da Empresa) busca a melhoria contínua da eficácia do Sistema de Gestão da Qualidade, com o propósito de atender aos requisitos e expectativas de nossos clientes, estabelecendo-se uma relação de parceria com os fornecedores e capacitando nossos funcionários como chave para o sucesso de nossa empresa” conforme o Manual da Qualidade (2011, p.8).

Essa política inclui o comprometimento com o atendimento aos requisitos dos clientes e com a melhoria, contínua, da eficácia do sistema de gestão da qualidade, além de proporcionar uma estrutura, para o estabelecimento e análise crítica dos objetivos da qualidade. Essa política é analisada crítica e periodicamente para a manutenção da sua adequação.

4.1.1 O processo de fabricação na empresa

O processo de fabricação na empresa estudada inicia com o recebimento de um pedido de compras de um cliente. De posse do pedido de compras, emite-se uma Ordem de Serviço (OS), e essa OS é encaminhada para a produção, juntamente com os respectivos documentos de fabricação, como projeto, desenho e demais documentos necessários.

Cada produto fabricado recebe uma OS, sendo que, por ser produção específica, seus produtos são variados. Em sua linha de produção, uma ampla gama de itens, a serem produzidos, é distribuída pelos processos e, cada profissional da ferramentaria é responsável por desenvolver suas operações e processos, conforme cada tipo de produto e atividade.

Na ferramentaria não existem roteiros de fabricação, ou processos operacionais passo a passo; a mão de obra qualificada dessa área já requer que os profissionais sejam qualificados

e aptos a desenvolver o processo de cada desenho, antes de preparar a matéria-prima, e dar início à preparação do material, ajustes de máquinas, verificação do ferramental. Quando o profissional realiza o processo de usinagem, já considera as operações posteriores, calculando e reservando sobremetal para as demais operações, interagindo com os demais profissionais, para garantir que, ao término de suas operações, o produto esteja conforme o desenho, em aspectos de qualidade e prazo de entrega.

4.1.2 Avaliação da metodologia para a definição da melhor opção no caso da empresa estudada

Para a realização deste estudo na empresa, alguns modelos de custos da qualidade foram avaliados de modo a definir o melhor método a ser aplicado.

O clássico modelo PAF foi o primeiro a ser avaliado; porém, por ser um método em que o custo-padrão não é completo e, por deixar de fora as informações de tratamento dos custos de cada produto, não se torna viável de ser aplicado, isoladamente. Porém, seu método é bastante adequado para se associar a um modelo de custeio, que identifique cada custo ao processo de cada produto produzido.

O modelo de custo de processo, também, não é viável para a empresa estudada, pois a produção dessa não é seriada, e realizar um controle de custos por processo não facilita o rateio dos custos para cada produto. Na formação dos custos de venda da empresa, os custos são atrelados a cada produto fabricado e não a cada processo ou operação. A tentativa de associar os custos fixos e variáveis dos produtos, ao processo, irá provocar resultados não coerentes com a realidade. Portanto, esse modelo não se torna viável.

Ao avaliar o modelo de custo de oportunidade ou intangíveis, rapidamente concluiu-se da sua inviabilidade, pois a empresa estudada produz de acordo com cada pedido de compras recebido, que gera a OS; além disso, os custos de oportunidade não são os mais relevantes para a empresa, mas sim os custos fixos e variáveis, que formam os custos do produto e seu preço de venda, já contemplando a margem de contribuição. Implantar um modelo de custo de oportunidade nessa empresa seria uma decisão inadequada, pois concentraria esforços em uma ação de menor impacto, para o quadro de realidades de custos da qualidade da empresa.

Observou-se que nessa empresa, o grau de preocupação com a qualidade do produto é muito elevado, a fim de atender as necessidades do cliente, juntamente com as especificações técnicas de cada desenho que recebe.

As pequenas empresas de usinagem e ferramentaria já têm por obrigação produzir exatamente o que está no desenho, realizando o mínimo necessário para manter um custo baixo e a competitividade no mercado. O que se pôde observar, durante o estudo na empresa, é o seu diferencial em se preocupar, questionar o cliente, quando necessário, se o que ele está pedindo é, realmente, o que ele precisa. É muito comum, em alguns desenhos e projetos, haver conflitos de informações, podendo, de forma desnecessária, encarecer o produto, entendido, eventualmente, como excesso de qualidade.

Um exemplo disso são alguns desenhos que a empresa recebe de seus clientes, com tolerâncias dimensionais muito restritas, desnecessariamente, ou um acabamento superficial e até mesmo um tratamento térmico exagerado, desnecessário. Esse *feedback* contínuo entre o cliente e a empresa torna a relação mais sólida e confiante.

4.1.3 Metodologia aplicada ao caso da empresa estudada

A empresa estudada adotou o modelo PAF, para associar a um modelo de medição, adequado ao seu processo, conforme a Figura 6.

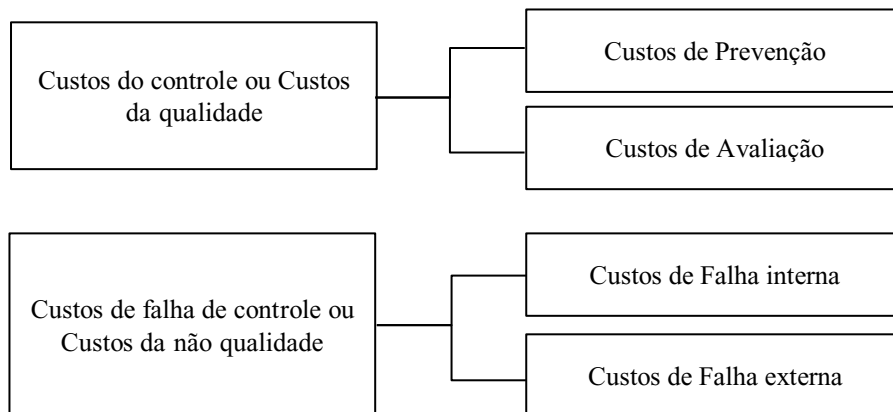


Figura 6- Áreas do custo da qualidade
Fonte: Feigenbaum (1994)

Devido às suas condições operacionais, de processos específicos e não seriados, para a empresa estudada, o melhor modelo de custeio precisa possibilitar a coleta de dados por ordem de serviço, que atrela os custos a cada produto fabricado, independente de todo o processo manter vários itens produzidos ao mesmo tempo. Por essa razão, o modelo de custeio baseado por atividade ABC foi o escolhido, para ser associado ao sistema de classificação PAF.

O modelo ABC apresenta uma tendência a se adequar à necessidade da empresa, pois absorve os custos por atividade (produto), saindo da visão departamental e entrando no campo produtivo, tornando-se uma vantagem para a empresa. O modelo ABC rastreia as atividades mais relevantes da empresa, sendo isso o ideal para uma produção puxada: fazer o necessário quando necessário, ou seja, reduzir ao máximo o estoque, produzindo apenas aquilo que o cliente encomendou. Dessa forma, identifica-se a rota de consumo dos recursos da empresa, tratando o custo final do produto como consequência, separando as atividades que agregam das que não agregam valor ao resultado final de cada produto.

No modelo ABC, as atividades são direcionadas como um rateio dos processos realizados, denominado *direcionador de custo*. Dessa forma, para a empresa estudada, foi criado um direcionador de custo específico para cada tipo de atividade. Com o modelo ABC é possível usar múltiplas bases de rateio. A desvantagem desse modelo é que, por ser um método muito mais exato e objetivo, necessita ser tratado com critérios mais atentos; entretanto, essa desvantagem é das menores, em relação aos demais sistemas apresentados anteriormente.

4.1.4 Fórmulas e metas aplicadas na medição do custo da qualidade da empresa

O Quadro 9 apresenta fórmulas e metas definidas, aplicadas pela empresa estudada, no primeiro ano da implantação do modelo de custos da qualidade.

Essas fórmulas tiveram seu desenvolvimento, para possibilitar as medições de cada tipo de custo da qualidade específico da empresa estudada, conforme base para cálculo do Quadro 5.

Muitas fórmulas foram aproveitadas e aprimoradas dos dados internos do sistema de gestão da qualidade da empresa. Dessa maneira, muitos levantamentos de informações, para gerar o modelo matemático e fórmulas, foram retirados do manual da qualidade da empresa estudada. Também, já foi estabelecida a meta para o segundo ano, fundamentada e readequada aos resultados apresentados no primeiro ano.

Classe	Tipo de Custo	Fórmula	Meta 1º ano	Meta 2º ano
Prevenção	Planejamento da qualidade	$P = \frac{FEP}{OSP}$	0%	0%
	Garantia da qualidade do produto e serviço	$Q = \frac{FEM}{OSP}$	0%	0%
	Treinamento do pessoal	$T = \frac{QFE}{VT}$	gerencial	gerencial
Avaliação	Inspeção	$I = \frac{FEI}{OSP}$	0%	0%
	Calibração e manutenção de instrumentos	$C = \frac{VC}{QIE}$	gerencial	7%
Falha Interna	Desperdício	$D = \frac{CMP}{CMA}$	0%	0%
	Rejeição	$RJ = \frac{QR}{QP}$	3%	1%
	Retrabalho	$RT = \frac{QT}{QP}$	5%	3%
	Exceder as necessidades	$CEN = \frac{AR}{AE}$	gerencial	+ 2% - 8%
	Embalagem	$E = \frac{FE}{OSP}$	0%	0%
Falha Externa	Processo Subcontratado	$F = \frac{FF}{OSP}$	0%	0%
	Compra de materiais	$CM = \frac{CP}{CG}$	0%	0%

Quadro 9- Fórmulas e metas para implantação do custos da qualidade
 Fonte: Elaborado pelo autor

AE = Apontamento teórico Estimado no ato da cotação no mês	F = Índice de perdas oriundas de Fornecedores de processos	QFE = Quantidade do quadro de Funcionários da Empresa
AR = Apontamento Real no mês	FE = Falha oriunda de Embalagem no mês	QIE = Quantidade total de Instrumentos ativos na Empresa
C = Calibração e manutenção de instrumentos e meio de controle	FEI = Falha por Erro de Inspeção de recebimento no mês	QP = Quantidade de peças Produzidas no mês
CEN = Custo de Exceder as Necessidades	FEM = Falha por Erro de Medição durante o processo no mês	QR = Quantidade de peças Rejeitadas no mês
CG = Valor dos custos Gerais de todos materiais adquiridos	FEP = Falha por Erro no Planejamento da qualidade no mês	QT = Quantidade de peças Retrabalhadas no mês
CM = Índice de perdas oriundas de Compras de Materiais	FF = Falha oriunda de Fornecedores de processos	RJ = Índice de peças Rejeitadas
CMA = Custo de matéria prima adquirida no mês	I = Inspeção	RT = Índice de peças Retrabalhadas
CMP = custo de matéria prima perdida no mês	OSP = Ordem de Serviço Programada no mês	T = Treinamento do pessoal
CP = Valor dos Custos de materiais Perdidos devido erro de compra	P = Planejamento da qualidade	VC = Valor gasto com Calibração no mês
D = Desperdício / refugo da produção	Q = Garantia da qualidade do produto e serviço	VT = Valor de investimentos em Treinamento no mês
E = Índice de perdas oriundas de Embalagem		

4.2 Método aplicado para a medição dos custos de prevenção

Para realizar as medições e monitoramento dos resultados apresentados durante os 12 meses do estudo de caso, a empresa estudada coletou mensalmente todos os valores de custo da qualidade específico de cada tipo de custo.

Para transformar os valores em indicadores de desempenho, foram utilizadas as fórmulas estabelecidas no Quadro 9.

O método aplicado para coleta de dados dos custos de prevenção, avaliação e falhas, a fim de alimentar as fórmulas e modelar os indicadores, serão descritas a seguir.

4.2.1 Planejamento da qualidade

A empresa estudada mantém um *checklist* implementado, com objetivo de englobar todos os assuntos relacionados ao planejamento de projetos e visando atender às exigências do cliente, mantém registros de ações necessárias para atender todas as OS em específico.

O indicador selecionado para quantificar o planejamento da qualidade foi o cumprimento dos planos de ações e prazos, assim como a análise crítica, para verificar se o que o cliente está precisando, é realmente o que ele está pedindo, e se a empresa tem condições para realizar.

As fórmulas para esse cálculo e dos demais, encontram-se no Quadro 9.

4.2.2 Garantia da qualidade do produto e do serviço

O indicador selecionado para quantificar a garantia da qualidade do produto e do serviço, foi o índice de falhas resultantes por erro durante a medição do produto, ou seja, o controle de qualidade e monitoramento de seu desempenho durante o processo de fabricação.

Quando uma falha interna for evidenciada e caracterizada por esse erro, durante o processo fabril, os custos decorrentes são fundamentados na garantia da qualidade deficiente e, assim, direcionados como falha de prevenção.

Ações adequadas são tomadas para sanar o problema, sendo que um relatório de ação corretiva é aberto para investigar a causa raiz, impedindo assim suas reincidências em novos casos.

4.2.3 Treinamento do pessoal

Quando existe a necessidade de treinamentos, elas são identificadas pelos responsáveis das áreas que julgam as necessidades, de acordo com a atividade de cada funcionário.

Cabe ao departamento de RH pesquisar o custo, carga horária e entidade a realizar os treinamentos aprovados, juntamente com inscrições e pagamentos, além de realizar um controle de treinamento (formulário-padrão da empresa) para administração dos treinamentos previstos, realizados ou cancelados.

Também são utilizadas listas de presença para comprovação de realização de treinamento interno. Nos casos de treinamentos externos, o departamento de RH mantém cópia dos certificados de treinamento dos participantes, para efeito de comprovação.

Após conclusão do treinamento, é efetuada uma avaliação da eficácia e seu resultado é calculado através da divisão total dos pontos, obtidos pelos pontos possíveis, multiplicados por 100. Essa avaliação serve como auxílio no monitoramento da gestão de recursos. Quando a eficácia do evento/treinamento for inferior a 75%, um relatório de ação corretiva é emitido para avaliar a necessidade de possíveis ações e, se necessário, é realizado novo treinamento.

Esse indicador é gerencial, não existe uma meta, porém espera-se que quanto melhores os resultados gerais dos custos da qualidade, menores serão os custos com perdas de falhas e correções, desta forma justificando a tendência ascendente de investimentos em treinamentos necessários, desde que dentro de uma coerência.

4.3 Método aplicado para a medição dos custos de avaliação

4.3.1 Inspeção

O indicador selecionado para quantificar a inspeção do produto e do serviço, foi o índice de falhas resultantes por erro de medições iniciais do produto, ou seja, o controle de qualidade e monitoramento de seu desempenho antes do início do processo de fabricação.

Quando uma falha interna evidenciada for caracterizada por erros de inspeção de recebimento dos materiais, de uso direto ou indireto do produto e serviço, os custos decorrentes são fundamentados na inspeção, assim, direcionados para custo de avaliação.

Ações são tomadas para corrigir o problema, sendo que um relatório de ação corretiva é aberto para investigar a causa raiz. A empresa implementou um formulário denominado Relatório de Inspeção de Recebimento (RIR), em que são conferidas todas as informações pertinentes ao material recebido, tais como:

- Quantidade;
- Volume;
- Preço;
- Nota Fiscal;
- Controle dimensional e demais informações pertinentes ao recebimento.

4.3.2 Calibração e manutenção de instrumentos e meio de controle de qualidade

A empresa estudada mantém um sistema de controle dos equipamentos de medição, necessários, para evidenciar a conformidade de seus produtos, conforme estabelecido no seu manual da qualidade. As calibrações são executadas, externamente, por empresas subcontratadas, as quais possuem padrões rastreáveis e pertence à Rede Brasileira de Calibração (RBC). Adicionalmente, a empresa estudada avalia e registra a validade dos resultados de medições anteriores, quando constatar que o equipamento não está conforme com os requisitos. A organização mantém registros dos resultados de calibração e verificação.

A frequência de calibração, aplicável a cada grupo de instrumentos, é definida em um documento interno da empresa e uma cópia é entregue ao laboratório de calibração. Os instrumentos que se apresentarem reprovados, pelo critério de aceitação atual, não são

reprovados instantaneamente, pois podem ser adequados a outras áreas de tolerâncias maiores, e o departamento de metrologia da empresa realiza essa avaliação. Dessa forma, evita-se desativar instrumentos que, ainda, possam apresentar resultados e produtividade de qualidade.

Por existir uma relação controlada dos instrumentos de medição, assim como a frequência de calibração, os custos de calibração são estáveis, fixos e previsíveis; porém, quando uma má utilização do instrumento ou, até mesmo, fadiga resultar em necessidades de manutenção ou substituição, a empresa estudada avalia a necessidade e os custos, antes de aprovar as ações pertinentes.

O indicador é gerencial, não existe uma meta, funciona como monitor e gerenciador dos custos e, quando visualizada uma tendência de custos elevados, são realizadas ações imediatas a fim de investigar possíveis descontroles e falhas operacionais por má utilização dos instrumentos.

Com essa relação, é possível demonstrar, no indicador do mês, a porcentagem de falhas resultantes nos custos da qualidade, para esse índice.

4.4 Método aplicado para a medição dos custos de falha interna

4.4.1 Desperdício

Algumas das principais razões da ocorrência de desperdício, durante o processo produtivo, são oriundas de insuficiente qualificação profissional, utilização de matéria-prima de baixo custo e de qualidade inferior, falta de atenção operacional e *setup* de máquinas. As perdas significativas, apuradas nos custos da qualidade, que estão classificadas como desperdícios, passaram a ser observadas e ações internas foram tomadas pela empresa.

4.4.2 Rejeição

A empresa estudada assegura que produtos, que não estejam em conforme com os requisitos, sejam identificados e controlados, para evitar seu uso não intencional ou entrega. O seu manual da qualidade estabelece procedimentos, para definir os controles, as responsabilidades e a autoridade relacionada, para lidar com o produto não conforme.

Os produtos que, eventualmente, apresentem não conformidades são segregados, avaliados e tem sua disposição definida por pessoal respectivamente designado, com

autoridade para essa atividade. Quando o produto, não conforme, sofrer retrabalho ou reparo, esse é inspecionado novamente, para demonstrar a conformidade com os requisitos.

As não conformidades são registradas, apropriadamente, no relatório de ações corretivas e ações preventivas, sobre o qual se dispõe a destinação a ser dada ao produto.

Quando a não conformidade do produto for detectada, após a entrega ao cliente, ou início de seu uso, a empresa estudada toma as ações apropriadas em relação aos efeitos, ou potenciais efeitos, da não-conformidade.

Dessa forma, um dos registros mais importantes apurado pela empresa, após a medição dos custos da qualidade, foi a evidência de perda por peças rejeitadas. Ao medir a quantidade de peças rejeitadas em julho de 2014, a empresa identificou que 6,4% de sua perda foi por produção rejeitada, resultado da falta de padronização operacional, oriunda da falta de qualidade adequada em não atender os padrões da empresa e do cliente. Uma OS pode ser de várias peças iguais, mesmo desenho, porém, não necessariamente, todas as peças são rejeitadas, mas somente uma fração da programação da OS.

4.4.3 Retrabalho

Ao medir a quantidade de peças não conforme, que necessitaram de retrabalhos, para atender aos requisitos específicos, em julho de 2014, a empresa identificou que 7,3% de sua perda foi por produção retrabalhada, resultado da falta de padronização operacional, oriunda da falta de qualidade adequada, por não atender aos padrões da empresa e do cliente. Uma OS pode ser de várias peças iguais, mesmo desenho, porém, não necessariamente, todas as peças são retrabalhadas, mas somente uma fração da programação da OS.

4.4.4 Exceder as necessidades

A medição de exceder as necessidades consiste em monitorar a realização de operações com zelo operacional excessivo, tratando-se de operações fora de especificação do desenho (Bank, 1998).

Quando um determinado produto não requer operações de precisão, as operações são realizadas em equipamentos que atendam as expectativas e necessidades, suficientes, das tolerâncias do desenho do produto. Um exemplo, típico, são os produtos que não possuem especificações de tratamento térmico ou tratamento superficial que, por excesso de zelo operacional, acabam recebendo esses tipos de tratamentos, somente para ter uma qualidade

superior. Essas operações não são calculadas no ato da elaboração do orçamento do produto, tornando-se operações e atividades gratuitas.

A empresa estudada tem essa política de realizar operações além do necessário, para agradar o cliente final, porém, isso é uma estratégia de marketing e um meio de manter a atenção do cliente dedicada ao seu sistema. A empresa tem ciência desse excesso de zelo e, mesmo não cobrando essas operações adicionais nos seus orçamentos, sabe que irá ganhar a confiança do cliente, mantendo essas informações adicionais, como estratégia.

Um problema, identificado na empresa como efeito colateral pela cobrança por qualidade total ser intensa, é que os profissionais buscam atingir o máximo de padrão da qualidade e, muitas das vezes, realizam operações com excesso de zelo operacional, isso para poder superar as expectativas do cliente.

Quando essa iniciativa, por parte do profissional, não vem da gestão estratégica da empresa, torna-se uma operação gratuita sem valor estratégico, uma vez que a gerência da empresa desconhece esses fatos e não pode beneficiar-se, perante o cliente, com estes feitos.

Ao medir a quantidade de hora/máquina, teoricamente disponível, e comparando com a quantidade real, constatou-se que existia uma perda de capacidade produtiva, com discrepância de 23% na comparação de hora/máquina teórica, em relação à real. Assim, a empresa adotou uma operação de apontamento de mão de obra, para cada OS, comparando, no final, a quantidade de horas teóricas com a quantidade de horas reais. Esse indicador é gerencial, apesar do ideal ser 0%; é de se conhecer que, em ferramentaria, o indicador 0% é impossível de ser atingido, quando comparado o tempo teórico estimado de um processo, com o tempo real utilizado.

4.4.5 Embalagem

A empresa estudada preserva o produto, durante o processo interno, e a entrega no destino pretendido, a fim de manter a conformidade com os requisitos, conforme estabelecido no seu manual da qualidade. Quando aplicável, a preservação inclui cuidados, identificação, manuseio, embalagem, armazenamento e proteção. A preservação também é aplicada às partes integrantes de um produto.

Quando uma não conformidade evidenciada for oriunda de embalagem inadequada do produto, durante o processo, ou após sua conclusão, os custos são fundamentados na embalagem, assim direcionados para custo de falha interna.

4.5 Método aplicado para a medição dos custos de falha externa

4.5.1 Processos subcontratados

Alguns processos operacionais são terceirizados pela empresa estudada, pois, em suas dependências, não são realizados todos os processos possíveis em uma ferramentaria e usinagem. Alguns dos processos subcontratados são: o tratamento térmico, tratamento superficial e, até mesmo, a compra de alguma matéria-prima já processada/finalizada por processos de corte especial a laser, ou jato d'água.

Quando esses processos não atendem às especificações de requisitos iniciais, a empresa realiza ações imediatas, de acordo com o tipo de problema apresentado, como, por exemplo, reclamar junto ao fornecedor, solicitar novos produtos e serviços, ou devolver material e comprar com outro fornecedor.

Porém, nem sempre isso é possível. Muitas vezes a empresa tem que assumir o custo, pois o fornecedor não apresenta uma melhor solução. Um problema identificado é que o próprio fornecedor pode errar, quando realiza o orçamento do serviço e, depois que recebe o pedido de compras, assume que não tem capacidade de atender, deixando uma situação, bastante comprometedora, na relação de parceria entre a empresa estudada e seus fornecedores. Os impactos e consequências desse tipo de problema, quando apresentado, não são simples de serem resolvidos. Existem consequências que refletem na imagem da empresa, perante o cliente final. A fim de minimizar esses custos e transtornos, uma classificação de dois tipos de fornecedores foi adotada, para determinar relevâncias dentre eles e para diferenciar os métodos, critério e peso, conforme segue:

- Os que interferem, diretamente, na qualidade final do produto (**classe 1**),
- Os que não interferem, diretamente, na qualidade final do produto (**classe 2**).

- **Classe 1**

São os fornecedores que interferem, diretamente, na qualidade do produto.

São os que fornecem matéria-prima em geral e serviços do tipo tratamento térmico, tratamento superficial, usinagem e eletro-erosão.

Mensalmente, a empresa realiza uma pesquisa dos fornecedores classe 1 que prestaram serviços durante o mês referente. Nessa pesquisa, é verificado em cada compra, o resultado do prazo cumprido e qualidade aprovada.

O problema apresentado nessa classe é que, por ser a mais importante, precisa de um monitoramento contínuo. Pela empresa estudada não ser de produção seriada, mas sim de produção específica, nem sempre todos os fornecedores classe 1 fornecem seus serviços e produtos com frequência, mas somente quando necessário, podendo variar meses entre uma compra e outra. Assim, a avaliação destes fornecedores torna-se complexa e bastante instável.

– **Classe 2**

São os fornecedores que não interferem, diretamente, na qualidade final do produto.

Semestralmente, uma equipe formada por pessoal dos departamentos de engenharia, compras, qualidade, produção e metrologia - analisa e preenche uma planilha de avaliação, a fim de julgar todos os fornecedores.

Cada um é avaliado em três características:

- Qualidade;
- Prazo de entrega;
- Documentação técnica.

Cada característica tem sua severidade classificada como:

[1] Baixa;

[2] Média;

[3] Alta;

Os fornecedores, cujo valor total de severidade resulte maior ou igual a 7, serão excluídos da LFQ.

A matéria-prima e serviço adquiridos são os fatores, predominantes, para a garantia da qualidade e produção adequada. Esses dados são apurados pelo departamento da qualidade, que verifica se a produção realizada está dentro dos parâmetros e padrões de qualidade da empresa.

Dessa forma, os fornecedores podem ser avaliados com mais criticidade, de acordo com sua interferência no produto final.

4.5.2 Compra de Materiais

Após todos os trâmites normais de um processo de cotação e aquisição, quando, no recebimento de materiais e serviços, são detectadas irregularidades em função de uma compra mal realizada, essa não conformidade gera custos para a empresa, os quais, na maioria dos casos, têm de ser absorvidos, que, também, pode gerar perda de lucro.

Quando, no recebimento de materiais e serviços, são detectadas irregularidades, em função de uma compra mal realizada, uma oportunidade de melhoria é evidenciada no departamento de compras. Em julho/2014 a empresa identificou que 9% dos valores de perda eram resultantes de compras e materiais adquiridos incorretamente, devidos à falha de comunicação e terminologia técnica interna. Por isso a empresa programou uma análise crítica antes de cada aprovação de compras. Como o comprador não tem todo o conhecimento técnico necessário da utilização do que está sendo adquirido, após realizar as cotações aptas para enviar o pedido de compras, uma análise crítica técnica é realizada, por um dos responsáveis da produção ou engenharia, dando suporte ao comprador, podendo, assim, minimizar, significativamente, as falhas em compra de materiais.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para se realizar a avaliação do desempenho e resultados, podendo obter valores comparativos de antes e depois da implantação do modelo de custo da qualidade, na empresa, foi necessário ter conhecimento de todos os custos iniciais.

Logo no primeiro mês de estudo, foram coletados todos os valores de despesas com custos da qualidade e transformados em percentual. Os custos iniciais foram representados como 100% dos resultados de custos da qualidade da empresa estudada. Esse percentual foi distribuído nas classificações dos componentes do custo da qualidade, que a empresa determinou. Dessa forma, durante os doze meses estudados, foram realizadas avaliações mensais, comparando com os resultados coletados no primeiro mês, isto é, resultados obtidos pela empresa antes da implantação da metodologia escolhida e aplicação do custo da qualidade. Antes da realização deste estudo de caso, os custos da qualidade da empresa não eram controlados.

A Figura 7 mostra a evolução do custo da qualidade, na empresa, durante todos os meses do primeiro ano de implantação.

Os resultados apresentados, durante os doze meses, foram muito satisfatórios. Ficou evidenciado que a metodologia escolhida foi bem sucedida, a partir do segundo mês, com uma redução de 16% no custo da qualidade total da empresa. A cada mês, a queda do custo da qualidade foi claramente visível, sendo que, no quarto mês da implantação, o custo da qualidade atingiu uma redução de 51%, em relação aos resultados do mês inicial.

No quinto mês da implantação, pode-se observar um aumento dos custos totais. A empresa atribuiu esse aumento à zona de conforto atingida em função do resultado, tão positivo, atingido nos quatro meses iniciais, o que refletiu em um aumento do custo da qualidade no mês seguinte, com um menor valor de redução do custo da qualidade em relação ao mês anterior.

Com essa experiência de resultados, obtidos no mês de novembro/2014, a empresa conseguiu enxergar o risco de colocar todo o esforço a perder. Trabalhos de conscientização foram realizados, semanalmente, reuniões de desempenho e planos de ações para as melhorias necessárias eram realizados, mantendo o foco e controle.

No final de doze meses da implantação do custo da qualidade, comprovou-se uma expressiva redução de 76% do custo da qualidade.

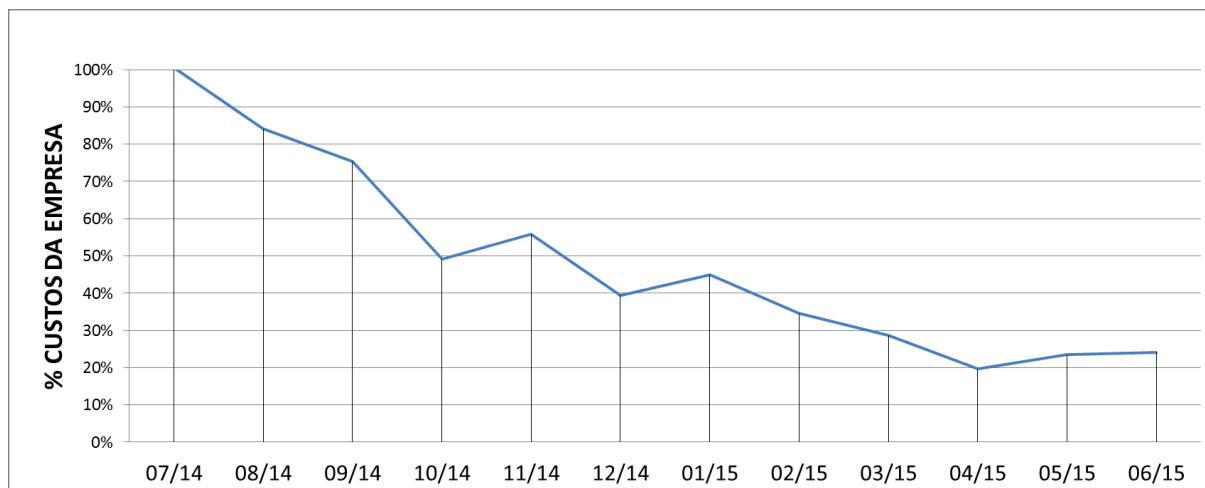


Figura 7- Indicador de avaliação dos custos da qualidade
Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 8 apresenta as classificações do custo da qualidade da empresa, por categoria.

Observa-se que, das quatro categorias, a classe de custo de falha interna foi a que teve maior resultado. Seu valor inicial representava 38,9% e, após 12 meses, 5,6% dos custos da qualidade, representando uma redução real de 33,3%, e melhoria específica, com desempenho de 85% nessa categoria.

A segunda categoria, de maior resultado, foi a classe de falha externa. Seu valor inicial representava 17% e, após 12 meses, 0% dos custos da qualidade, representando uma redução real de 17%, e melhoria específica com desempenho de 100%, nessa categoria.

Isso demonstra que os custos de falha são os mais representativos para a empresa estudada.

A terceira categoria, de maior resultado, foi a classe de avaliação. Seu valor inicial representava 30% e, após 12 meses, 14,3% dos custos da qualidade. Representando uma redução real de 15,7% e melhoria específica, com desempenho de 52%, nessa categoria.

A última colocação, mas não menos importante, foi a classe de prevenção. Seu valor inicial representava 14% e, após 12 meses, 4% dos custos da qualidade, representando uma redução real de 10%, e melhoria específica com desempenho de 71%, nessa categoria.

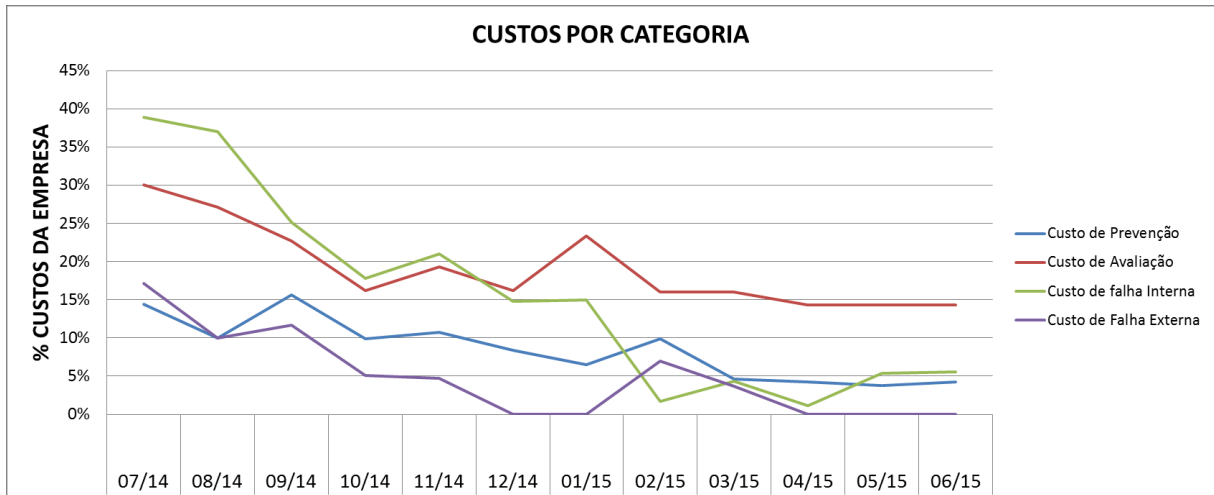


Figura 8- Indicador de avaliação dos custos da qualidade por categoria
Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 9 mostra os resultados das medições do planejamento da qualidade. No primeiro mês da implantação, uma medição resultou em um índice de 8% de falha, resultante de planejamento da qualidade, oscilando até o quinto mês. A partir do sexto mês, a meta foi atingida e mantida, sem novas falhas, por erro de planejamento da qualidade. Com toda equipe trabalhando para garantir a verificação dos planos de ações e relatórios, todas as falhas potenciais e dúvidas foram sanadas, previamente.

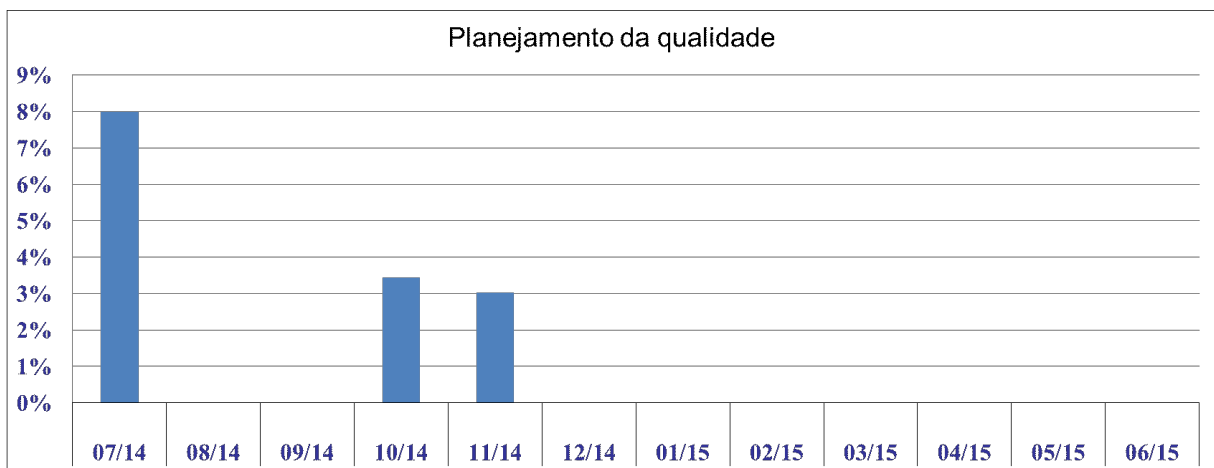


Figura 9- Indicador de avaliação dos custos da qualidade planejamento da qualidade
Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 10 mostra os resultados das medições da garantia da qualidade do produto e serviço. No primeiro mês, uma medição resultou em um índice de 0% de perda, porém, nos dois meses seguidos, a tendência apresentou um índice de 4% e 8%. Ações estavam sendo tomadas, porém, mesmo assim, esses resultados alarmaram a direção da empresa e uma nova estratégia foi admitida. Esse índice é um dos que mais exigem monitoramento, pois depende

de todo o quadro produtivo operacional, existindo muitas variáveis, que possam influenciar nos resultados. Uma das ações, necessárias, foi a substituição operacional, pois ficou claramente evidenciado que havia um pequeno número de funcionários, que não estavam comprometidos com o sucesso do programa de redução de custos da qualidade. No oitavo mês, houve mais um índice acima de 5% e, nos demais meses, o resultado desejado foi atingido.

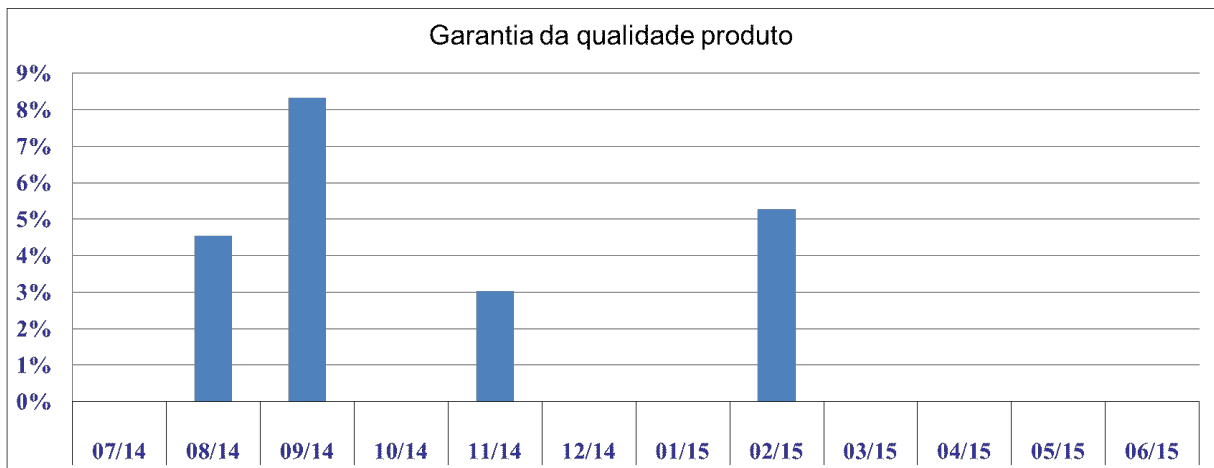


Figura 10- Indicador de avaliação dos custos da qualidade em garantia da qualidade
Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 11 mostra os resultados das medições dos custos de treinamentos. No primeiro mês, uma medição resultou em um índice acima de 6% dos custos da qualidade representando o treinamento. Como esse indicador é gerencial e não existe uma meta, mas sim um monitoramento para avaliar as tendências, é possível observar que no primeiro semestre da implantação, os custos com treinamentos tiveram uma grande oscilação, atingindo o seu máximo valor em torno de 8%. No segundo semestre, ficou nítida a estabilidade e harmonização do indicador, os custos tiveram uma significativa redução e, praticamente, se mantiveram estáveis nos últimos cinco meses monitorados.

Espera-se, para o segundo ano, que se mantenha próximo dos 4%, aceitando um aumento de até 5% a 5,5%, o que se justifica com a manutenção do sistema e melhorias.

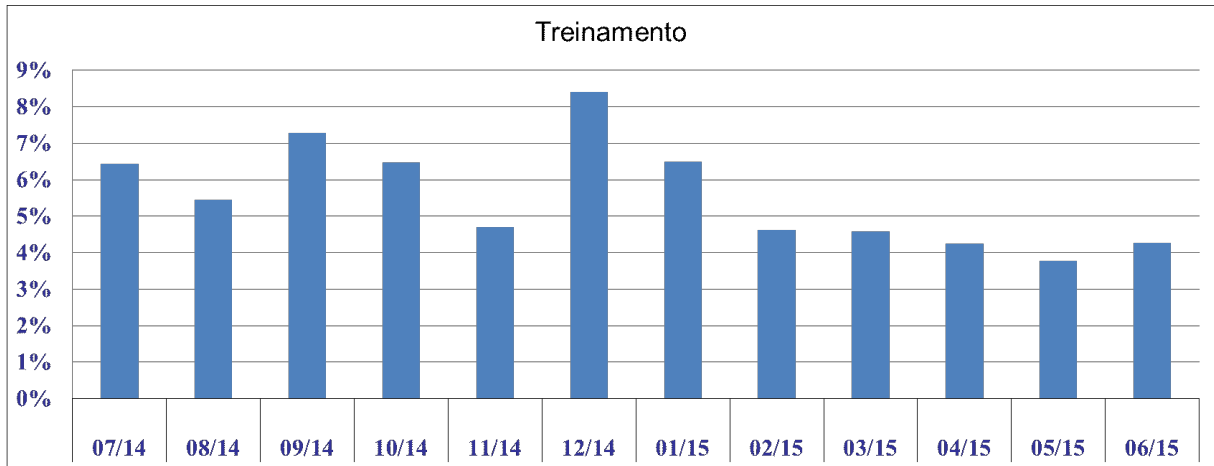


Figura 11- Indicador de avaliação dos custos da qualidade referente a treinamentos

Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 12 mostra os resultados da medição dos custos de inspeção. No primeiro mês, uma medição resultou em um índice de 12% de perda por falha de inspeção. As ações internas foram tomadas, para intensificar essa atividade de maneira eficaz e, no primeiro trimestre, conseguiu atingir 4%. No mês seguinte, atingiu a meta de 0%, porém oscilando até o sétimo mês, quando atingiu 7%. A partir do oitavo mês conseguiu-se atingir e manter a meta estável.

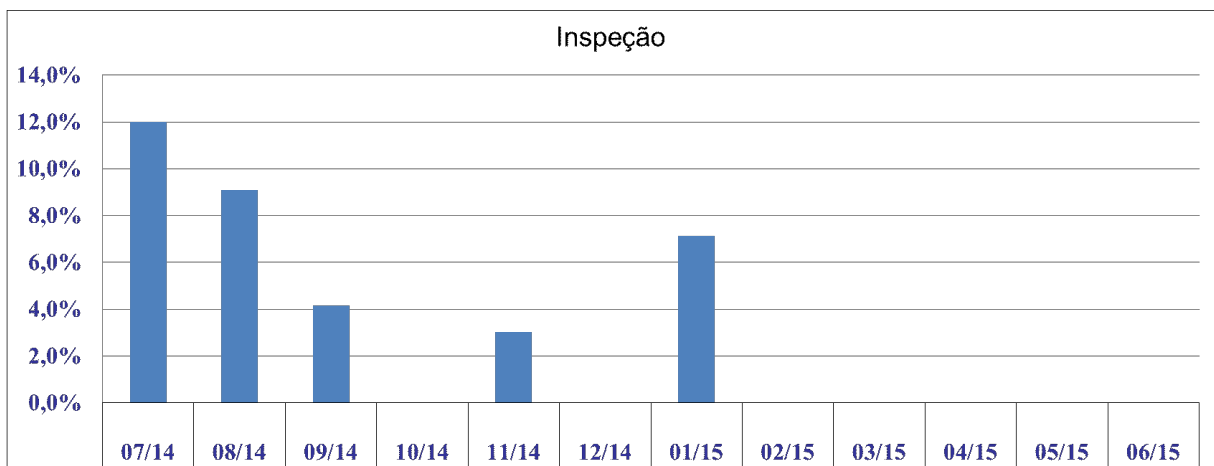


Figura 12- Indicador de avaliação dos custos da qualidade referente à inspeção

Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 13 mostra os resultados da medição dos custos de calibração de instrumentos. No primeiro mês da implantação, uma medição resultou em um índice em torno de 18% dos custos da qualidade, representando calibração e manutenção de instrumentos de controle e medição. Como esse indicador é gerencial e não existe uma meta, mas sim um monitoramento para avaliar as tendências, é possível observar que, após o primeiro trimestre, os custos com calibração obtiveram uma discreta redução, estabilizando-se nos seis meses

seguidos e, novamente, uma nova redução, seguida de estabilidade, nos últimos três meses, próxima de 14%. Para o segundo ano, a meta foi revisada e alterada de gerencial para 7%. Para atingir essa meta, que significa uma redução de 50% desse índice final, do primeiro ano, a empresa estudada realizou uma nova revisão nos critérios de aceitação dos resultados de calibrações de instrumentos e, também, os prazos de realização de novas calibrações. Como muitos instrumentos eram calibrados, mas não utilizados, ficando na metrologia guardado por meses, e, até mesmo, sem utilização por todo o período de frequência da calibração, a empresa estudada classificou os instrumentos sem utilização para não ter início em seu prazo de calibração, até que fosse realizada a sua primeira utilização. Durante esse período, sem utilização, o instrumento fica armazenado em uma área fora de uso, como instrumento aprovado e calibrado, porém em *stand-by*. Quando esse instrumento precisa entrar em utilização, então o seu prazo de calibração passa a sofrer contagem, a partir da data de sua primeira utilização e, não a partir da data de sua calibração. Dessa forma, espera-se conseguir reduzir esses custos para a nova meta determinada.

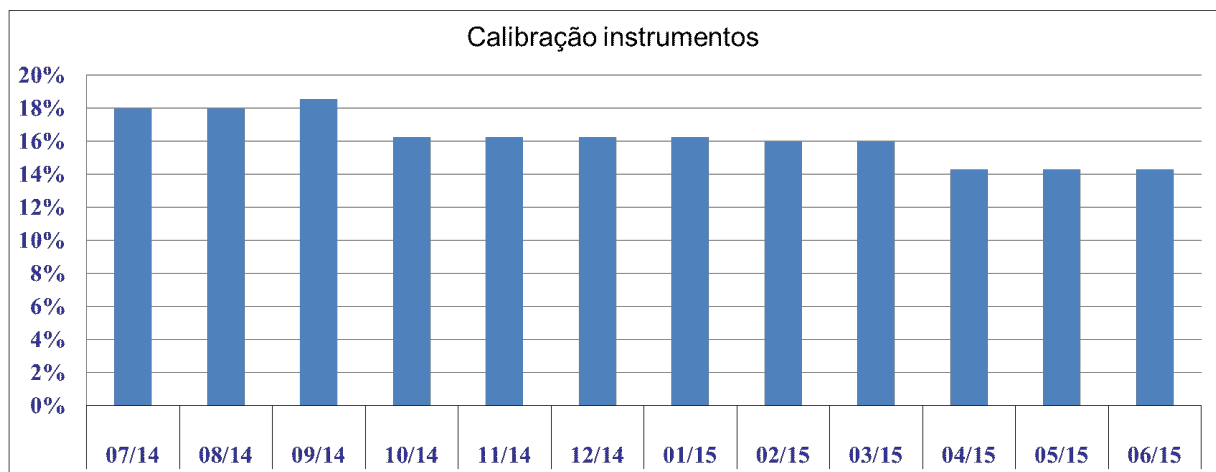


Figura 13- Indicador de avaliação dos custos da qualidade com calibração de instrumentos

Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 14 mostra os resultados da medição dos custos de desperdícios. No primeiro mês, uma medição resultou em um índice de 1,6% de perda, aumentando significativamente para mais de 3% no terceiro mês. Isso chamou a atenção da alta direção da empresa.

Esse indicador é ligado a fatores com retorno em médio prazo, pois dependem de treinamento, conscientização e cultura de fornecedores qualificados. No quarto e quinto mês, os resultados apareceram com uma importante redução, em função do plano de ação aplicado; porém, mesmo assim, as ações tomadas ainda não foram suficientes para estabilizar os valores, dentro da meta.

A direção da empresa assumiu que a gestão entrou em uma zona de conforto, pois o índice disparou de 1,6% no quinto mês, para 3% no sexto mês, um salto de 87% em 30 dias. Por isso uma nova abordagem foi aplicada, com algumas ações corretivas. Após essa abordagem, observa-se a redução contínua e estável nos últimos seis meses, fechando com 0,8%.

Espera-se, para o segundo ano, trabalhar intensamente e impedir que o desperdício volte a aumentar, já que houve dois grandes picos, no primeiro ano. É de conhecimento da alta direção que esse indicador precisa ser monitorado e acompanhado de perto, já que a tendência para aumentar repentinamente é muito forte.

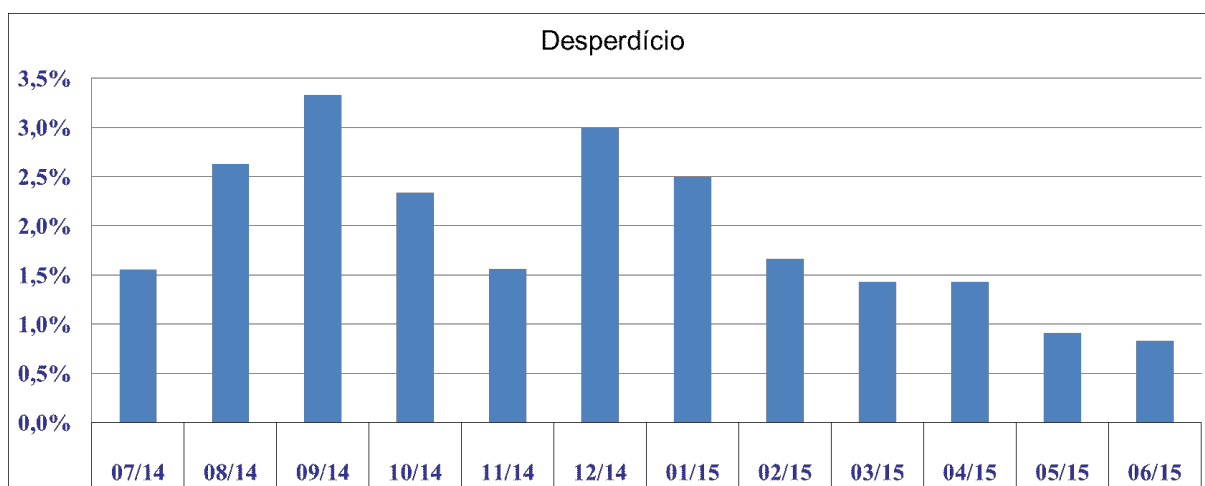


Figura 14- Indicador de avaliação dos custos da qualidade referente a desperdício
Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 15 mostra os resultados de medição dos custos de rejeição. No primeiro mês, uma medição resultou em um índice de mais de 6%. Logo, no terceiro mês, atingiu 3,5%, uma redução muito satisfatória de início, em função das melhorias aplicadas. Porém, no quarto mês aumentou, e atingindo no quinto mês 4,4%. Esse resultado preocupou a direção da empresa. Aplicando uma metodologia de melhoria contínua, a empresa conseguiu minimizar esses pontos e, no nono mês, atingiu um valor abaixo de 1,5%. Fechou os três últimos meses de forma estável, abaixo de 1%, dentro da meta de 3%. Para o segundo ano, a empresa revisou sua meta de aceitação de rejeição, para minimizar e limitar a 1%.

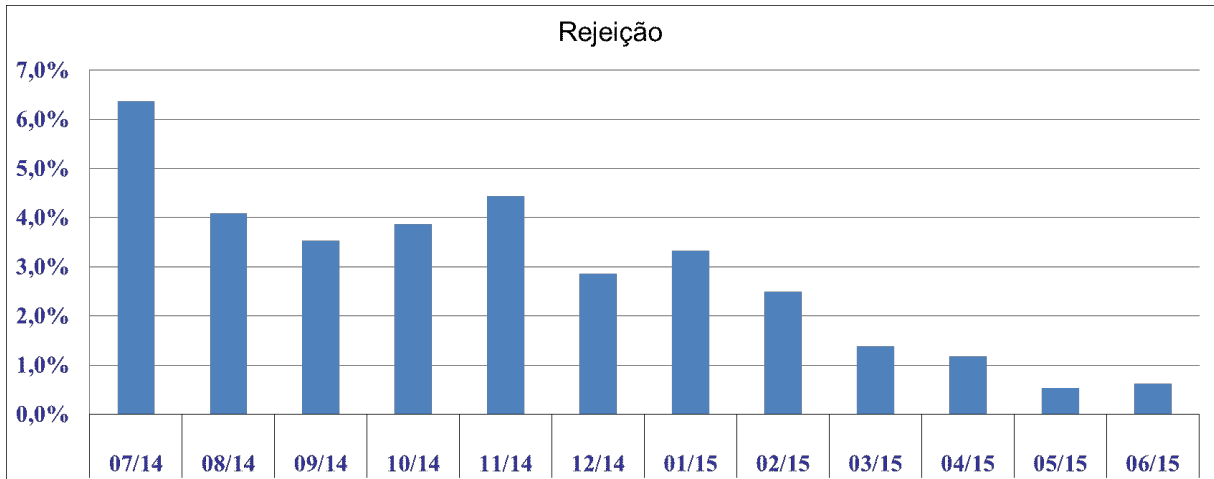


Figura 15- Indicador de avaliação dos custos da qualidade referente à rejeição
Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 16 mostra os resultados de medição dos custos de retrabalho. No primeiro mês, uma medição resultou em um índice acima de 7% de perda. Observa-se a particularidade que esse indicador associa-se com o indicador de rejeição. Isso porque as peças retrabalhadas nem sempre, são aprovadas e acabam sendo rejeitadas. A maioria dos valores mais elevados de ambos indicadores, rejeição e retrabalho, são nos mesmos meses.

Nos últimos quatro meses do estudo, fechou com tendência em torno de 2% e, no último mês, 1,3%, dentro da meta de 5%. Para o segundo ano, a empresa revisou sua meta de aceitação de retrabalho, para minimizar e limitar a 3%.

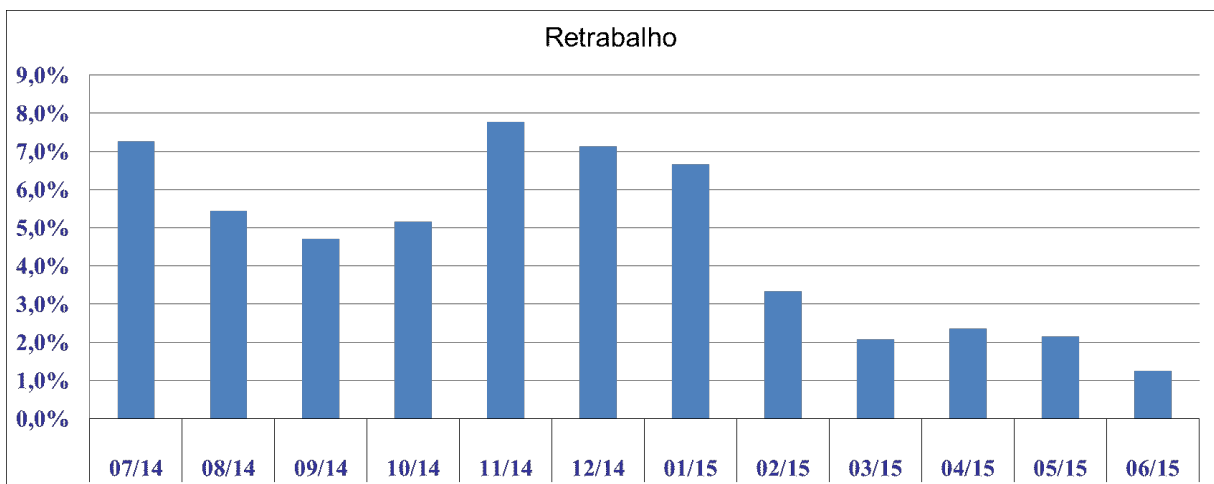


Figura 16- Indicador de avaliação dos custos da qualidade referente ao retrabalho
Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 17 mostra os resultados de medição dos custos de exceder as necessidades. No primeiro mês, uma medição resultou em um índice de mais de 15% de perda. Esse é o gráfico que mais chamou a atenção, pois é um indicador gerencial da relação entre tempo real

e estimado da fabricação de um produto, durante o seu processo operacional de manufatura. Esse indicador contribui para gestão de estratégias da empresa, pois seus resultados servem para ajudar a ajustar os valores orçados, dando ao gestor um *feedback* de possíveis margens de negociação, até mesmo na hora de realizar o custo para orçar ao cliente.

Os valores desse indicador, mostram a porcentagem de tempo operacional, que está sendo realizada acima do estimado. Assim, quando os valores do indicador são negativos, significa que o tempo real está abaixo do teórico estimado, mas não significa que o processo está sendo com qualidade inferior e, sim, que é possível produzir o produto, conforme desenho e qualidade necessária, com menor tempo que o estimado. Com esse indicador, o orçamentista pode trabalhar em seus cálculos e raciocínio, atualizar-se, alinhar-se com a produção real e até mesmo realizar descontos estratégicos na hora de orçar, tendo isso como um vantagem em relação à concorrência.

Como benefício, a empresa estudada pode continuar a fornecer produtos de boa qualidade e com possibilidades de rever seus preços. Mantém suas margens de lucro e minimiza suas perdas com qualidade superior. No segundo mês, houve um aumento desse índice, seguido de uma contínua queda, até atingir os resultados abaixo de zero, do sétimo ao décimo mês. Para a empresa, esse período de indicador negativo, representa ganho em tempo operacional. Para o segundo ano, a empresa definiu uma excursão, formando um campo de meta, permitindo uma oscilação dentro do intervalo de 2% a -8%.

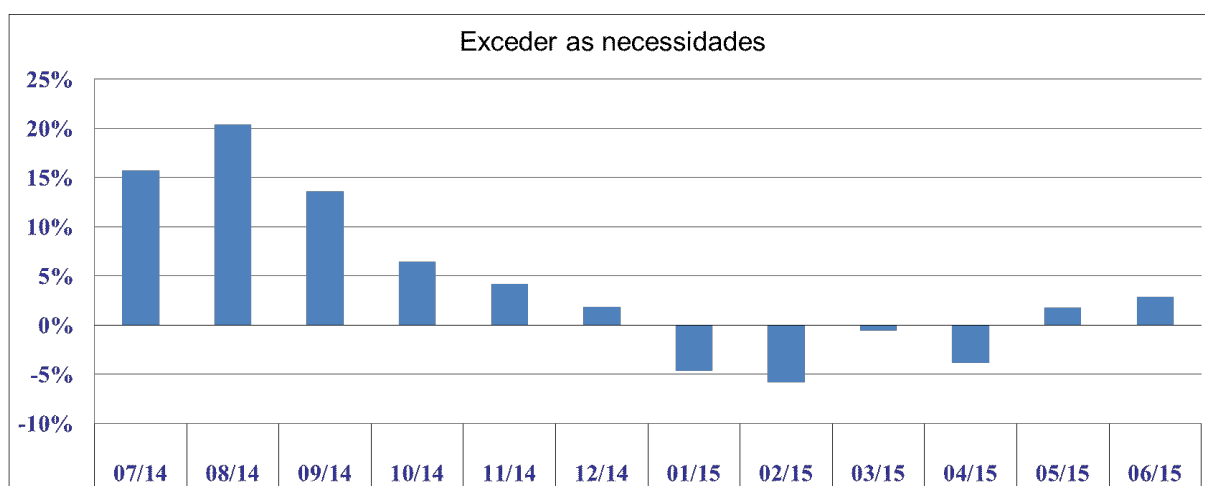


Figura 17- Indicador de avaliação dos custos da qualidade ref. exceder as necessidades

Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 18 mostra os resultados da medição dos custos de perdas, resultantes por problemas de embalagens. No primeiro mês, uma medição resultou em um índice de 8% de perda, por embalagens e manuseios inadequados. Ações internas foram tomadas para

intensificar essa atividade de maneira eficaz e, no primeiro trimestre, conseguiu-se atingir 0%. Já no mês seguinte, manteve-se a meta, porém oscilando até o sétimo mês. Ações corretivas pontuais foram tomadas para eliminar a causa raiz. A partir do oitavo mês conseguiu-se atingir e manter a meta.

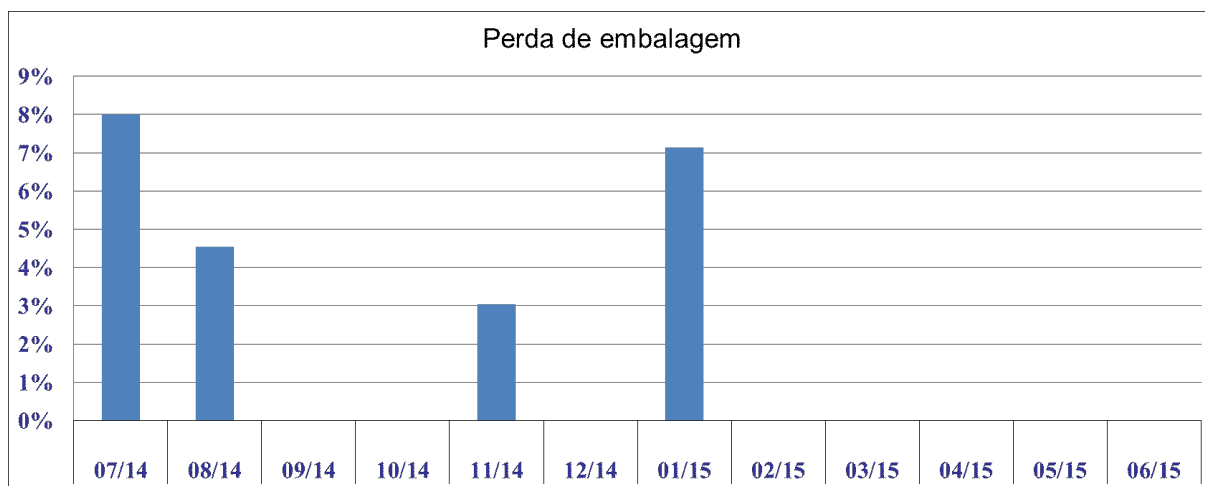


Figura 18- Indicador de avaliação dos custos da qualidade ref. Perda por embalagem

Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 19 mostra os resultados da medição dos custos de perda pelo processo subcontratado. No primeiro mês, uma medição resultou em um índice de 8% de perda. Em seguida, uma redução no segundo mês, porém novos aumentos no terceiro mês para mais de 8%. Finalmente conseguiu-se reduzir a 0% no sexto mês, porém ao longo de muitas instabilidades.

Isso chamou a atenção da alta direção da empresa. Esse indicador é dependente de fatores a longo prazo, visto que o fornecedor qualificado precisa ter uma relação de parceria para o sucesso da empresa. A maior dificuldade na medição desse indicador é que seria adequado se todos os fornecedores fossem avaliados mensalmente, porém isso não ocorre. Os fornecedores de serviços subcontratados, somente são avaliados quando a empresa estudada realiza uma contratação de seus serviços, o que não ocorre, necessariamente, todos os meses. A contratação dos serviços e processos, subcontratados, variam de acordo com os pedidos de compras que a empresa estudada recebe de seus clientes, pois, em se tratando de produção específica, existem fornecedores que prestam seus serviços uma vez por semestre: isso tem grande oscilação. Durante o primeiro ano do estudo, a empresa precisou desenvolver novos fornecedores e, até mesmo, passou a realizar alguns processos internamente, antes subcontratados. Isso devido a dificuldade de encontrar fornecedores específicos e

qualificados, para atender aos requisitos e necessidades da empresa. Um dos processos desenvolvidos a ser realizado internamente é o processo de vulcanização de peças.

Nos últimos três meses, o resultado atingiu 0%, porém a direção da empresa está empenhada em monitorar continuamente esse indicador, para poder acompanhar os resultados dos fornecedores, estando disposta, se preciso for, a substituir todos, para desenvolvimento de novos fornecedores.

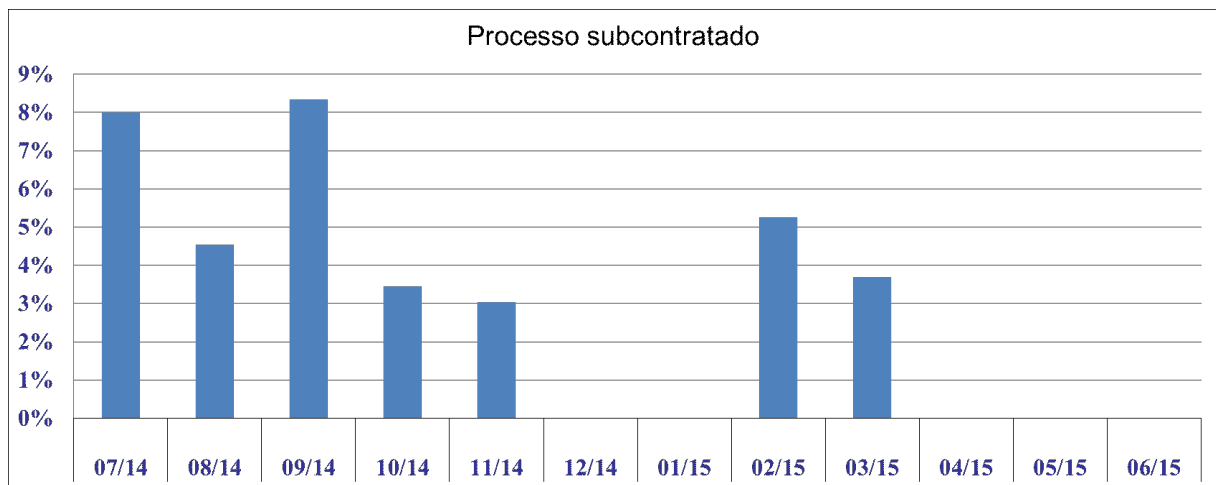


Figura 19- Indicador de avaliação dos custos da qualidade processo subcontratado

Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 20 mostra os resultados da medição dos custos de perda pelo processo de compra de materiais. No primeiro mês, uma medição resultou em um índice de 9% de perda, seguido de resultados visivelmente satisfatórios, quando, no quarto mês, atingiu valores abaixo de 2%, graças às ações de melhorias contínuas aplicadas. Finalmente, conseguiu-se reduzir a 0% no sexto mês, o que se manteria ao longo dos meses, se não fosse uma situação pontual no oitavo mês, que novamente levou a 2%. No mês de fevereiro/2015, um atraso de entrega de uma matéria-prima especial, levou a empresa à necessidade de realizar atividades em horas extras, para atender ao prazo de entrega do cliente final. Esses custos foram relacionados ao custo por perda de compras de materiais, visto que o comprador, ao fechar o pedido, não se atentou ao prazo do fornecedor.

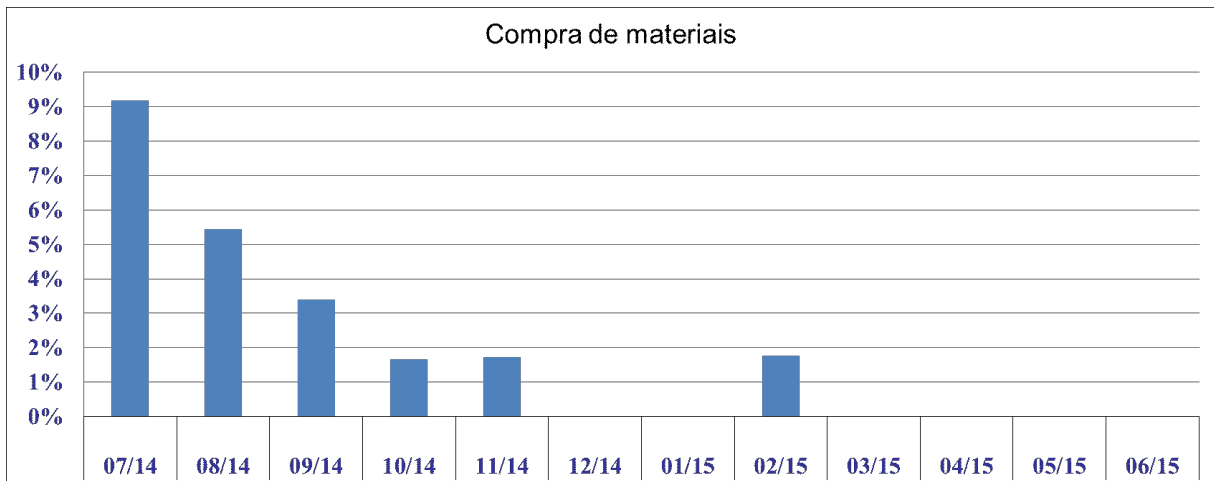


Figura 20- Indicador de Avaliação dos custos da qualidade referente à compra de materiais
Fonte: Elaborado pelo autor

As Figuras 21 e 22 comparam os resultados do custo da qualidade da empresa estudada, subdivididos pelas classes de prevenção, avaliação, falha interna e falha externa.

Observa-se o resultado desse estudo de caso, com 76% de redução dos custos da qualidade da empresa estudada.

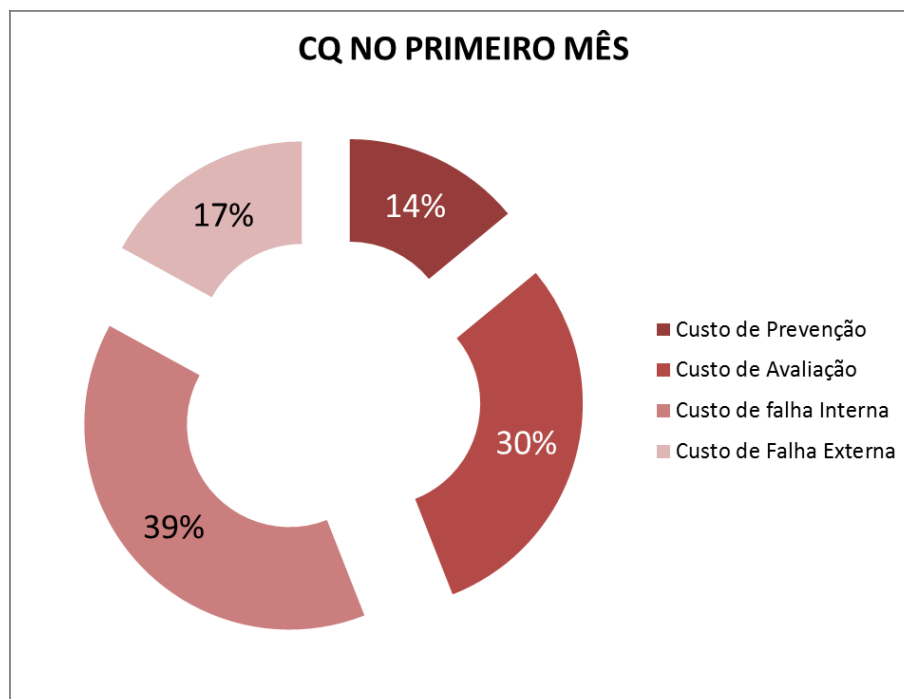


Figura 21- Custos da qualidade no primeiro mês
Fonte: Elaborado pelo autor

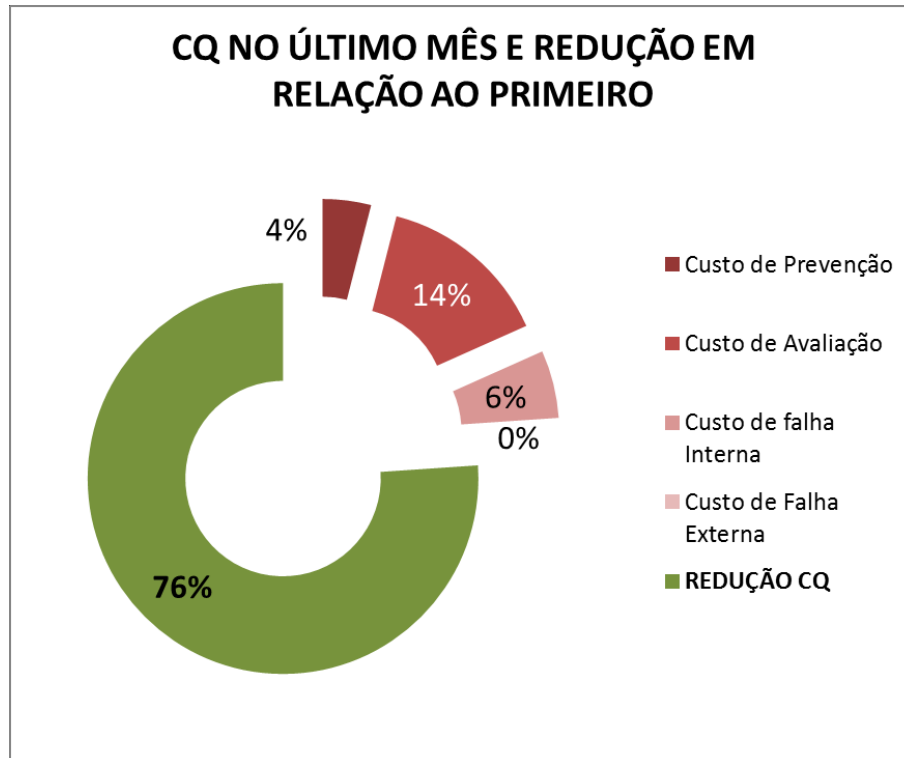


Figura 22- Custos da qualidade no último mês comparado ao primeiro mês
Fonte: Elaborado pelo autor

5.1 Avaliação do custo ótimo da qualidade

A Figura 23 mostra a curva de custo total da qualidade, correlação entre os custos de controle e os custos de falha. Nessa correlação, é possível visualizar o custo ótimo da qualidade, atingido no décimo mês da implantação, abril/2015, considerando que o nível de qualidade total, desejado, foi alcançado.

Esse comportamento confirma a afirmação de Daniel e Reitsperger (1991), mostrado na Figura 2 que, com o custo ótimo da qualidade no nível de 100% da qualidade total desejada, através de melhorias contínuas, é possível a redução dos custos de falha, sem a necessidade de expressivo aumento dos custos de prevenção e avaliação.

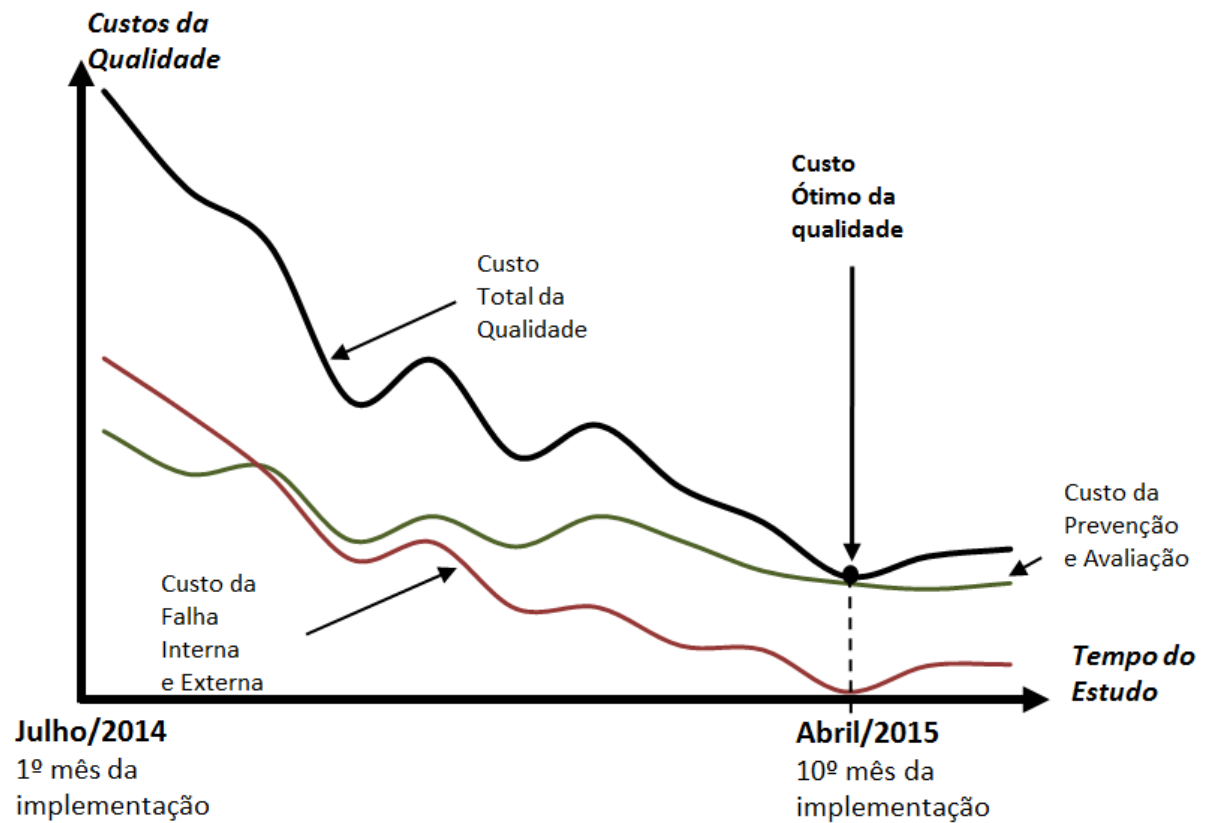


Figura 23- Diagrama do custo ótimo
 Fonte: elaborado pelo autor / adaptado de Daniel e Reitsperger, 1991

Na Figura 23, o custo ótimo da qualidade, para zero defeitos é limitada pelo processo da empresa. Após o décimo mês, quando se atingiu o custo ótimo da qualidade, os valores de custo de falha aumentaram, representando, porém, um efeito estável. Qualquer tentativa de melhoria estará ligada aos esforços de inovação e/ou revolução nos processos, para se reduzir esses custos de falha. Já para os custos de prevenção e avaliação, a empresa determinou novas metas para o segundo ano, com o objetivo de diminuir essa linha e, assim, conseguir diminuir o custo total da qualidade.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o que foi efetuado nesta dissertação, verificou-se que no estudo realizado na empresa estudada, pôde-se observar que investimentos em projetos de melhorias e sistema de medição e monitoramento conduziram resultados expressivos de 76% na redução dos custos da qualidade, no primeiro ano.

A correlação entre os custos de falha e os custos de prevenção e avaliação demonstraram que a empresa atingiu o seu custo ótimo da qualidade após 10 meses da implantação.

Concluiu-se que o método teve uma utilização adequada, trazendo, como maior benefício para a empresa, uma ferramenta nova, para tomada de decisão, assim como para o controle dos custos de qualidade e, também, para as melhorias de seu processo.

A empresa abandonou a teoria de um gerenciamento sob um gerente de fábrica e deixou de praticar gerenciamento tradicional de contabilidade, que focava esforços para reduzir os custos do produto, ao invés de concentrar-se em atividades, que iriam reduzir os custos da qualidade e aumentar o lucro, possibilitado com a implantação do modelo de custos da qualidade.

Sugere-se que esse sistema desenvolvido durante o estudo seja praticado continuamente na empresa estudada, sendo essa validação liberada como possíveis aplicações em outras empresas do mesmo segmento e com suas particularidades em comum. Dessa forma, espera-se unir novas informações contribuintes para novos estudos e aplicações, aspirante ao aprimoramento da engenharia da qualidade nesse tipo de organização.

6.1 Estudos futuros

Novos estudos, sobre como as empresas, bem sucedidas, tomam decisões, no que diz respeito à melhoria da qualidade e como elas reduzem os custos de qualidade, devem ser realizados. Especificamente, as pesquisas mais detalhadas sobre a coleta e mensuração dos custos da qualidade em ambientes reais, devem produzir informações úteis sobre as melhores práticas do custo da qualidade.

Incentivo às empresas para relatar os dados e ajudá-las a programar sistemas abrangentes, assim como a medição do custo da qualidade deve ser parte de qualquer programa de gestão de qualidade.

A metodologia é complexa e não está bem documentada. Programas de custos da qualidade fornecem um bom método, para identificação e mensuração dos custos de qualidade e, assim, são permitidas ações específicas, para reduzir os custos da qualidade.

Educação intensiva, em níveis reais, é necessária para os gestores entenderem melhor o conceito do custo da qualidade, a fim de compreenderem, plenamente, os benefícios da abordagem, de modo a aumentar sua capacidade de implantar um sistema de medição de custos da qualidade e economia financeira.

REFERÊNCIAS

- AKHADE, G. N.; JAJU, S. B. **Development of methodology for collecting quality cost in technical institute.** In: 2009 Second International Conference on Emerging Trends in Engineering & Technology. IEEE, 2009. p. 798-801.
- ALZAMAN, C.; *et al.*; **Heuristic procedures to solve a binary nonlinear supply chain model: A case study from the aerospace industry.** Computers & Industrial Engineering, 2009, p. 985-990.
- AOIEONG, R.T., TANG, S.L.; AHMED, S.M. **A process approach in measuring quality costs of construction projects: Model development.** Construction Management and Economics, 20, 179-192. 2002
- APPOLINÁRIO, F. **Dicionário de metodologia científica: um guia para a produção do conhecimento científico.** São Paulo: Atlas, 2004.
- BAATZ, E.B. 1992. **What is Return on Quality, and why you should care?** Electronic News, October: 60-66.
- BANK, J. **Qualidade Total, Manual de Gestão. Mem Martins:** Edições CETOP, 1998. ISBN 972-641-456-3.
- BARROS, A.J.S.; LEHFELD, N.A.S. **Fundamentos de Metodologia: Um Guia para a Iniciação Científica.** 2 Ed. São Paulo: Makron Books, 2000.
- BENSI, S.A. **A estimativa de custos paramétrica aplicada ao desenvolvimento de produtos: Desenvolvimento de um modelo.** Monografia (Especialização pelo curso lato sensu em Projeto Mecânico). Taubaté: Universidade de Taubaté, 2015.
- BORNIA, A.C. **Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas.** 3. ed. São Paulo: atlas, 2010.
- BRIMSON, J. **Contabilidade por atividades: uma abordagem de custeio baseado em atividades.** São Paulo: atlas, 1996
- BURGESS, T.F. **Modelling quality-cost dynamics.** International Journal of Quality & Reliability Management, v. 13, n. 3, p. 8-26, 1996.
- CAMPANELLA, J. **Principles of quality costs: Principles, implementation, and use.** In: **ASQ World Conference on Quality and Improvement Proceedings.** American Society for Quality, 1999. p. 507.
- CARR, L.P. **Applying cost of quality to a service business.** Sloan Management Review, v. 33, n. 4, p. 72, 1992.
- CASTILLO-VILLAR, K. K.; *et al.*; **A model for supply chain design considering the cost of quality.** Applied Mathematical Modelling. Vol. 36, 2012. pp. 5920-5935.

CHAN, W. M.; *et al.*; **Economic production quantity and process quality: a multivariate approach.** International Journal of Quality & Reliability Management. Vol. 22, Nº 6, 2005. pp. 591-606.

CHOPRA, A.; GARG, D. **Behavior patterns of quality cost categories.** The TQM Journal. Vol. 23, Nº 5, 2011. pp. 510-515.

CHOPRA, A.; GARG, D. **Cost of quality among Indian industries.** International Journal for Quality Research. Vol. 6, Nº 2, 2012a. pp. 109-112.

COLE, Robert E.; BACDAYAN, Paul; WHITE, B. Joseph. **Quality, participation, and competitiveness.** California Management Review, v. 35, n. 3, p. 68-81, 1993.

COOK, V.G.C.; ALI, A. **Using net present value methods to evaluate quality improvement projects.** International Journal of Quality & Reliability Management. Vol. 27, Nº 3, 2010. pp. 333-350.

CORAL, E. **Avaliação e gerenciamento dos custos da não qualidade.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 1996.

CROSBY, P. B. **Don't be defensive about the cost of quality.** Quality Progress, v. 16, n. 4, p. 38-39, 1983.

CROSBY, P. B. **Qualidade é investimento.** 7. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1999.

DALE, B.G.; DUNCALF, A.J. **Quality-related decision making: A study in six British companies.** International Journal of Operations & Production Management, v. 5, n. 1, p. 15-25, 1985.

DANIEL, S. J.; REITSPERGER, W. D. **Linking quality strategy with management control systems: empirical evidence from Japanese industry.** Accounting, Organizations and Society, v. 16, n. 7, p. 601-618, 1991.

DESAI, D. A. **Cost of quality in small and medium-sized enterprises: case of an indian engineering company.** Production Planning & Control: The Management Operations. Vol. 1, Nº 1, 2008. pp. 25-34.

DIEHL, A. A.; TATIM, D. C. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas.** Pearson Brasil, 2004.

EMSLEY, D. **Different interpretations of a fixed concept: Examining Juran's cost of quality from an actor-network perspective.** Accounting, Auditing & Accountability Journal. Vol. 21, Nº 3, 2008. pp. 375-397.

FEIGENBAUM, A.V. **Controle da qualidade total.** Volume IV. São Paulo: Makron Books, 1994.

FEIGENBAUM, A.V. **Quality control.** New York: McGraw-Hill, 1951.

FREIESLEBEN, J. **Costs and benefits of inspection systems and optimal inspection allocation** . International Journal of Quality & Reliability Management. Vol. 23, Nº 5, 2006. pp. 547-563.

FROTA, Á. **O Céu e o Inferno das empresas**. Revista Banas Qualidade nº 117 - Fevereiro/2002 - Pág. 26. Disponível em www.banaqualidade.com.br

FONS, L.A.S. **Integration of quality cost and accounting practices**. The TQM Journal. Vol. 24, Nº 4, 2012. pp. 338-351.

FRANCA, R.B.; *et al.*; **Multi-objective stochastic supply chain modeling to evaluate tradeoffs**. Supply Chain Planning and Configuration in the Global Arena. Vol. 127, Nº 2, 2010. pp. 292-299

GIACAGLIA, G.E.O. **Inovação tecnológica na prática - Elaboração e Análise de Projetos**, UNITAU, 2005, ISBN 85-905532-3-2, 120 p.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4º ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2002. Cap. 4, p.41-56

GOULART, A.M. C. **Custo de oportunidade: oculto na contabilidade, nebuloso na mente dos contadores**. Revista Contabilidade & Finanças - Universidade de São Paulo. São Paulo, n. 30, p. 19-31, set./dez. 2002.

GOULDEN, C.; RAWLINS, L. **Quality costing: the application of the process model within a manufacturing environment**. International Journal of Operations & Production Management. Vol. 17, n.2, p.199-210., 1997.

GRAY, J.; JOHNSTON, K. **Contabilidade e Administração**. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1977, p.162.

HANSEN, D. R.; MOWEN, M. Y. M. **Gestão de custos: contabilidade e controle**. São Paulo: Ed. Pioneira, 2001.

HARRINGTON, H.J., **Poor Quality Costs**. Marcel Dekker, Inc., New York, NY.1987.

JORGENSEN, D. M.; ENKERLIN, E. M. **Managing quality costs with the help of activity-based costing**. Journal of Electronics Manufacturing, v. 2, n. 04, p. 153-160, 1992.

JURAN, J. M. *et al.*: **Quality control handbook**. 4.ed., Singapore, McGraw-Hill, 1988.

JURAN, J.M.; GRZYNA, F.M. **Controle da qualidade handbook: conceitos, políticas e filosofia da qualidade**. v. 1. São Paulo: Makron Books, 1991.

JURAN, J.M. **Managerial breakthrough: The classic book on improving management performance**. McGraw-Hill, 1995.

KANAPATY, K.; RASAMANIE, M. **Adoption of cost of quality reporting an initial survey of manufacturing firms in Malaysia**. International Conference on Business and Economics Research. Vol. 1, 2011. pp. 86-90.

KAPLAN, R.S.; ANDERSON, S.R. **Custeio baseado em atividade e tempo**. Rio de Janeiro: campus, 2007.

KAPLAN, R.S.; COOPER, R. **Custo e desempenho. Administre seus custos para ser mais competitivo**. São Paulo: Futura, 1998.

KUMAR, K.; SHAH, R.; FITZROY, P.T. **A review of quality cost surveys**. *Total Quality Management*, v. 9, n. 6, p. 479-486, 1998.

LEONE, G.S.G. **Custos: planejamento, implantação e controle**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

LEONE, S.G.G. **Curso de contabilidade de custos**. 2ª ed. São Paulo: Atlas S.A, 2000. P.457

LIN, Z. J.; JOHNSON, S. **An exploratory study on accounting for quality management in China**. *Journal of Business Research*. Vol. 1, Nº 57, 2004, pp. 620-632.

LIU, X.; *et al.*; **Research on the model of quality cost in CIMS environment**. *International Seminar on Business and Information*, Vol. 1, 2008, pp. 368-371

LOVE, P.E.D.; IRANI, Z. **A project management quality cost information system for the construction industry**. *Information & Management*, 2003. 40, 649-661.

MACHOWSKI, F.; DALE, B.G. **Quality costing: An examination of knowledge, attitudes, and perceptions**. *Quality Management Journal*, v. 5, n. 3, 1998.

MARCONI, A.M.; LAKATOS, E.M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. 2008

MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. 9 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MATTOS, J.C.; TOLEDO, J.C. **Custo da qualidade como ferramenta de gestão da qualidade: diagnóstico nas empresas com certificação ISO 9000**. ENEP 17, 1997, Gramado. Anais XVII ENEGEP.

MEGLIORINI, E. **Custos: Análise e Gestão**. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.

MERINO, D.N. **Economics of quality: choosing among prevention alternatives**. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 7, n. 3, 1990.

MIGUEL, P.A.C.; **Metodologia De Pesquisa Em Engenharia De Produção E Gestão De Operações - 2ª Ed.** 2011

MIGUEL, P.A.C.; ROTONDARO, R.G. **Abordagem Econômica da Qualidade**. In: CARVALHO, M.M.; PALADINI, E.P. (Org.). **Gestão da Qualidade - Teoria e Casos**. 1a. ed. São Paulo: Campus -Elsevier, 2005, v. 1, p. 301-329.

MORSE, W.J.; ROTH, H.P. **Why Quality Costs Are Important [2]**. *Strategic Finance*, v. 69, n. 5, p. 42, 1987.

MORSE, J.M.; **Approaches to qualitative-quantitative methodological triangulation.** Nursing research, v. 40, n. 2, p. 120-123, 1991.

MUNIZ Jr. J.; GUEDES, S.A. ; CASIMIRO, W. ; BARREIRA N.A. **Gestão do conhecimento e organização do trabalho: Survey numa empresa eletrônica.** Revista Gestão Industrial, v. 6, p. 110-133, 2010.

MUKHOPADHYAY, A. R. **Estimation of cost of quality in an Indian textile industry for reducing cost of non-conformance.** Total Quality Management, Vol. 15, N° 2, 2004. pp. 229-234.

NAKAGAWA, M. **Gestão Estratégica de custos: conceitos, sistemas e implementação.** São Paulo: Atlas, 1991.

OAKLAND, J.S.; OAKLAND, S. **The links between people management, customer satisfaction and business results.** Total Quality Management, v. 9, n. 4-5, p. 185-190, 1998.

OLIVEIRA, S.V.W.B. **Metodologia de Pesquisa. Tema 2: Metodologia de Pesquisa Científica.** MBA em Negócios Financeiros. Ribeirão Preto: INEPAD, 2006.

OMAR, M. K., MURGAN, S. **An improved model for the cost of quality.** International Journal for Quality & Reliability Management. Vol. 31, N° 4, 2014. pp. 395-418.

OMAR, *et al.*; **The impacts of cost of quality: A simulation approach.** IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2009. pp. 1327-1331

ÖZKAN, S.; KARAIBRAHIMOGLU, Y.Z. **Activity-based costing approach in the measurement of cost of quality in SME's: a case study.** Total Quality Management, Vol. 24, N° 4, 2013, pp. 420-431.

PAPA, J.R.C.; CALARGE,F.A. **Modelos de Avaliação dos Custos da Qualidade: uma análise de metodologias e estudo de caso em uma empresa fabricante de máquinas e equipamentos.** ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 14., 2004, Florianópolis. Anais XXIV ENEGEP.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia.** 4. ed. São Paulo: Ed Makron Books, 1993.

PLUNKETT, J. J.; DALE, B.G. **Quality costs: a critique of some 'economic cost of quality' models.** The International Journal Of Production Research, v. 26, n. 11, p. 1713-1726, 1988.

PORTER, L.J.; RAYNER, P., **"Quality costing for total quality management"**, International Journal of Production Economics, Vol 27, 1992. pp. 69-81

PRADA, M.B.V. **La contabilidad de gestión y el nuevo entorno de producción.** Universidad de Zaragoza. Contabilidad y Finanzas para la toma de decisiones. Departamento de Contabilidad y Finanzas. Zaragoza, 1995.

RAMUDHIN, A.; *et al.*; **Incorporating the cost of quality in supply chain design.** Journal of Quality in Maintenance Engineering. Vol. 14, N° 1, 2008. pp. 71-86.

RICCIO, E.L.; *et al.*; **Um estudo sobre a pesquisa em custos no Brasil: período de 1967 A 1999.** In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO ESTRATÉGICA DE CUSTOS, 1999. Disponível em:<http://www.tecsi.fea.usp.br/riccio/artigos/pdf/custos_brasil.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2014.

ROBLES, J.A. **Custos da qualidade: aspectos econômicos da gestão da qualidade e da gestão ambiental.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

ROBLES, J.A. **Custos da Qualidade: uma estratégia para a competição global.** São Paulo: Atlas, 1994.

RODCHUA,S. **Factors, measures, and problems of quality costs program implementation in the manufacturing environment.** Journal of Industrial Technology. Vol. 22, N° 4, 2006. pp. 1-6.

ROSS, J.E., WEGMAN, D.E. **Quality management and the role of the accountant, Industrial Management,** Vol. 32 No. 4, 1990.

SAKURAI, M. **Gerenciamento integrado de custos.** São Paulo: Atlas, 1997.

SANTOS, A.R. **Metodologia científica: a construção do conhecimento.** 6. ed. Rio de Janeiro:DP&A, 2004

SCHMAHL, K.E.; *et al.*; **Measuring the cost of quality: a case study.** Production and Inventory management journal, v. 38, n. 4, p. 58, 1997.

SCHIFFAUEROVA, A. ; THOMSON,V. **A Review of Research on Cost of Quality Models and Best Practices.** International Journal of Quality & Reliability Management, 23 (6) : 647-669. 2006

SCHIFFAUEROVA, A.; THOMSON, V. **Managing cost of quality Insight into industry practice.** The TQM Magazine. Vol. 18, No. 5, 2006a. pp. 542-550.

SHIROUYEHZAD, H *et al.*; **System dynamics approach to analyzing the cost factors effects on cost of quality.** International Journal of Quality Reliability Management. Vol. 26, No. 7, 2009. pp. 685-698.

SILVA, J. C. T.; FERREIRA, D. **Pequenas e médias empresas no contexto da gestão da qualidade total.** Production, v. 10, n. 1, p. 19-32, 2000.

SILVESTRE, W.C. **Sistema de custos ABC: uma visão avançada para tecnologia de informação e avaliação de desempenho.** São Paulo: atlas, 2002.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** Atlas, 2009.

SLAUGHTER, S. A.; *et al.*; **Evaluating the cost of software quality.** Communications of the ACM, v. 41, n. 8, p. 67-73, 1998.

SÖRQVIST, L. **Effective methods for measuring the cost of poor quality**. *Measuring Business Excellence*, v. 1, n. 2, p. 50-53, 1997.

SOWER, V.E.; *et al.*; **Cost of quality usage and its relationship to quality system maturity**. *International Journal of Quality & Reliability Management*. Vol. 24, N° 2, 2007. pp. 121-140.

TATIKONDA, L.U; TATIKONDA, R.J. *Production and Inventory Management Journal* 37.2 (Second Quarter 1996): 1

TERENCE, A.C.F.; ESCRIVÃO FILHO,E. **Abordagem quantitativa, qualitativa e a utilização da pesquisa-ação nos estudos organizacionais**. *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, v. 26, 2006.

TINEO, R.G. **O Uso da Engenharia Simultânea para Redução de Custo na Fabricação de Corrente de Transmissão**. Monografia (Especialização em Gestão de Processos Industriais). Taubaté: Universidade deTaubaté, 2015.

TREHAN, R.; SACHDEVA, A.; GARG, R. K. **A Comprehensive Review of Cost of Quality**. 2015. *VIVECHAN International Journal of Research*, Vol. 6, Issue 1, 2015

TSAI, W. **Activity-based costing model for joint products**. *Computers & Industrial Engineering*, v. 31, n. 3, p. 725-729, 1996.

TYE, L.H.; HALIM, H.A.; RAMAYAH, T. **An exploratory study on cost of quality implementation in Malaysia: The case of Penang manufacturing firms** . *Total Quality Management*, Vol. 22, N° 12, 2011. pp. 1299-1315.

UYAR, A. **An exploratory study on quality costs in Turkish manufacturing companies**. *International Journal of Quality & Reliability Management*. Vol. 25, N° 6, 2008. pp. 604-620.

WANG, P.; CHEN, C. **Improvement and application of quality profit analysis model**. *International Conference on Management Science and Engineering*. 2006. pp. 686-691.

WEHEBA, G.S.; ELSHENNAWY, A.K. **A revised model for the cost of quality**. *International Journal of Quality & Reliability Management*. Vol. 31, N° 4, 2004. pp. 291-307.

WOOD, D.C. **The executive guide to understanding and implementing quality cost programs: reduce operating expenses and increase revenue**. American Society for Quality, Milwaukee, Wisconsin, U.S, 2007.

WUDI KHARN, R. **Improving overall equipment cost loss adding cost of quality**. *International Journal of Production Research*. 2011, pp. 1-16.

VASCONCELOS, J. *et al.* **Custos da qualidade: uma análise bibliográfica de 2004 a 2014**. XXI Congresso Brasileiro de Custos – Natal, RN, Brasil, 17 a 19 de novembro de 2014

VERGARA, S.C.; BRANCO, P. D. **Métodos de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2005.

VUKOVIĆ, M. *et al.* **Can didactic continuing education improve clinical decision making and reduce cost of quality?** Evidence from a case study. *Journal of Continuing Education in the Health Professions*, v. 35, n. 2, p. 109-118, 2015.