

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Bruno Felipe Geraldo Bottossi

**A ANÁLISE DO CUSTO DA QUALIDADE NO
DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS NA
INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA E SEU IMPACTO NA
PRODUÇÃO EM SÉRIE**

UNITAU
2016

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Bruno Felipe Geraldo Bottossi

**A ANÁLISE DO CUSTO DA QUALIDADE NO
DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS NA
INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA E SEU IMPACTO NA
PRODUÇÃO EM SÉRIE**

Monografia apresentada para
obtenção do Certificado do curso de
Pós-Graduação pelo Curso
*Engenharia da Qualidade – Lean
Seis Sigma Green Belt*
Universidade de Taubaté,
Departamento de Engenharia
Mecânica

Orientador: Prof. Álvaro Azevedo
Cardoso, PhD

BRUNO FELIPE GERALDO BOTTOSSI

**A ANÁLISE DO CUSTO DA QUALIDADE NO DESENVOLVIMENTO
DE NOVOS PRODUTOS NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA E SEU
IMPACTO NA PRODUÇÃO EM SÉRIE**

Monografia apresentada para
obtenção do Certificado do curso de
Pós-Graduação pelo Curso
*Engenharia da Qualidade – Lean
Seis Sigma Green Belt*
Universidade de Taubaté,
Departamento de Engenharia
Mecânica

Orientador: Prof. Álvaro Azevedo
Cardoso, PhD

Data: _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof.: _____

Assinatura: _____

Prof.: _____

Assinatura: _____

Dedico este trabalho aos meus pais,
Maria Cleusa e Luiz Claudio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores pela atenção e dedicação ao compartilhar seus conhecimentos, aos meus companheiros de trabalho pelas informações fornecidas e aos meus animados colegas de classe, não poderiam ter sido melhores.

"Qualidade é um trabalho de todos na organização. Não é possível fabricar produtos de alta qualidade se o departamento de produção trabalhar isolado."

Armand Feigenbaum -

RESUMO

O objetivo desta monografia é realizar a análise do Custo da Qualidade durante a concepção e desenvolvimento de um novo produto da indústria automobilística. O estudo será realizado através do acompanhamento das sistemáticas internas e aplicação das ferramentas da qualidade nos quatro tipos de custos (Prevenção, avaliação, falhas internas e falhas externas) durante o desenvolvimento do projeto do veículo e da fase de atribuição de gastos na área da qualidade. Como exemplo, será traçado um paralelo entre o ciclo de vida de um parafuso e o seu exponencial custo de retrabalho ao longo do processo de produção (onde seu custo de retrabalho pode variar de R\$ 0,14 a R\$ 520,00). Com isso, o presente estudo irá apresentar os procedimentos da elaboração e atribuição dos custos da qualidade assegurada, mostrando a importância de seu uso e o ganho financeiro gerado com sua aplicação enquanto atende as expectativas dos clientes em relação ao produto final e em série, gerando uma economia de R\$ 360.000,00 utilizando-se da análise do custo da qualidade.

PALAVRAS-CHAVE:

Qualidade, Custo, Prevenção, Produtividade, Falhas, Indústria Automotiva

ABSTRACT

The objective of this monography is to analyze the Quality Cost during the conception and developing of a new automobilistic industry product. The research will follow the internal systematics e the quality tools application into the four types of costs (prevention, evaluation, internal failures and external failures) during the development of a vehicle project and the expenses attribution with the quality area. As example, a parallel between the life-cycle of a screw and it's exponential rework cost during the production process (which costs can vary from R\$ 0,14 to R\$ 520,00) will be traced. Within it, the present study will present the elaboration procedures e costs attributions with the quality assurance, showing the importance of its use and the budget gain generated by its appliance while attending to the client expectations with the final product and during series production, generating R\$ 360.000,00 in economy just making good use of the quality cost analysis.

KEYWORDS:

Quality, Cost, Prevention, Productivity, Failures, Automotive Industry

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 – CONCEITOS DA QUALIDADE E CUSTO DA QUALIDADE	15
2.2 – PRODUTIVIDADE E PHILIP CROSBY	17
2.3 – MELHORIA PERMANENTE (Ciclo PDCA).....	21
2.4 – ESTRATÉGIA DA QUALIDADE NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA.....	24
2.5 – GARANTIA DA QUALIDADE NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA	24
2.6 – INSTALAÇÃO DE UMA ESTRATÉGIA DA QUALIDADE	25
2.7 – CUSTOS DA QUALIDADE	31
2.7.1 - CLASSIFICAÇÃO DOS CUSTOS DA QUALIDADE	32
2.7.2 - CUSTOS DA PREVENÇÃO	33
2.7.3 - CUSTOS DA AVALIAÇÃO	34
2.7.4 - CUSTOS DAS FALHAS INTERNAS.....	36
2.7.5 - CUSTOS DAS FALHAS EXTERNAS	36
2.8 – FERRAMENTAS DE CONTROLE DA QUALIDADE.....	38
2.8.1 - CEP (Controle Estatístico do Processo)	38
2.8.2 - FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)	39
2.8.3 - Análise laboratorial	39
2.8.4 - Testes mecânicos / Metalografia	40
2.8.5 – Espectrometria	40
2.8.6 – Ultrassom	41
2.8.7 – Metalografia	41
2.8.8 - Controle dimensional	42
2.8.9 – Magnaflux.....	42
2.8.10 - Inspeção visual	43
2.8.11 - Teste de corrosão.....	44
2.8.12 - Teste de medição de espessura	45
2.8.13 - Teste de rodagem	46
2.8.14 - Testes funcionais.....	46
2.8.15 – Durabilidade	47
3. METODOLOGIA.....	49

3.1. DEFINIÇÕES DOS CUSTOS DA QUALIDADE NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA.....	50
3.1.1 – DISTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS DA QUALIDADE	50
3.1.2 – CUSTOS DE PREVENÇÃO NO PROCESSO PRODUTIVO	51
3.1.3 – CUSTOS DE AVALIAÇÃO NO PROCESSO PRODUTIVO	51
3.1.4 – CUSTOS DE FALHA NO PROCESSO PRODUTIVO	51
3.2. DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS DA QUALIDADE EM NOVOS PROJETOS.....	53
3.2.1 – PROCEDIMENTO BÁSICO	53
3.2.2 – CUSTOS EXTRAORDINÁRIOS DA QUALIDADE	54
3.2.2.1 – GASTOS QUE OCORRERAM UMA ÚNICA VEZ.....	54
3.2.2.2 – CRÉDITOS.....	54
3.2.2.3 – CUSTOS DE AUTORIZAÇÃO DE BAUMUSTER (BMG)	55
3.2.2.4 – CUSTOS DE LANÇAMENTO	55
3.2.2.5 – CAPACIDADE DE MEDIÇÃO PARA TERCEIROS	55
3.3 – DETALHAMENTO DOS CUSTOS DA QUALIDADE.....	56
3.3.1 – CUSTOS COM PREVENÇÃO	56
3.3.1.1 – CUSTOS COM MÃO DE OBRA	56
3.3.1.2 – CUSTOS GERAIS	58
3.4 – CUSTOS COM AVALIAÇÃO	58
3.4.2.1 – CUSTO COM MÃO DE OBRA	58
3.4.2.2 – DESPESAS GERAIS	60
3.4.2.3 – DEPRECIACÕES	60
3.5 – CUSTO DE FALHA	61
3.5.1 – INTERNO / DENTRO DO PROCESSO	61
3.5.2 – CUSTO COM MÃO DE OBRA	62
3.5.3 – DESPESAS GERAIS.....	63
3.5.4 – DEPRECIACÕES PARA INSTALAÇÕES DE CONTROLE E FABRICAÇÃO NÃO PLANEJADAS... 63	
3.6 – ELABORAÇÃO DOS RELATÓRIOS DE CUSTOS DA QUALIDADE	64
3.6.1 – PERÍODO E CÁLCULO DOS CUSTOS DA QUALIDADE.....	64
3.7 – AJUSTE DA MATRIZ DE LEVANTAMENTO EM CASOS DE ALTERAÇÕES	66
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	67
4.1 - ESTUDO DE APLICAÇÃO DO ESTUDO PREVENTIVO DO CÁLCULO DA QUALIDADE.....	67
4.2 – CAUSA E ANÁLISE	74
5. CONCLUSÃO.....	76
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
7. ANEXOS	80

1. INTRODUÇÃO

A qualidade está presente em todos os aspectos de nossas vidas, em todos os momentos e em tudo que fazemos. Sempre levamos em consideração nossos desejos em anseios ao preparar, desenvolver, produzir e criar coisas. Quando nos preparamos para nos atender, visualizamos nossas necessidades, o que realmente precisamos, podemos inclusive somar a isso nossos sonhos, anseios, nostalgia ou qualquer coisa que nos remeta a bons momentos. Sentimentos e utilidade atrelados em um só objeto ou ação. Mas fazer isso somente para uso próprio seria muito egoísmo. A qualidade se aplica a terceiros também, a tudo que fazemos para nossos amigos próximos ou clientes. Nossas ações e produtos, devem ser realizados sempre, levando-se em consideração as necessidades de nosso público-alvo.

Robles Jr. (1996) menciona que Deming destaca ser o estudo e a apuração dos custos com a Qualidade um trabalho em vão, em consequência de considerá-la autofinanciável. Mas outros autores, como Juran e Crosby, já defendem o desenvolvimento e a implantação de sistema de mensuração do Custo da Qualidade, mesmo que tenham se limitado à apuração dos custos relacionados com o Sistema de Controle de Qualidade. Crosby (1994) afirma, também, serem os Custos da Qualidade a melhor maneira que a empresa possui para medir os sucessos da implantação de um programa de Qualidade, chegando a incluir a mensuração dos Custos da Qualidade como uma das quatorze etapas para melhoria da Qualidade.

Desde épocas medievais, onde o artesão era o próprio desenvolvedor, produtor e vendedor, a qualidade é mandatória no resultado final. Ao vender seus produtos, espera-se que a satisfação do cliente seja tal que ele retorne e faça boa propaganda. Que ele use seu produto sem problemas e sabendo que a qualidade é garantida. Com isso, a longevidade da empresa é garantida e sua reputação é mantida. Definir as necessidades do cliente, portanto, se tornou a principal meta

entre tudo que é produzido, vender algo que seja útil ao comprador e realmente atender às suas expectativas. Porém isso envolve mais do que carinho e atenção. Talvez nos tempos medievais, mas não agora. Hoje em dia, o controle da qualidade tem se tornado cada mais vital na sobrevivência das empresas. Essa situação gerou a criação de vários tipos de certificação (*ISO 9001:15, VDA 6.3, TS 16949, etc.*) que após auditoria confirmam e selam a veracidade e a qualidade tanto do processo, do sistema e do produto final.

Segundo a norma **ISO 9001/15** (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2015), *“qualidade se refere a aptidão de um conjunto de características intrínsecas para satisfazer exigências”*. De acordo com Pillou (2004), a palavra "Qualidade" é cada vez mais utilizada nas empresas, quer seja no setor alimentar, industrial ou mesmo no setor dos serviços, e em especial no mundo da computação. No conjunto deste processo, o termo "empresa" designa independentemente qualquer empresa, organização ou associação do setor público ou privado. Da mesma forma, o termo "Cliente" deve ser interpretado genericamente como "beneficiário" e o termo "Produto" como fornecimento que pode ser entregue de um material ou imaterial (serviço). Numerosos conceitos escondem-se por trás a noção de "Qualidade".

Segundo Sakurai (1997), o objetivo do custo da qualidade é fabricar um produto com alta qualidade ao menor custo possível. O custo da qualidade busca esse objetivo apurando os custos das falhas conforme as especificações. Para ressaltar sua importância, Sakurai relata que nos EUA, onde o custeio da qualidade é utilizado em larga escala, os custos chegavam a 20% do valor das vendas, enquanto que no Japão essa porcentagem era de 2,5% a 4%.

Na prática, a qualidade separa-se em duas formas :

- A qualidade externa, que corresponde à satisfação dos clientes. Trata-se de fornecer um produto ou serviços que atendam as expectativas dos clientes, que possa os fidelizar e assim melhorar a sua parcela de mercado. Os beneficiários (Clientes) da qualidade externa são os clientes de uma empresa

e os seus parceiros externos. Este tipo de estratégia passa assim por uma necessária escuta dos clientes (Voz do cliente, QFD, Entrevistas, etc.) mas deve permitir igualmente se levar em conta as necessidades implícitas, não expressas pelos beneficiários.

- A qualidade interna, correspondendo à melhoria do funcionamento interno da empresa e processo. A finalidade da qualidade interna é implementar meios que permitam descrever da melhor maneira possível a organização, localizar e limitar os seus problemas de funcionamento e processos. Os beneficiários da qualidade interna são a direção (Liderança) e o pessoal da empresa. A qualidade interna passa geralmente por uma etapa de identificação e formalização dos processos internos realizados, graças a uma diligência participativa.

O objeto da qualidade é por conseguinte fornecer uma oferta adaptada aos clientes, através de processos controlados, garantindo que a melhoria não se traduza por um custo adicional geral, neste caso, conhecido por "sobre qualidade". É possível melhorar um grande número de problemas de processo a baixo custo, mas, pelo contrário, quanto mais se deseja alcançar a perfeição mais os custos aumentam. Em definitivo, para as empresas do setor privado, não se trata tanto de responder de maneira exaustiva às expectativas dos clientes ("Zero defeito") mas de responder melhor, mais eficientemente e mais rapidamente do que os concorrentes. No setor público, a qualidade permite particularmente explicar um uso controlado dos fundos públicos para fornecer um serviço adaptado às exigências dos cidadãos.

O oposto da qualidade, chamado "não-qualidade", possui igualmente um custo. Com efeito, revela-se geralmente mais dispendioso corrigir os defeitos ou os erros (Retrabalho) do que "fazer certo" da primeira vez. Por outro lado, o custo da "não-qualidade" é ainda maior quando é detectada tardiamente, já no cliente final ou beneficiário. A título de exemplo, produzir novamente um produto defeituoso custará no final mais do dobro do preço de produção do produto inicial do que se tivesse sido realizado corretamente. Assim, a diferença de preços será menor se o defeito for detectado durante a produção do que se for detectado pelo cliente final

(insatisfação do cliente, tratamento do incidente, acompanhamento do cliente, despesas de portes, etc.)(Figura 1).

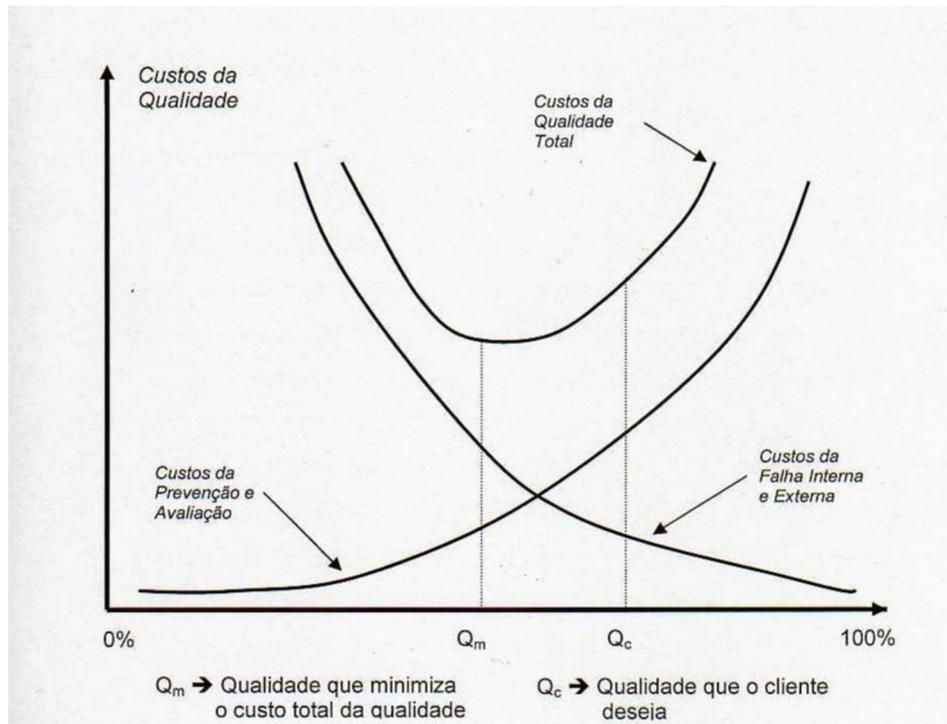


Figura 1 - Gráfico do custo da não-qualidade - Fonte: Wikipedia (2015)

Trata-se, desta forma, de encontrar o justo equilíbrio que permite eliminar ao máximo a “não-qualidade”, para obter um bom grau de satisfação da clientela, fidelizá-la e fazer benefícios, tudo com um orçamento razoável.

Os Custos da Qualidade oferecem suporte ao gerenciamento de custos em conjunto com programas de qualidade ou de melhoria contínua, mediante informações que possibilitam gerenciar os onze programas de modo a priorizar a implementação de programas nas áreas mais críticas em função dos custos. Nakagawa (1993) menciona que, dentre os problemas que preocupam os gestores de empresas que estão buscando transformar-se em “*Manufadoras de Classe Mundial*”, encontram-se os Custos da Qualidade por estes não serem identificados e mensurados pelos sistemas de custos atuais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 – CONCEITOS DA QUALIDADE E CUSTO DA QUALIDADE

Wernke (2000, p. 14) escreve que, a preocupação com a questão remonta às épocas antigas, embora não houvesse naquele período uma noção muito clara do que fosse qualidade. Essa noção foi evoluindo ao longo do tempo, em função das especificidades e necessidades que cada período apresentou na história do desenvolvimento humano (Paladini, 1995).

O que se pode considerar mais ou menos recente é a preocupação com o processo. Não somente o processo de fabricação, mas também com todos os processos que a empresa envolve para atender e satisfazer os consumidores. Essa preocupação com todos os processos industriais e administrativos é conhecida como *Total Quality Control* ou apenas TQC (Robles Jr., 1996). A qualidade é, no entender de Toledo (2007), a palavra-chave mais difundida no meio empresarial e, concomitantemente, existe pouco entendimento sobre o que é qualidade. Ele afirma também que os próprios teóricos da área reconhecem a dificuldade de se definir, precisamente, o que seja o atributo qualidade de um produto. Essa dificuldade existe principalmente porque a qualidade pode assumir distintos significados para diferentes pessoas e situações.

Já Garvin (1992) prefere, em vez de um conceito, adotar diversas dimensões da qualidade. Identificou, então, oito categorias: Desempenho, Características, Confiabilidade, Conformidade, Durabilidade, Atendimento, Estética e Qualidade Percebida. Afirma que cada categoria é estanque e distinta, pois um produto ou serviço pode ser bem cotado em uma dimensão, mas não em outra, estando em muitos casos inter-relacionadas. Frisa também que, como conceito, a qualidade existe há muito tempo, porém apenas recentemente passou a ser utilizada como uma forma de gestão.

Taguchi *apud* Nakagawa (1993) desenvolveu uma metodologia que define o termo qualidade mediante a função perda, que permite mensurá-la em unidades monetárias e associá-la à tecnologia do produto. Essa metodologia permite mensurar o impacto das perdas do produto e minimizá-las não somente para o cliente, mas também à sociedade, a longo prazo. Ainda sobre Taguchi, Paladini (1997) diz que, para ele, “a qualidade é a perda monetária imposta à sociedade a partir do momento que o produto sai da fábrica”, ou seja, do ponto de vista de valor agregado, pode-se conceber a qualidade de um produto como determinada “*pelos perdas econômicas*” provocadas à sociedade, como um todo, desde o instante em que ele é colocado à venda. Um produto de qualidade, na visão do consumidor, é aquele que atende às necessidades e que esteja dentro de sua possibilidade de compra, ou seja, tenha preço justo, segundo Csillag (1991).

Para Feigenbaum *apud* Coral (1996), qualidade é determinação do cliente, e não a determinação da engenharia nem de marketing e nem da alta administração. A qualidade deve estar baseada na experiência do cliente com o produto e o serviço, medidos por meio das necessidades percebidas que representem uma meta num mercado competitivo. Qualidade de produto e serviços pode ser definida, então, como a combinação de características de produtos e serviços referentes a marketing, engenharia, produção e manutenção, mediante as quais produtos e serviços em uso corresponderão à expectativa do cliente. Crosby (1994) definiu qualidade em termos concisos, ao conceituá-la como “*qualidade é conformidade com os requisitos*”. Assim, se um produto satisfaz todos os requisitos para este produto de acordo com seu modelo-padrão, ele é um produto de qualidade. Se o produto for fabricado corretamente na primeira vez, então os desperdícios seriam eliminados, e a qualidade não seria dispendiosa.

A maioria das diversas abordagens mencionadas compartilha um ponto em comum, que é a satisfação das necessidades do consumidor. Essa satisfação pode estar representada, por exemplo, na adequação ao uso defendida por Juran; nas características de produtos ou serviços que correspondam às expectativas do cliente; nas dimensões da qualidade de Garvin (onde o cliente prioriza uma ou mais

destas dimensões). Encontra-se, ainda, na dependência da percepção pessoal de qualidade do indivíduo (Oakland); no atendimento das necessidades do cliente dentro de suas possibilidades de compra (Csillag) e também na visão de Ishikawa (*apud* Caravantes), na qual os produtos devem ser úteis e satisfatórios para o comprador. Após terem sido comentados os conceitos de Custos e as definições de Qualidade individualmente, passa-se à abordagem conjunta dos dois termos, isto é, dos Custos da Qualidade.

2.2 – PRODUTIVIDADE E PHILIP CROSBY

A abordagem de Crosby baseia-se na prevenção. A idéia de que os erros são inevitáveis é falsa. Compete aos gestores através das suas atitudes e práticas, nomeadamente através do reconhecimento, desenvolver o compromisso com a prevenção e eleger como objetivo principal "zero defeitos". Se, por exemplo, for privilegiado o prazo de execução em relação à qualidade então o trabalho vai focar-se nesse parâmetro.

Para Crosby, Qualidade está associada aos seguintes conceitos: "zero defeitos", "fazer certo à primeira", "os quatro absolutos da qualidade", "o processo de prevenção", "a vacina da qualidade" e os 6 C's. "Zero defeitos" não significa que o produto tenha de ser perfeito. Significa que todos os indivíduos, na organização, estão comprometidos em satisfazer os requisitos à primeira. O dia "zero defeitos" permite à gestão de topo reafirmar o seu compromisso com a qualidade.

- **Os 4 absolutos:**

- A prevenção deve ser a linha de conduta generalizada.
- Os custos de qualidade servem como ferramenta de gestão para avaliar e atribuir recursos.
- O padrão "zero defeitos" deve ser a filosofia do trabalho.

- A conformidade com as especificações deve ser a linguagem padronizada em relação ao nível de qualidade que se pretende obter.

Crosby vê os problemas como bactérias da não conformidade, daí a necessidade de vacinas com anticorpos que sirvam para prevenir a existência de problemas. A sua "vacina da qualidade" consiste em três ações da gestão: determinação, formação e implementação. A responsabilidade da administração contínua da vacina pertence à gestão de topo.

- **Os seis Cs:**

- Compreensão ou a importância de perceber o que significa Qualidade.

- Compromisso da gestão de topo que começa por definir a política de Qualidade.

- Competência, resultado de um plano de formação e crítico para a implantação do movimento de melhoria da qualidade de forma metódica.

- Comunicação, para que todos na organização adquiram uma cultura corporativa da qualidade.

- Correção, baseada na prevenção e desempenho.

- Continuação que enfatiza o processo de melhoria da qualidade como uma "forma de estar" da organização.

Para Crosby qualidade significa conformidade com os requisitos. A qualidade deve ser definida em termos quantitativos para ajudar a organização a agir com base em metas tangíveis. A qualidade deve ser medida regularmente através do custo provocado por fazer as coisas mal. Para ajudar os gestores na avaliação dos custos dos erros desenvolveu a seguinte fórmula:

Custo da Qualidade = Preço da Conformidade(POC) + Preço da não conformidade (PONC)

POC - refere-se ao custo por fazer bem à primeira.

PONC - fornece informação à gestão acerca dos custos perdidos e uma indicação do progresso à medida que a organização melhora.

Crosby definiu a política de qualidade como o estado de espírito dos funcionários de uma organização sobre a forma como devem fazer o trabalho. Se não existir uma política formal estabelecida pela gestão cada um estabelece a sua.

Sequência de passos para um programa de melhoria da qualidade:

- 1) Compromisso da gestão de topo em relação à qualidade. A Direção da organização deve estar convencida da necessidade da melhoria da qualidade e exprimi-lo claramente através de um documento escrito que defina a política de qualidade da organização. Deve exprimir o que cada um deve fazer para responder às necessidades dos clientes.
- 2) Equipes de melhoria da qualidade. A Direção deve estabelecer uma equipe para supervisionar a melhoria da qualidade em todos os departamentos. O papel da equipe é avaliar o que é necessário em cada departamento e levar a cabo tudo o que respeita à política geral da qualidade da organização.
- 3) Medida da qualidade. Os indicadores de qualidade devem ser introduzidos de forma a identificar as necessidades de melhoria.
- 4) Avaliação do custo da não qualidade. As equipes da melhoria da qualidade deverão fazer uma estimativa dos custos da não qualidade de forma a identificar zonas prioritárias em que as ações serão imediatamente rentáveis.

- 5) Tomada de consciência das necessidades da qualidade. Os funcionários deverão compreender a importância do respeito pelas especificações e o custo das não conformidades.
- 6) Ações corretivas. As oportunidades para as ações corretivas são desencadeadas nas etapas 3 e 4.
- 7) Planear um programa "zero defeitos". Uma comissão ad hoc deve ser constituída na equipe da melhoria da qualidade. Esta comissão deverá desencadear um programa "zero defeitos" apropriado às necessidades da organização e à sua cultura.
- 8) Formação dos responsáveis e inspetores. Desde o início do programa, aos diferentes níveis de responsabilidade, os dirigentes devem ser formados para implementar o que lhes compete no programa global de melhoria da qualidade.
- 9) Instituir "um dia zero defeitos" para que o conjunto dos funcionários da organização seja sensibilizado nas novas normas de desempenho.
- 10) Definição de objetivos. Para transformar os compromissos em ação os indivíduos e os grupos devem ser encorajados a estabelecerem metas de aperfeiçoamento. Para isso, cada responsável define, com os membros da sua equipe, os objetivos específicos a atingir cujos resultados sejam mensuráveis. Estes objetivos podem ser do conhecimento de todos e o seu progresso pode ser avaliado em reuniões regulares.
- 11) Eliminar as causas dos erros. Os empregados devem ser encorajados a comunicar as dificuldades que têm em atingir as suas metas de aperfeiçoamento e na remoção das causas de erros.

- 12) Reconhecimento. Deve ser manifestado publicamente (mas não financeiramente) o reconhecimento àqueles que atingem os seus objetivos de forma regular.
- 13) Círculos de qualidade. Os especialistas em Qualidade e as pessoas particularmente motivadas pelo progresso da melhoria da qualidade devem-se encontrar regularmente a fim de trocarem ideias e experiências.
- 14) Recomeçar e progredir sempre. O conjunto de passos anteriores deve ser iniciado com regularidade, o que renova o compromisso dos antigos funcionários e introduz os novos no processo.

2.3 – MELHORIA PERMANENTE (Ciclo PDCA)

Um dos princípios básicos da qualidade é a prevenção e a melhoria permanente. Isto significa que a qualidade é um projeto sem fim, cujo objetivo é considerar as falhas e possíveis problemas o mais cedo possível. Desta maneira, a qualidade pode ser representada por um ciclo de ações corretivas e preventivas, chamado "Roda de Deming" ou "Ciclo PDCA" (Figura 2):



Figura 2 - Roda de Deming (Ciclo PDCA) – Fonte: Wikipedia (2015)

O ciclo PDCA tem seu início pela etapa de planejamento, nessa etapa o objetivo é focar na parte estratégica do ciclo, ou seja, no levantamento e análise das informações. Em seguida ocorre a execução, onde tudo aquilo previamente planejado é executado, gerando a necessidade de avaliar a qualidade do que está sendo feito e nos levando à etapa do processo de checagem. Nessa etapa temos a verificação de tudo o que foi feito, comparando o que havia sido planejado com o resultado final e com consequentes problemas e falhas que possam ter ocorrido durante o processo. Por fim, toda essa análise implica na necessidade de ação e na correção dos problemas e divergências encontradas. Segue abaixo uma análise minuciosa de cada etapa do Ciclo PDCA:

- Planejamento (Plan):** Primeira etapa do ciclo. Deve-se estabelecer um plano com base nas diretrizes da empresa, estabelecendo também os objetivos, os caminhos e os métodos a serem seguidos. Depois é feita a identificação e correção dos problemas encontrados, através de uma ação corretiva eficiente. Nesta parte, constam os itens descritivos do problema, as questões que se pretendem responder, as predições dessas questões (palpite sobre algo) e o desenvolvimento de um plano de ação.

- **Executar (Do):** Significa colocar o planejamento em prática, isto é, executar o plano de ação previamente elaborado na etapa de planejamento do Ciclo PDCA, de modo rigorosamente de acordo com o planejamento pré-estabelecido. No caso, com a condução do plano, as mudanças no processo e as observações sobre o mesmo, devem ser coletados também os dados para a verificação do processo na próxima etapa do ciclo.
- **Checagem (Check):** É a terceira etapa do Ciclo PDCA. Nela deve-se avaliar o que foi feito durante a etapa de execução, fazendo comparações e identificando as diferenças entre o planejado e o que foi realizado. Devemos verificar o que foi aprendido durante a execução do plano, comparando os resultados com as previsões que foram feitas na etapa de planejamento. Sendo assim, conseguimos observar se foram alcançados os objetivos ou não. (verificação dos padrões de qualidade).
- **Ação (Act):** É a realização das ações corretivas, que visam a correção das falhas encontradas durante o processo. Após a correção ser realizada, deve-se repetir o ciclo. É nessa etapa que o ciclo reinicia dando continuidade ao processo de melhoria contínua. Resumindo, é através da análise crítica do Ciclo PDCA que se estabelece um plano de ação definitivo para implementação das atividades a serem executadas após os estudos do ciclo.

É importante lembrarmos que as mudanças implementadas pelo Ciclo PDCA possuem dois tipos a serem considerados, que são: as mudanças reversíveis e as mudanças irreversíveis. As alterações reversíveis de um processo, são as mudanças que podemos retornar ao estágio inicial, ou seja, ao seu estado de origem. São aquelas que mesmo tendo ocorrido, podem ser revertidas sem deixar nenhum vestígio no sistema ou processo, como por exemplo, alterações num determinado procedimento. Já as mudanças irreversíveis, são as alterações que uma vez implementadas nunca mais poderão ser desfeitas (o estágio anterior não pode mais ser atingido). Nós podemos citar, as alterações na estrutura organizacional de uma empresa como um exemplo de mudança irreversível.

2.4 – ESTRATÉGIA DA QUALIDADE NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA

A melhoria da qualidade, interna e externa, permite à empresa trabalhar em melhores condições com os seus beneficiários, o que se traduz numa relação de confiança e em lucros no plano financeiro (aumento dos benefícios) ou humano (esclarecimento dos papéis, das necessidades e da oferta, motivação do pessoal).

Trata-se, contudo de um esforço que implica o conjunto da empresa e conduzindo a maior parte do tempo a modificações de hábitos de trabalho, ou mesmo mudanças organizacionais. Assim, chama-se "estratégia de qualidade" a abordagem organizacional que permite um progresso permanente na resolução das não-qualidades. Trata-se de uma estratégia participativa, ou seja, na qual deve necessariamente participar o conjunto da empresa e, por isso, necessariamente apoiada pelo mais elevado nível hierárquico.

2.5 – GARANTIA DA QUALIDADE NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA

Chama-se "garantia de qualidade" à garantia da manutenção de um certo nível de qualidade, em função dos objetivos visados. Declina-se assim sob a forma de referencial documental que formaliza os métodos aplicados para esse efeito. A norma 8402-94 dá a definição seguinte:

“Conjunto das atividades preestabelecidas e sistemáticas aplicadas no quadro do sistema de qualidade, e demonstrados como necessidade, para dar a confiança apropriada em como uma entidade satisfará as exigências para a qualidade.”

A garantia de qualidade tem assim como objetivo tranquilizar o cliente sobre a qualidade da prestação da empresa. Declina-se sob a forma de documento escrito, chamado "manual da garantia de qualidade", recapitulando o conjunto da política de qualidade da empresa. A certificação ou acreditação é assim um reconhecimento

escrito, de um terceiro independente, da conformidade de um serviço, um produto ou de um sistema a um nível de qualidade. A certificação faz-se geralmente em relação a uma norma, de preferência internacional. Entre as principais certificações citamos particularmente:

- A família ISO 9000 (ISO 9000, ISO 9001, ISO 9004, ISO 10011);
- EFQM (European Foundation for Quality Management).

2.6 – INSTALAÇÃO DE UMA ESTRATÉGIA DA QUALIDADE

Segundo Pillou (2004), a melhoria da qualidade (redução dos defeitos e melhoria dos processos de trabalho) numa empresa pede uma reflexão que associa a Direção e o conjunto do pessoal a fim de definir objetivos qualidade exequíveis e que sejam aceites por todos.

Chama-se "política de qualidade" às orientações e objetivos gerais de qualidade expressados pela Direção e formalizados num documento escrito. A política de qualidade define assim as orientações e os desafios a serem seguidos em termos de satisfação dos beneficiários. O termo "diligência de qualidade" designa a abordagem e a organização operacionais a fim de atingir os objetivos fixados pela política de qualidade.

Antes de mais nada, é necessário estabelecer um estado da organização que permite precisar a sua organização e esclarecendo o projeto de empresa:

- Objetivos gerais da empresa;
- Organização geral e responsabilidades: quem faz o quê?

Nesta ocasião, uma nova estruturação que considera a organização da qualidade pode ser definida. "A perturbação das organizações" permite centrar a empresa sobre o seu coração de ofício e sobre os seus objetivos e constitui um meio que permite amaciar a reserva à mudança. Na medida em que a qualidade tem por objeto a satisfação dos beneficiários, um trabalho global de definição dos beneficiários é indispensável.

A aplicação de uma estratégia de qualidade começa necessariamente por uma implicação da hierarquia ao nível mais elevado porque uma estratégia de qualidade traduz-se frequentemente por modificações organizacionais. A redação de uma carta de compromisso assinada pela Direção permite assim perpetuar a diligência e de legitimar um responsável de qualidade na aplicação de ações operacionais.

Uma estratégia de qualidade articula-se em redor de planos de ações sucessivos que permitem localizar e formalizar objetivos a curto prazo e os meios para os atingir.

A aplicação de uma estratégia de qualidade é antes de mais a aplicação de um novo estado de espírito na empresa, partilhado por todo o pessoal. A esse respeito, o sucesso do projeto deve muito à comunicação que é feita. Assim, uma campanha de comunicação permitirá ao pessoal conhecer as ações empreendidas e posicionar-se no projeto de empresa.

O compromisso formalizado da Direção traduz-se geralmente por uma carta escrita (chamada habitualmente carta de compromisso) que recapitula os grandes objetivos desejados pela Direção. Esta carta, frequentemente considerada como uma simples declaração de intenções sem utilidade é, na realidade, de uma utilidade extrema, na medida em que permite perpetuar o conjunto da estratégia e afirmar a importância que a Direção atribui à estratégia assim empreendida.

A implementação de uma estratégia de qualidade é um projeto de empresa global que mobiliza o conjunto do pessoal. É assim necessário definir “uma organização de qualidade” que se integra na existente e que se articula com a organização existente.

Assim, um responsável pela qualidade (diretor igualmente aconselhar qualidade ou qualidade de acordo com a dimensão da empresa) deve necessariamente ser designado a fim de pilotar as ações de qualidade implementadas na empresa. De acordo com a importância da organização, poderá ser assistido por uma equipa: a célula de qualidade (ou serviço de qualidade). Para tanto a aplicação da estratégia

de qualidade não deve repousar apenas sobre os ombros do responsável qualidade e a sua eventual equipa: trata-se de um assunto que diz respeito a todos.

Um Comité qualidade presidido pela direção, e composto do responsável qualidade bem como os responsáveis da empresa deve ser criado a fim de tornar conta dos resultados em matéria de qualidade e implicar o conjunto da empresa na sua melhoria. O Comité qualidade deve ser articulado finamente com o Comité de direção, a fim de evitar que as únicas decisões importantes sejam tomadas nas reuniões do Comité de direção.

Ainda segundo Pillou (2004), cada serviço ou escritório é responsável pela aplicação das orientações de qualidade ao seu nível. Idealmente um correspondente qualidade será nomeado a nível de cada uma destas entidades, em concertação com o responsável pela qualidade, a fim de marcar uma articulação forte com o serviço qualidade da empresa.

Os princípios de gestão pela qualidade, introduzidos na norma ISO 9004:2000, definem um quadro de referência (em inglês framework) que permite à organização melhorar os seus desempenhos. Estes princípios são procedentes das melhores práticas e a experiência de um grande número de empresas e instituições a nível internacional.

A norma ISO 9004:2000 define 8 princípios fundadores que constituem regras e conselhos destinados às organizações para melhorar continuamente o seu desempenho, focalizando-se na satisfação dos seus clientes (beneficiários, em sentido lato), tendo ao mesmo tempo em conta as necessidades dos diferentes receptores.

Os 8 princípios de gestão pela qualidade são os seguintes:

- **Organismo à escuta do cliente (*Customer focus*):**

“Os organismos dependem dos seus clientes, convém por conseguinte que compreendam as suas necessidades presentes e futuras, que respondam às exigências dos clientes e que se esforcem por exceder as suas expectativas.”

O objetivo é considerar o cliente não somente como um consumidor mas sobretudo como utilizador dos produtos ou serviços realizados pela organização e garantir a adequação aos objetivos da empresa. Trata-se por conseguinte de implementar um mecanismo de escuta do cliente para ter uma melhor visão das necessidades e das expectativas do beneficiário, para estar sempre em condições de responder o melhor possível. Além disso, é igualmente aconselhável fazer de forma a avaliar regularmente o nível de satisfação do cliente para ficar em condições de detectar o mais depressa possível as oportunidades ou os riscos.

- **Leadership:**

Os líderes da organização definem de maneira coerente uma finalidade e as orientações do organismo. O objetivo deste princípio é fazer de forma a ter em conta as necessidades dos receptores para definir e formalizar uma visão prospectiva clara da organização, definindo objetivos motivadores. Trata-se de criar valores partilhados por todos para substituir eventuais temores por uma relação de confiança.

- **Implicação do pessoal (*Involvement of people*):**

O pessoal a todos os níveis constitui a essência de uma organização e a sua implicação permite pôr as suas competências ao serviço da organização. Trata-se de fazer compreender a todo o pessoal do organismo o seu papel e a sua importância na organização e de fixar com eles objetivos motivadores. É também importante fazer regularmente um balanço de competência e propor um plano de formação para ajudar cada um a evoluir no seu ofício. Pelo contrário, pode ser útil propor aos empregados que deem um feedback ao seu superior sobre a sua

maneira de gerir e sobre a sua relação de trabalho. Em tal contexto, cada pessoa estará assim mais propensa a melhorar as suas competências com base em objetivos pessoais a atingir e por conseguinte trocar com os outros a sua experiência e os seus conhecimentos.

- **Abordagem processo (*Process approach*):**

“Um resultado esperado é atingido mais eficazmente quando as ações e os recursos correspondentes são geridos como processos.”

Trata-se então de identificar claramente, como processos, as atividades necessárias que permitem conduzir a um resultado e nomear um responsável para cada um deles. A identificação das atividades pode ser realizada vantajosamente com os atores interessados. Nesta base, será possível medir o desempenho de cada processo e analisar a maneira como pode ser melhorado a fim de responder melhor aos objetivos estratégicos da empresa.

- **Gestão por abordagem sistema (*System approach to Management*):**

“Identificar, compreender e gerir um sistema de processos interdependentes para um objetivo dado permite melhorar a eficácia e a eficiência da organização.”

A ideia deste princípio é considerar que o facto de estruturar e documentar claramente as ações que concorrem para os objetivos da organização permite melhorar a eficácia e a eficiência. Para o efeito, é necessário identificar inicialmente as dependências existentes para reduzir os conflitos interprocesso e a duplicação das atividades. Isto deve conduzir à formalização de um sistema de gestão pela qualidade claramente documentado. Uma formação ou uma informação dos atores necessários poderá ser precisa para garantir que cada um se apropria da estratégia.

- **Melhoria contínua (*Continual improvement*):**

“A melhoria contínua deveria ser um objetivo permanente da organização.”

Trata-se por conseguinte de controlar os diferentes processos, seguidamente, de maneira cíclica, analisar os seus desempenhos, fazer propostas de melhoria e aplicá-las. Isto pode fazer-se, nomeadamente, por meio de uma revisão regular com os responsáveis e com auditorias internas ou externas. É importante saber, em especial, localizar as melhorias e dá-las a conhecer a todos.

- **Abordagem efetiva para a tomada de decisão (*Factual approach to decision making*):**

“As decisões eficazes são baseadas na análise de dados e de informações tangíveis.”

Este princípio consiste assim em tomar decisões com base numa análise efectiva da informação, corroborada pela experiência e pela intuição. De acordo com esta abordagem, será mais fácil a posteriori argumentar sobre a justificação de uma decisão, fazendo referência a documentos acessíveis. Isto permite, nomeadamente, dar os meios ao conjunto dos receptores para compreender a maneira como as decisões são tomadas.

- **Relações mutuamente benéficas com os fornecedores (*Mutually beneficial supplier relationships*):**

“Uma organização e o seu fornecedor são interdependentes e uma relação mutuamente benéfica melhora a sua capacidade para criar valor.”

As relações com os fornecedores devem assim ser pensadas de maneira a conciliar vitórias fáceis a curto prazo com considerações mais prospectivas. Para isto, é necessário compreender os interesses dos parceiros, definir claramente num contrato as suas obrigações e avaliar regularmente os seus desempenhos. Tal princípio permite, quando é aplicado corretamente, melhorar as relações com os fornecedores, nomeadamente o tempo de resposta e por conseguinte o custo global.

2.7 – CUSTOS DA QUALIDADE

Segundo Xavier (2013), o maior objetivo de um Sistema de Custos da Qualidade é garantir a fabricação de produtos que satisfaçam aos clientes a um mínimo custo, contribuindo assim para maximizar os lucros da empresa.

O sistema de Custos da Qualidade é um sistema de controle de custos separado, orientado para o produto, que cruza as linhas da organização departamental, resumindo em um único relatório informações não disponíveis, ou que podem estar dispersas em outros documentos e sob unidades diferentes (horas, quantidades, etc.).

As principais razões de se adotar os custos da qualidade são:

1. Assegurar que cada tipo de despesa seja mantido dentro de limites predeterminados ou aceitáveis;
2. Assegurar que o volume de trabalho seja condizente com os benefícios dele advindos;
3. Assegurar que a ênfase correta seja colocada em cada uma das categorias dos Custos da Qualidade, possibilitando a identificação de áreas que devem ser atacadas prioritariamente, visando minimizar os custos totais.
4. Benefícios dos Custos da Qualidade:
5. Redução do custo de fabricação;
6. Melhoria da gestão administrativa;
7. Diminuição de refugos;
8. Melhoria no planejamento e na programação das atividades;

9. Melhoria na produtividade;

10. Aumento do lucro.

Disso pode-se perceber que o custo da Qualidade está intimamente ligado ao controle da qualidade; o controle da qualidade vai gerar custo, e estes são pequenos comparados aos benefícios que a implantação do sistema de custos da Qualidade traz para a empresa.

2.7.1 - CLASSIFICAÇÃO DOS CUSTOS DA QUALIDADE

Os Custos da Qualidade são divididos em dois grandes grupos: o grupo de custos do controle e o grupo das falhas. Os dois grandes grupos podem se subdividir conforme o diagrama abaixo, onde podemos ver a existência de quatro grupos menores chamados de prevenção, avaliação, falhas internas e falhas externas.

CUSTOS DA
PREVENÇÃO



CUSTOS DO
CONTROLE

CUSTOS DA
AVALIAÇÃO



CUSTOS DAS
FALHAS INTERNAS

CUSTOS DAS
FALHAS



CUSTOS DAS
FALHAS EXTERNAS



Cada um desses grupos são compostos por elementos de custo que são geralmente compatíveis com as contas empregadas no sistema de contabilidade da empresa.

2.7.2 - CUSTOS DA PREVENÇÃO

São aqueles referentes às atividades de desenvolvimento, implementação e manutenção do sistema da qualidade, visam garantir a conformidade as especificações da qualidade ao menor custo. Basicamente, são os custos usados para prevenir a ocorrência de defeitos futuros.

Seus elementos de custos principais são:

- Engenharia da Qualidade – onde são apontados os custos envolvidos com as atividades de:
- Planejamento do sistema da qualidade;
- Elaboração dos planos de inspeção e testes, aplicados a materiais, componentes e produtos;

- Auditoria do sistema da qualidade.
- Projeto e desenvolvimento de meios de controle e medição – onde são apurados os custos do planejamento dos meios de medição necessários para garantir a qualidade especificada;
- Treinamento do pessoal na função da qualidade – custos para desenvolvimento, implementação e manutenção de programas de treinamento para a função qualidade;
- Programa de motivação para a qualidade – incluem as despesas com a divulgação interna visando a motivação de todos os funcionários para o programa da qualidade.

2.7.3 - CUSTOS DA AVALIAÇÃO

São os custos associados as atividades de controle, avaliação ou auditorias de produtos, componentes ou materiais comprados, com a finalidade de assegurar sua conformidade as especificações.

Geralmente são separados da seguinte forma:

- Inspeção de recebimento de materiais – inclui todos os custos gerados para a realização de controle e ensaios em materiais e componentes comprados;
- Controles/Ensaio durante a fabricação ou de produtos acabados – custos associados a realização de controles/ensaios durante as fases de fabricação, montagem e testes finais de produtos acabados, sejam os mesmos efetuados por pessoas do departamento da qualidade ou não;

- Auditorias de produtos;
- Homologação de produtos por agências oficiais – despesas incorridas para obtenção de selos de conformidade, etc.;
- Aferição e calibração de meios de medição – despesas geradas para manutenção do sistema de aferição e calibração dos meios de medição utilizados no controle da qualidade;
- Controles/Ensaio durante a montagem do equipamento nas instalações do cliente.

A Figura 3 mostra o comportamento da variação dos custos de prevenção e avaliação em função do grau de conformidade com a qualidade.

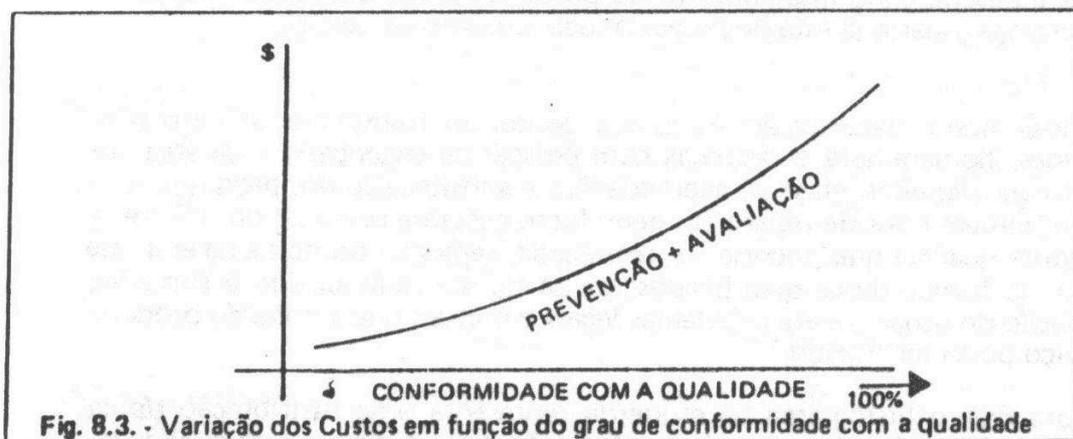


Figura 3 - Variação dos custos em função do grau de conformidade com a qualidade. – Fonte: Wikipedia (2015)

2.7.4 - CUSTOS DAS FALHAS INTERNAS

São todos os custos gerados por produtos, componentes e materiais, que não atendam as especificações da qualidade, antes da sua entrega ao cliente.

A apuração dos custos é feita pelos seguintes elementos:

- Scrap/Retrabalhos – perdas devido a scrap ou retrabalhos necessários para que o produto atenda as especificações da qualidade;
- Análise de falhas – custos envolvidos na análise de materiais, componentes ou produtos não conformes, para determinação das causas;
- Reinspeção/reteste – custos resultantes de reinspeções em produtos que apresentaram falhas inicialmente;
- Desclassificação de produtos – diferença entre o preço normal de venda e o preço obtido devido às não conformidades apresentadas (produtos de segunda linha).

2.7.5 - CUSTOS DAS FALHAS EXTERNAS

São os custos de produtos que não atenderam as especificações da qualidade, depois de entregues ao cliente. São classificadas da seguinte forma:

- Análise de reclamações de clientes;
- Garantia – todas as despesas geradas pela substituição de componentes ou produtos defeituosos durante o período de garantia;
- Penalidades – normalmente abatimentos concedidos pelo não atendimento de padrões de desempenho especificados nos contratos de fornecimento.

Devido os investimentos nas classes de prevenção e avaliação, os custos decorrentes das falhas internas e externas diminuem, conforme pode ser observado na Figura 4 a seguir:



Figura 4 - Variação dos custos decorrentes de falhas internas e externas em função do grau de conformidade com a qualidade Fonte: Wikipedia (2015)

O somatório dos custos fornece a curva a seguir que mostra um ponto ótimo, o qual deve ser procurado com o objetivo de dar a ênfase adequada à elaboração e implementação de sistemas da qualidade (Figura 5).

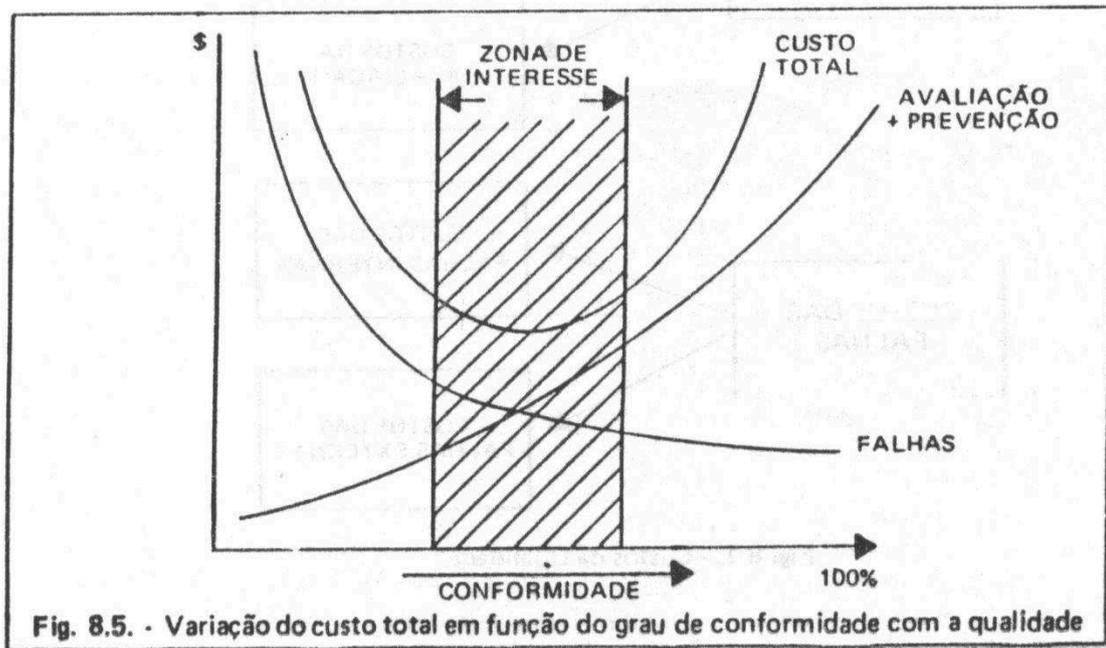


Figura 5 - Variação do custo total em função do grau de conformidade com a qualidade – Fonte: Wikipedia (2015)

2.8 – FERRAMENTAS DE CONTROLE DA QUALIDADE

2.8.1 - CEP (Controle Estatístico do Processo)

O controle estatístico do processo é um sistema de inspeção por amostragem, operando ao longo do processo, com o objetivo de verificar a presença de causas especiais, ou seja, causas que não são naturais ao processo e que podem prejudicar a qualidade do produto manufaturado.

Uma vez identificadas as causas especiais, podemos atuar sobre elas, melhorando continuamente os processos de produção e, por conseguinte, a qualidade do produto final.

O CEP fornece uma radiografia do processo, identificando sua variabilidade e possibilitando o controle dessa variabilidade ao longo do tempo através da coleta de

dados continuada, análise e bloqueio de possíveis causas especiais que estejam tornando o sistema instável.

2.8.2 - FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

FMEA (failure mode and effect analysis) é uma ferramenta usada para aumentar a confiabilidade de um certo produto durante a fase de projeto ou processo. A ferramenta consiste basicamente em sistematizar um grupo de atividades para detectar possíveis falhas e avaliar os efeitos das mesmas para o projeto/processo.

A partir dessas possíveis falhas, identificam-se ações a serem tomadas para eliminar ou reduzir a probabilidade de que as mesmas ocorram. Essas ações também podem objetivar aumentar a probabilidade de detecção dessas falhas, para que os produtos que apresentam inconformidades não cheguem ao cliente.

Deste modo é obtida uma lista de possíveis falhas, organizada por ordem do risco que elas representam e com respectivas ações a serem tomadas para mitigá-las. Essa lista auxilia na escolha de projetos alternativos com alta confiabilidade durante as etapas iniciais da fase de projeto. Assim garante-se que todas as possíveis falhas de um processo sejam consideradas e suas probabilidades de ocorrência minimizadas (quando se fizer necessário).

No caso, foi se aplicado o FMEA de processo. FMEA de processos: São consideradas as falhas no planejamento e execução do processo, ou seja, o objetivo desta análise é evitar falhas do processo, tendo como base as não conformidades do produto com as especificações do projeto.

2.8.3 - Análise laboratorial

Análises realizadas em grãos e corpos de testes. Principalmente análises de composição química, já que tais parafusos são ligas de ferro e silício.

Tais análises são capazes de identificar deterioração do material ou possível falhas decorrentes do processo de extração do mineral.

2.8.4 - Testes mecânicos / Metalografia

As propriedades mecânicas dos materiais são verificadas pela execução de ensaios cuidadosamente programados, que reproduzem o mais fielmente possível as condições de serviço. Dentre os fatores a serem considerados nos ensaios incluem-se a natureza da carga aplicada, a duração de aplicação dessa carga e as condições ambientais. A carga pode ser de tração, compressão ou cisalhamento, e a sua magnitude pode ser constante ao longo do tempo ou então flutuar continuamente. O tempo de aplicação pode ser de apenas uma fração de segundo ou pode se estender por um período de muitos anos. Dentro das condições ambientais destaca-se a temperatura como fator de grande importância.

2.8.5 – Espectrometria

Sabe-se que muitos elementos metálicos sob excitação conveniente emitem radiações de comprimento de onda característico. Esse fato é utilizado nos familiares testes qualitativos de chama para os metais alcalino e alcalinos terrosos. Usando-se excitações elétrica mais poderosa em lugar da chama, pode-se estender o método a todos os elementos metálicos e não-metálicos. Em alguns os espectros são simples, consistindo em apenas uns poucos comprimentos de onda; enquanto que outros, estão presentes centenas de comprimentos de ondas distintos e reproduzíveis. Deve-se reconhecer os elementos de espectros complicado com auxílio de um espectroscópio. As análises quantitativas com o espectrógrafo baseiam-se na relação entre a potência da radiação emitida de determinado comprimento de onda e a quantidade do elemento correspondente na amostra, essa relação é empírica. A potência radiante é influenciada de um modo complicado por diversas variáveis, incluindo a temperatura do arco excitante e tamanho, forma e

material dos eletrodos. Por essa razão, os procedimentos devem ser rigorosamente padronizados e os espectros desconhecidos devem ser comparados àqueles de amostra-padrão preparadas com o mesmo aparelho sob condições idênticas.

2.8.6 – Ultrassom

Assim como uma onda sonora reflete ao incidir num anteparo qualquer, a vibração ou onda ultrassônica também reflete quando percorre um meio elástico; do mesmo modo, a vibração ou onda ultrassônica refletirá ao incidir numa descontinuidade ou falha interna de um meio considerado. Através de aparelhos especiais, é possível detectar as reflexões provenientes do interior da peça examinada, localizando e interpretando as descontinuidades.

O teste ultrassônico de materiais é feito com o uso de ondas mecânicas ou acústicas colocadas no meio em inspeção, ao contrário da técnica radiográfica, que usa ondas eletromagnéticas. O ensaio por ultrassom caracteriza-se por ser um método não destrutivo com o objetivo de detectar descontinuidades internas, presentes nos mais variados tipos ou formas de materiais ferrosos ou não ferrosos.

2.8.7 – Metalografia

As propriedades mecânicas dos materiais são verificadas pela execução de ensaios cuidadosamente programados, que reproduzem o mais fielmente possível as condições de serviço. Dentre os fatores a serem considerados nos ensaios incluem-se a natureza da carga aplicada, a duração de aplicação dessa carga e as condições ambientais. A carga pode ser de tração, compressão ou cisalhamento, e a sua magnitude pode ser constante ao longo do tempo ou então flutuar continuamente. O tempo de aplicação pode ser de apenas uma fração de segundo ou pode se estender por um período de muitos anos. Dentro das condições ambientais destaca-se a temperatura como fator de grande importância.

2.8.8 - Controle dimensional

O Controle Dimensional é um método capaz de verificar de maneira eficiente as características dimensionais de peças, subconjuntos ou mesmo equipamentos completos, tendo como objetivo principal garantir a montagem, o bom funcionamento e a intercâmbialidade de peças e componentes de equipamentos.

2.8.9 – Magnaflux

As partes de metal quando são moldadas ou soldadas podem sofrer estresse durante o processo. Esses estresses podem se revelar como pequenas rachaduras ou fissuras nas juntas. Esses problemas podem ser difíceis de ver a olho nu. Um método de empregar pequenas partículas magnéticas e tinta fluorescente foi implementado para mostrar quaisquer anormalidades no trato das peças de metal.

O teste magnaflux pode ser utilizado apenas em peças de metal que possam ser magnetizadas. O tamanho das peças pode variar de pequenos rolamentos a chassis de aviões inteiros. Contudo que o material possa ser coberto com a solução que contém as pequenas partículas magnéticas e que a peça possa aguentar um pequeno campo magnético, ele pode ser testado.

Depois que a peça for coberta com a solução, um ímã manual é passado por ela. O campo elétrico faz com que as partículas na solução se alinhem com o campo. Geralmente, se a peça não possui nenhuma fissura, as partículas só ficam na superfície.

Uma peça testada com uma fissura prenderá a solução nela, e, quando o campo magnético passar, uma "linha" de partículas se formará. Essa linha preencherá a fissura e as partículas ficarão presas devido ao campo magnético induzido.

Algumas fissuras são tão pequenas que podem ser difíceis de identificar a olho nu. A tinta utilizada na solução tem base fluorescente. Esse líquido é fácil de ser visto com luz negra. Geralmente, o teste de luz magnaflux é feito em um local escuro para que a luz negra possa ser vista.

2.8.10 - Inspeção visual

O ensaio visual foi o primeiro método de ensaios não-destrutivos aplicado pelo homem. É certamente o ensaio mais usado de todos, em todos os ramos da Engenharia. A história do exame visual de objetos, pertences, metais, etc, remonta a mais remota antiguidade. Por este motivo, pode-se imaginar que seja o ensaio mais simples de todos; entretanto, na moderna época em que vivemos, ensaio ainda é fundamental.

Todos os modernos métodos de ensaios não-destrutivos, não fizeram do ensaio visual um ensaio obsoleto. Por muitos anos ainda será utilizado, dele dependendo, como vamos ver, informações de alta importância para a segurança e economia industriais. O ensaio visual é simples de ser aplicado, fácil de ser aprendido e, quando sua aplicação é bem projetada, ele é um dos mais econômicos. Entretanto, insistimos: um método de ensaio não-destrutivo não é concorrente de outro; logo, o ensaio visual tem uma enorme área de aplicação, porém, jamais poderemos usar apenas o ensaio visual em inspeções de peças de responsabilidade. O ensaio visual é necessário mas não suficiente, como qualquer outro método. Pela sua simplicidade, ele nunca poderá deixar de ser aplicado à inspeção. A inspeção visual tem grande importância na condução de outros ensaios, como por exemplo, nas radiografias das soldas, de estruturas, de componentes e órgãos de máquinas. Cada tipo de inspeção visual necessita de um profissional com conhecimentos práticos, treinado e qualificado através de provas.

O ensaio visual é executado por uma série de inspeções visuais sobre as superfícies dos objetos avaliados. Dessas inspeções visuais é gerado um laudo sobre a aparência da superfície, formatos, dimensões e descontinuidades grosseiras sobre as mesmas. O cuidadoso exame visual, nos fornece informação referente à necessidade de prosseguimento dos ensaios não-destrutivos por outros métodos. De fato, examinando-se um objeto superficialmente e constatando-se a inexistência de defeitos superficiais, o objeto pode ser conduzido para outro tipo de inspeção. Uma boa aparência, bom grau de acabamento, inexistência de defeitos na superfície

não autoriza ninguém a concluir sobre o bom estado do mesmo, no que diz respeito ao seu interior.

Ao se inspecionar uma peça metálica pelo método visual e nela se constatando a presença de uma trinca ou furo, a mesma pode ser recusada (por força de especificações) e nenhum outro ensaio não-destrutivo deve ser mais utilizado. A peça deve ser rejeitada. É claro que uma peça cujo exame visual já a condenou, pode e deve ser inspecionada por outros métodos, com o intuito de se verificar as causas do defeito. Isto poderá se traduzir em, economia e avanço para a empresa no futuro. A renovação de um defeito superficial, para a recuperação da peça metálica é também executada com auxílio da inspeção visual. O defeito externo, superficial, é constatado, planejado a sua remoção, que também é acompanhada para meio da inspeção visual.

2.8.11 - Teste de corrosão

Ensaios de corrosão podem ser realizados por várias razões:

1. Para determinar se um metal (ou liga) é de uma certa qualidade – como um procedimento de inspeção da produção,
2. Para comparar o comportamento de diferentes metais em um meio específico como o propósito de selecionar o metal mais apropriado,
3. Para avaliar o comportamento de um novo metal ou liga em um dado meio,
4. Para determinar o meio no qual um metal ou liga pode ser satisfatoriamente usado,
5. Para investigar métodos de proteção de corrosão em um meio agressivo,
6. Para determinar os efeitos de metais ou ligas sobre as características de um meio, por exemplo: contaminação de latas de alimentos por produtos de corrosão do material recipiente,
7. Para estudar a química e o mecanismo de corrosão.

Os métodos de ensaios de corrosão de metais podem ser divididos em três grupos principais:

1. Ensaios de laboratório
2. Ensaios de campo
3. Ensaios de serviços

Entre estes, o ensaios de laboratórios são os mais frequentemente usados e sua característica marcante é que amostras especialmente preparadas são testadas sob condições artificiais e controladas. Estas condições são escolhidas para acelerar o processo de corrosão e obter resultados tão rapidamente quanto possível. Resultados mais confiáveis podem ser obtidos, se os parâmetros ambientais do ensaio puderem ser controlados próximos àqueles encontrados em serviços. A principal vantagem dos ensaios de laboratório é que, a influência de parâmetros, tais como temperatura, tensões, umidade, composição do meio, composição do metal, estrutura, condições superficiais, revestimentos e outros sobre o comportamento de corrosão podem ser estudados. Deveria ser enfatizado que mesmo em ensaios de laboratório, onde as condições são bem controladas, não é possível simular o comportamento real de metais quando sob condições de serviço. Tentativas para se aproximar as condições de laboratório àquelas encontradas em serviço, têm levado algumas vezes ao uso de modelos em baixa escala das situações de serviço. Na prática, há frequentemente o desejo de se obter informação confiável a partir de um ensaio de corrosão tão rapidamente quanto possível, mesmo que a vida do metal em serviço seja de diversos anos. Dessa forma, ensaios de corrosão acelerada foram desenvolvidos.

Em um ensaio de campo, várias amostras de diferentes tipos são expostas a meios que são quase idênticos aqueles em serviço. Estes ensaios são mais acurados que ensaios de laboratório e são frequentemente realizados para verificar os resultados de ensaios de laboratório. A principal desvantagem dos ensaios de campo é a sua longa duração.

Em um ensaio de serviço, amostras são colocadas na instalação ou estrutura real para dar informação mais confiável sobre o metal mais adequado para uma dada aplicação. Em muitos casos, ensaios de serviço são antipráticos, caros e podem requerer tempos de exposição muito longos.

2.8.12 - Teste de medição de espessura

Método de verificação da espessura do revestimento de zinco.

Para cada tipo de atmosfera, existem especificações, nas quais são indicadas as espessuras adequadas, que devem ser usadas para evitar problemas na utilização do aço zincado por imersão a quente (Galvanização a Fogo).

Essas espessuras estão compreendidas, com mais freqüência, entre 500 a 800 g/m² (1g/m² = 0,143 micrometros). Correlação Peso / Espessura / Vida Útil da Camada

2.8.13 - Teste de rodagem

Entende-se por período de rodagem a fase de início de utilização de um motor. O tratamento que lhe é dado pelo utilizador neste período pode vir a ter efeitos directos no seu rendimento ao longo de toda a sua vida útil, assim como na sua durabilidade.

O rigor construtivo, a precisão com que os motores são concebidos e a eficácia dos lubrificantes foram permitindo menos preocupações com a rodagem. Mas nos últimos anos, as coisas têm mudado um pouco, devido ao enorme aumento da complexidade tecnológica e aos maiores esforços a que alguns componentes passaram a estar sujeitos, principalmente no caso dos motores turbodiesel.

As peças do motor são desenhadas segundo rigorosas especificações em relação a medidas e tipo de material utilizado. Mas mesmo assim, não ficam perfeitas. É certo que essas imperfeições obedecem a margens de tolerância, mas precisarão sempre de se acoplar mutuamente durante os primeiros quilómetros. Esta é a fase em que todos os elementos da mecânica passam por um determinado desgaste controlado que elimina as pequenas imperfeições e as superfícies de contacto se vão adaptando entre si. Dado que é a própria fricção que elimina gradualmente estas imperfeições, exigem-se alguns cuidados que salvaguardem uma boa adaptação das peças, sem esforços exagerados.

2.8.14 - Testes funcionais

Testes realizados para se avaliar a montabilidade de peças externas a carroceria do veículo. Realiza-se a montagem dos elementos de maneira manual, através de máquinas ou por simulação de dados.

Tal teste é capaz de indicar falhas dimensionais ou de montagem que possam influenciar na montabilidade das peças. Testes funcionais avaliam roscas espanadas, rebarbas em furos, borrachas cortadas, ajuste de faróis e lanternas, encaixe de peças plásticas, entre outras possíveis causas de problemas para o processo de montagem.

O resultado deve ser capaz de indicar e prever causas de futuras anomalias.

2.8.15 – Durabilidade

Os testes de durabilidade destinam-se a avaliação do comportamento dos materiais após longo tempo de uso. Eles incluem: escoamento (creep), taxa de compressão e tração, fadiga dinâmica, resistência às intempéries, envelhecimento acelerado, abrasão, etc.

Pela atuação de forças externas, as macromoléculas tendem a escoar e quando removida a tensão retornam parcialmente à situação primitiva. Se o material é muito cristalino, é também rígido e resiste mais à deformação; no entanto, sempre há uma variação de dimensão quando se ultrapassa o limite elástico de cada material (deformação permanente). Quando o polímero é pouco cristalino, ou está acima da sua temperatura de transição vítrea, há maior escoamento (creep) e as peças sofrem deformações mais pronunciadas, até mesmo por escoamento sob a ação de seu próprio peso (cold flow).

A variação das propriedades com o tempo tornam necessárias realizações de experimentos de escoamento para os PU's. A deformação de corpos de prova sob cargas constantes e condições ambientais constantes (especialmente a temperatura) são registradas como funções do tempo. O módulo de escoamento, que é lido na região linear inicial das curvas, é menor do que o módulo elástico determinado nos ensaios de tensão x deformação de curta duração, e oferece aos

projetistas a possibilidade de dimensionar o material, levando em conta deformações possíveis de ocorrer durante longas tensões.

O escoamento das cadeias macromoleculares, que pode ocorrer ao longo do uso de um material, pode ser avaliado através de testes de medida da deformação permanente por compressão ou tração.

A resistência à fadiga compressiva dinâmica exprime a tensão máxima, desenvolvida alternadamente como tração e compressão, a que um material pode resistir quando a peça é submetida a esforços cíclicos. É quantificada pelo número de ciclos que o material pode suportar.

A resistência à abrasão é a capacidade de um material resistir ao desgaste produzido por fricção, geralmente medida por comparação com o desempenho de padrões. Os PU's são os plásticos que apresentam maior resistência à abrasão, determinada pela perda de peso, volume ou espessura de um corpo de prova friccionado contra um determinado material abrasivo, sob uma carga específica (ASTM D 1242).

Uma vez identificadas as causas especiais, podemos atuar sobre elas, melhorando continuamente os processos de produção e, por conseguinte, a qualidade do produto final. O resultado deve ser capaz de indicar e prever causas de futuras anomalias.

3. METODOLOGIA

No presente trabalho adotou-se a metodologia de pesquisa e análise quantitativa. O estudo visa demonstrar através de um exemplo (O custo de retrabalho em um parafuso) e suas avaliações o quão negativo pode ser a não aplicação da análise dos custos da qualidade no valor do produto final e conseqüentemente, na expectativa do consumidor. Por meio de um levantamento, procurou-se saber como uma empresa multinacional do ramo automobilístico com sistema da qualidade conforme as normas ISO 9000 e VDA 6.1. Metodologia consiste em um plano detalhado de como alcançar os objetivos, respondendo a questões e testando as hipóteses que foram formuladas. Conforme Larosa (2003, p.36):

“Metodologia é o método para se conseguir o conhecimento verdadeiro, analisando o objeto real, viabilizando sua comprovação e benefícios sociais, seja, o conhecimento é provado por qualquer pessoa em qualquer parte do universo.”

Na concepção de Larosa (2003, p.44) a pesquisa bibliográfica é:

“Parte de um material já elaborado, livros e artigos publicados. Na verdade, boa parte dos estudos é desenvolvida pautada em outras publicações sobre o assunto, seja como fonte de consulta ou como ponto de partida para uma contestação.”

Portanto, foram utilizados livros, revistas da área, artigos escritos e *online* dos últimos 30 anos que demonstrassem a evolução dos assuntos abordados, demonstrando o progresso da sua relevância para as organizações e a importância que tal estratégia tem tomado a competitividade das empresas desse ramo. A coleta de dados foi realizada durante o segundo semestre de 2015, junto das áreas de Qualidade, Engenharia, Compras e Fornecedores responsáveis e a avaliação dos custos de retrabalho, que englobam, mão-de-obra, tempo, ferramentas e disposição foi realizada junta a Manufatura e sua liderança.

Como resultado final, a aplicação do estudo foi realizado em comum acordo entre as áreas de Qualidade e Fornecedores responsáveis pelo objeto estudado.

3.1. DEFINIÇÕES DOS CUSTOS DA QUALIDADE NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

3.1.1 – DISTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS DA QUALIDADE

Os custos de qualidade na indústria automobilística são classificados segundo a figura a seguir (Figura 6):

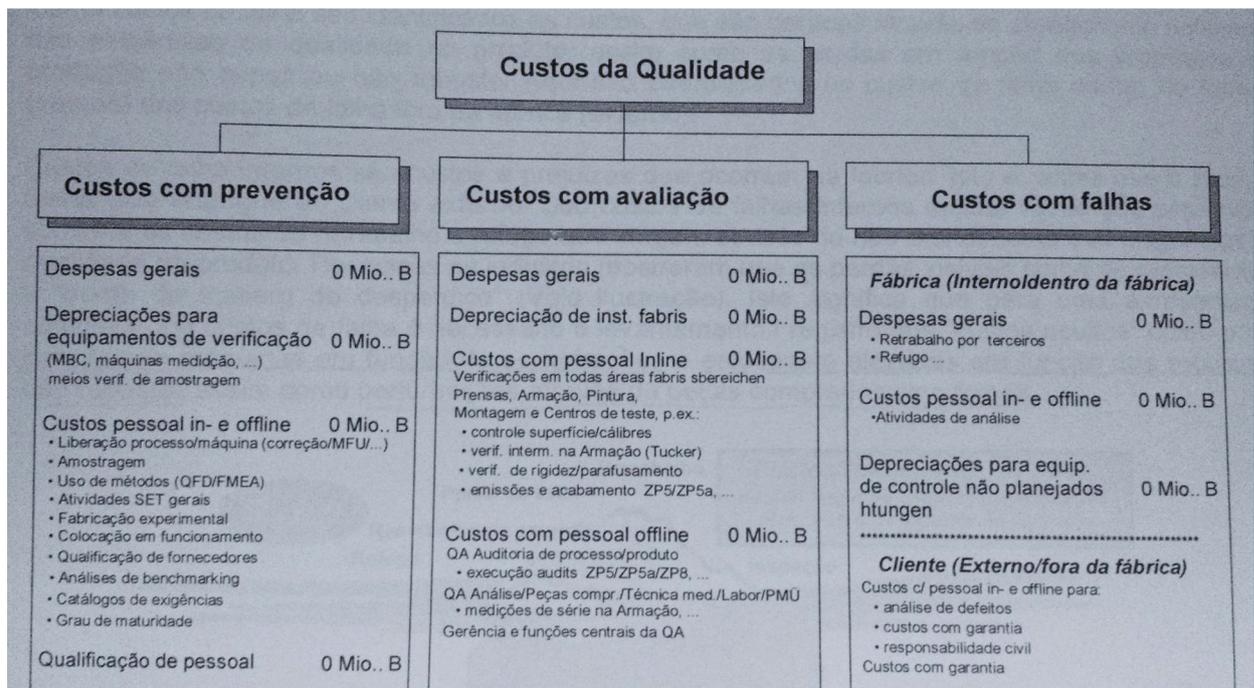


Figura 6 - Classificação dos custos da qualidade na indústria automobilística. – Fonte: Manual Konzern (2004)

Os custos da qualidade são um fator muito importante para qualquer planejamento. O objetivo do planejamento é de assegurar a aplicação sensata dos recursos disponíveis. A redistribuição e a redução de todos os custos é o resultado esperado.

3.1.2 – CUSTOS DE PREVENÇÃO NO PROCESSO PRODUTIVO

Custos são geradas por meio de ações e atividades destinadas a evitar falhas. Por isso fala-se também de custos da qualidade assegurada preventiva. Os custos de prevenção surgem através de atividades, que são necessárias para se assegurar processos capazes e robustos, como também produtos antes do início da série (ex. FMEA) e durante os processos de série (ex. TPM).

3.1.3 – CUSTOS DE AVALIAÇÃO NO PROCESSO PRODUTIVO

Custos gerados para verificação de peças, de elementos de montagem, de produtos ou processos das exigências de qualidade são considerados custos de avaliação. Serão considerados tanto as avaliações na linha (in-line) como, por exemplo, avaliações visuais e dimensionais, como também as avaliações para controle de série fora da linha (off-line), como, por exemplo, avaliações no centro de metrologia e laboratório.

3.1.4 – CUSTOS DE FALHA NO PROCESSO PRODUTIVO

Como custos de falha são identificados os custos, que são gerados através do atendimento deficiente das exigências de qualidade no produto, assim como as perdas em função dos processos de produção não capaz ou não robusto. Aqui são diferenciados os custos de falha dentro da fábrica (interno) dos custos de falha fora da fábrica (externo).

Custos de falha internos são custos e prejuízos que ocorrem na fábrica, isto é, antes que o produto tenha sido entregue ao cliente externo. Sob custos de falhas internos muitas vezes são entendidos somente os custos de retrabalho e refugo que surgem através do não atendimento das exigências de qualidade do produto. Pesquisas na indústria mostraram que as perdas visíveis somente representam a “ponta do iceberg do desperdício” (Figura 7). Isto significa que para uma

apresentação completa dos custos de falha, é necessário o levantamento e registro dos “custos ocultos” como, por exemplo, paradas de máquinas em função de perturbações e estocagem elevadas em função de processos não robustos, assim como perturbações através de peças compradas com falhas.

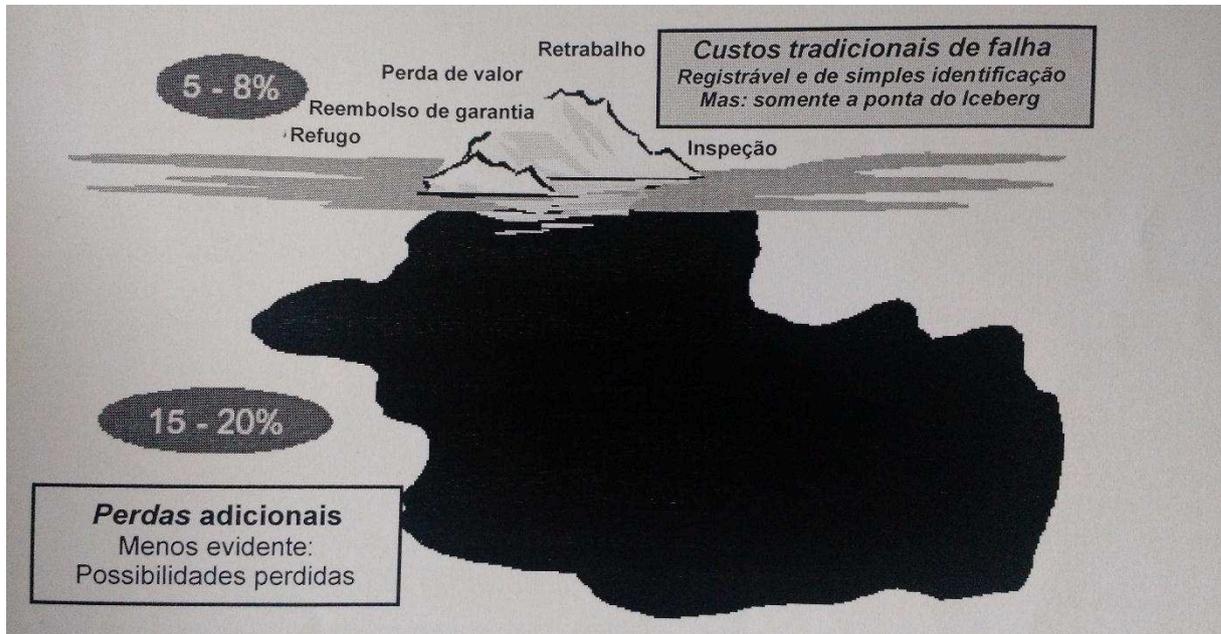


Figura 7- Iceberg do desperdício - Fonte: Manual Konzern (2004)

Sob custos externos de falha deve se entender custos e perdas que surgem depois da entrega do produto para o cliente, como, por exemplo, custos de garantia e cortesia e custos de responsabilidade civil ou das ações de “recall”.

3.2. DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS DA QUALIDADE EM NOVOS PROJETOS

3.2.1 – PROCEDIMENTO BÁSICO

No primeiro passo é feita uma divisão dos principais tipos de custos, custo de pessoal, despesas gerais e depreciações em dois grupos principais:

- 1) Despesas gerais
- 2) Custos relativos a qualidade

No segundo passo, os custos relativos a qualidade devem ser divididas em três subgrupos já definidos.

- 1) Custo de prevenção (FVK)
- 2) Custo de avaliação (PK)
- 3) Custo de falha (FK)

Como base padronizada, devem ser analisados em todas as fábricas, para a determinação dos custos da qualidade, os gastos totais das áreas com seus respectivos centros de custo (Figura 8).

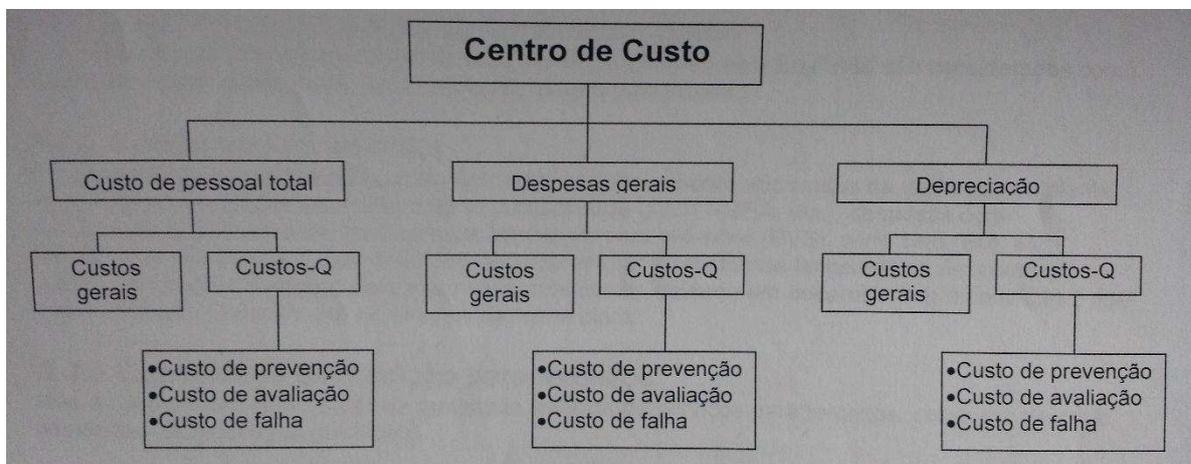


Figura 8 - Procedimento de determinação dos custos da qualidade - Fonte: Manual Konzern (2004)

No levantamento e registro dos custos da qualidade deve se incluir os departamentos de uma fábrica:

- Qualidade Assegurada
- Produção (inclusive Planejamento – PCP e Engenharia de Série)
- Logística

Além disso, serão, para cada caso, incluídos outros centros de custo conforme visão da fábrica. A Tabela A (Anexo 1), se mostrou útil e facilita as pessoas envolvidas estimar cotas de percentagens. O planejamento deve ser considerado em fábricas onde, no organograma do planejamento estão incluídas a Chapelonaria (Ferramentaria) e a Fábrica Piloto (Implantação de novos projetos). Nas fábricas de agregados, o planejamento não deve ser analisado.

3.2.2 – CUSTOS EXTRAORDINÁRIOS DA QUALIDADE

3.2.2.1 – GASTOS QUE OCORRERAM UMA ÚNICA VEZ

Gastos ocorridos uma única vez são, por exemplo, ações de pátio e paradas de máquinas na produção, que causam horas de trabalho adicionais no final de semana, e assim, precisam ser incluídos no levantamento dos custos de falha.

3.2.2.2 – CRÉDITOS

Os créditos são registrados primeiramente no orçamento (Budget), mas não incluídos nas considerações, pois são neutralizados posteriormente, como, por exemplo, ações de seleção de peças, suporte técnico necessário causados pelos fornecedores. Estes custos são debitados ao causador do problema.

3.2.2.3 – CUSTOS DE AUTORIZAÇÃO DE BAUMUSTER (BMG)

Estes custos não são considerados como custos da qualidade de série, pois esses são pagos pelo projeto.

3.2.2.4 – CUSTOS DE LANÇAMENTO

Em casos de lançamentos, os custos são incluídos continuamente nos custos da qualidade da planta, isso inclui as atividades de planejamento da qualidade (SET, FMEA, etc.), despesas com Bemusterung, treinamento ou despesas adicionais para Pré-série (PVS), Série Zero (S0), etc.

Em caso de necessidade, por definição pode-se debitar os custos de lançamentos em centros de custo previamente definidos para esse caso e os custos de série em separado. A pré-condição é que estas atividades possam ser separadas de forma clara.

3.2.2.5 – CAPACIDADE DE MEDIÇÃO PARA TERCEIROS

Não é considerado como custo da qualidade, a venda de serviços para terceiros, como, por exemplo, atividades de metrologia (Medição).

3.3 – DETALHAMENTO DOS CUSTOS DA QUALIDADE

3.3.1 – CUSTOS COM PREVENÇÃO

3.3.1.1 – CUSTOS COM MÃO DE OBRA

Custos com mão de obra de prevenção possuem principalmente a característica de não deixar surgir a falha através de medidas preventivas. A divisão dos custos é descrita em dois passos. Exemplos:

- O percentual de custos com mão de obra é originado na liberação de processo em máquinas e equipamentos nas áreas da Qualidade, Planejamento, Produção e outras áreas envolvidas. Como por exemplo, temos o estudo de capacidade de máquinas e processos ou o grupo de corrosão que emite liberação de risco para início da série;
- Percentual de custos de mão de obra das áreas de Qualidade, Planejamento, Produção e outras áreas envolvidas na implantação e liberação da pré-série (PVS), dois dias de produção (2DP), Série zero (S0) e liberação de início de produção (SOP);
- Percentual de custos de mão de obra das áreas de Qualidade, Planejamento, Produção e outras áreas envolvidas que são responsáveis pela certificação e liberação de containers e embalagens;
- Porcentagens de despesas de mão de obra na Qualidade para análise e liberação da pré-série de agregados (Exemplo: Centro de análise de motores, análises acústicas, ensaios de durabilidade, etc.)
- Percentual de custos de mão de obra das áreas de Qualidade, Planejamento, Produção e outras áreas envolvidas que são responsáveis pelas áreas de Meisterbock e Cubing no que se refere às atividades de medição.

- Percentual de custos de mão de obra das áreas de Qualidade, Planejamento, Produção e outras áreas envolvidas que são compreendidas pela área que engloba a competência de métodos (Exemplos: QFD e FMEA);
- Percentual de custos de mão de obra das áreas de Qualidade, Planejamento, Produção e outras áreas envolvidas que são responsáveis pelas atividades dos SETs;
- Percentual de custos de mão de obra das áreas de Qualidade, Planejamento, Produção e outras áreas envolvidas que são responsáveis pela qualificação de fornecedores;
- Percentual de custos de mão de obra das áreas de Qualidade, Planejamento, Produção e outras áreas envolvidas que são responsáveis pelas áreas de rodagem;
- Percentual de custos de mão de obra das áreas de Qualidade, Planejamento, Produção e outras áreas envolvidas que são responsáveis pelas atividades de TPM;
- Percentual de custos de mão de obra das áreas de Qualidade, Planejamento, Produção e outras áreas envolvidas que são responsáveis pela área de Audit de processo e sistema;
- Despesas de mão de obra para gerenciamento de funções centrais da Qualidade (Gerência, acompanhamento do sistema da qualidade);
- Outras despesas de mão de obra que não foram consideradas acima e que são relacionadas com ações preventivas para a qualidade do produto.

3.3.1.2 – CUSTOS GERAIS

Exemplos de custos gerais que são relacionados com custos de prevenção.

- Custos com qualificação de funcionários, como por exemplo: seminários de métodos de qualidade, ações de qualificação com relação à novos meios de avaliação e medição, assim como, novas instalações e procedimentos de produção;
- Custos com serviços executados por terceiros, quando se trata de análises de qualidade, pesquisas especiais referente a Pré-Série (PVS) ou contratação de capacidade de planejamento externo;
- Custos com material de manutenção consumidos com atividades de TPM, quando não estão separados ou detalhados, utiliza-se a mesma porcentagem que foi utilizada para a planilha de custos com mão de obra de manutenção.

3.4 – CUSTOS COM AVALIAÇÃO

3.4.2.1 – CUSTO COM MÃO DE OBRA

É o percentual de custos com mão de obra na área de Qualidade, Produção e outras áreas envolvidas com a atividade de avaliação. Segue exemplos:

- 1) Acompanhamento da série por amostragem e 100% de avaliação, como por exemplo:
 - A) Visual na linha, assim como no final da usinagem para identificação de limalhas, rebarbas, danos, como também falhas no material.
 - B) Avaliação visual na linha, assim como no final de um processo a laser para marcação de porosidade e crateras para fins de retrabalho.

- C) Avaliação visual na linha para análise de superfície como por exemplo, peças pintadas e não pintadas de carroçaria.
 - D) Ensaio de resistências como, por exemplo, a verificação com cunha, ultrassom, visualização adaptiva.
 - E) Controle de peças e conjuntos de carroçaria por dispositivos de controle.
 - F) Participação no trabalho de Regelkreise.
 - G) Hot-test para motores e ensaios subjetivos de engate de marcha e acústicos para transmissões;
 - H) Verificações de sujidades em peças, conjuntos e agregados prontos.
-
- 2) Audit de produto e de peças;
 - 3) Acompanhamento na série de peças compradas;
 - 4) Análise dimensional na sala de medidas;
 - 5) Monitoramento dos meios de controle;
 - 6) Acompanhamento da série pelo Laboratório, como análises regulares de material na produção e/ou Laboratório (Exemplo: Medição de dureza de superfície, profundidade de tempera, amostras metalográficas de soldaduras e costuras de laser);
 - 7) Manutenção de instalações e equipamentos de controle;
 - 8) Avaliação de conformidade;
 - 9) Análise de interior;
 - 10) Pontos de contagem intermediários e ZP2-8;
 - 11) Controle de torque;

12) Controle de estanqueidade da carroçaria;

13) Verificação de ruídos internos;

14) Controle de rodagem externa.

3.4.2.2 – DESPESAS GERAIS

Inclui toda a análise e incumbência externa no acompanhamento da série para o asseguramento da qualidade.

- Análises laboratorial e de resistência externas
- Análises de emissões de gases externa
- Calibração de equipamentos complexos de medição e avaliação executado por fornecedores
- Percentuais de custos de ferramentas da manutenção

3.4.2.3 – DEPRECIAÇÕES

Depreciações dos meios de controle, que não comandam o processo mas são utilizados fundamentalmente no produto, como por exemplo:

- Acolhedores e dispositivos de controle
- Dispositivos de medição (Máquinas de medição) fora do processo

- Dispositivo de medição (Máquinas de medição) dentro do processo, utilizados na seleção
- Equipamento de ultrassom outline
- Equipamentos de medição de espessura de camada
- Endoscópio
- ECOS (Electrical Check Out System)
- ABS
- Áreas de Audit
- Pontos ZPs
- Controles de estanqueidade
- Estações de avaliação integradas a linha de montagem. Por exemplo, existe somente um preço total para a linha de montagem, os valores das estações de avaliação devem ser calculadas
- Controle de ruídos / teste de rolo (Instalações CM-Digit)
- Equipamentos de produção com estações de medição integradas, não são contemplados. Neste caso, são considerados custos gerais.

3.5 – CUSTO DE FALHA

3.5.1 – INTERNO / DENTRO DO PROCESSO

Custos de falha interno ou dentro do processo são gastos que surgem na fábrica antes que o produto é entregue para vendas ou logística interna no caso de clientes internos relação de fornecedor.

3.5.2 – CUSTO COM MÃO DE OBRA

Custos despendidos com mão de obra para retrabalho, ações de seleção, repetição de controles e análise de produtos com falha. Exemplos para isto são:

- Programa de recuperação de paradas de produção por paradas de máquinas
- Programa de recuperação de paradas de produção em função da qualidade do produto
- Avaliações nas ações de pátio
- Análises repetitivas
- Atividades de planejamento referente a alterações técnicas (em pendências da qualidade)
- Estocagem elevada em função da instabilidade do processo
- Desmontagem e análise de peças ou agregados de veículos devolvidos e reclamados
- Análise de reclamações de agregados e veículos da produção o do ZP
- Análise de peças compradas causadoras de defeitos
- Porcentagem de mão de obra da manutenção utilizada para atividade de manutenção não preventiva para eliminar falhas e reparos nas máquinas e equipamentos
- Análise do refugo e peças de retrabalho

3.5.3 – DESPESAS GERAIS

Despesas gerais relacionadas com o custo de falhas internas, como por exemplo:

- Custos de refugo
- Retrabalho encomendado por terceiros
- Serviços de terceiros, que são originados por falhas internas, como, por exemplo, ações de seleção ou análise de falhas em peças
- Fretes especiais da logística
- Custos para material de manutenção, que foi usado para eliminar perturbações nas máquinas e instalações. Quando não se consegue fazer a atribuição separada e detalhada, calcular o débito com a mesma cota percentual que foi estabelecido para as atividades do operador o qual recebeu a atribuição de manutenção

3.5.4 – DEPRECIÇÕES PARA INSTALAÇÕES DE CONTROLE E FABRICAÇÃO NÃO PLANEJADAS

Custos de depreciação para instalações de controle e fabricação dos quais foram causados por alterações posteriores ou investimentos novos na série em função de instalações de fabricação qualitativamente não capazes e/ou concepção construtiva falha dos produtos. Isto inclui, por exemplo:

- Alterações no acolhedor de peça, dispositivos ou ferramentas em função da alteração construtiva posterior da geometria da peça
- Alterações nas instalações de fabricação em função do estreitamento de tolerâncias nas peças para assegurar a segurança necessária do processo

- Complementação de passos adicionais de processo de fabricação para se adaptar as alterações construtivas ou alterações das exigências de qualidade
- Instalação posterior de meios de controle em função de reclamações do cliente sobre o produto

3.6 – ELABORAÇÃO DOS RELATÓRIOS DE CUSTOS DA QUALIDADE

3.6.1 – PERÍODO E CÁLCULO DOS CUSTOS DA QUALIDADE

A base para o cálculo dos custos internos da qualidade são os atuais custos “é” em formulários de levantamento/registo para as três áreas de custo de pessoal (PK), custo geral de bens (SGK), amortizações (Afã) e os atuais custos para o trimestre a ser relatado.

A elaboração dos relatórios de custos internos da qualidade é realizado trimestralmente no sistema “Prozessmonitor” da produção. É relatado a parte atual do custo Q em relação ao valor do ano anterior. A parte atual do custo Q é calculada da relação dos custos Q acumulados para o custo geral acumulado da fábrica, conforme segue:

1º passo: Para cada trimestre os custos da qualidade são calculados de forma separada.

1º trimestre: Janeiro – Março

2º trimestre: Abril – Junho

3º trimestre: Julho – Setembro

4º trimestre: Outubro – Dezembro

Com isto é assegurado que as alterações na matriz de levantamento da parcela de custos Q referente os colaboradores no decorrer do ano não são calculados erroneamente retroativo ao início do ano, mas a partir do trimestre da alteração.

2º passo: Os custos dos respectivos trimestres são somados Desta forma, por exemplo, o relatório após o 2º trimestre é a soma dos valores dos primeiros dois trimestres do ano (Figura 8):

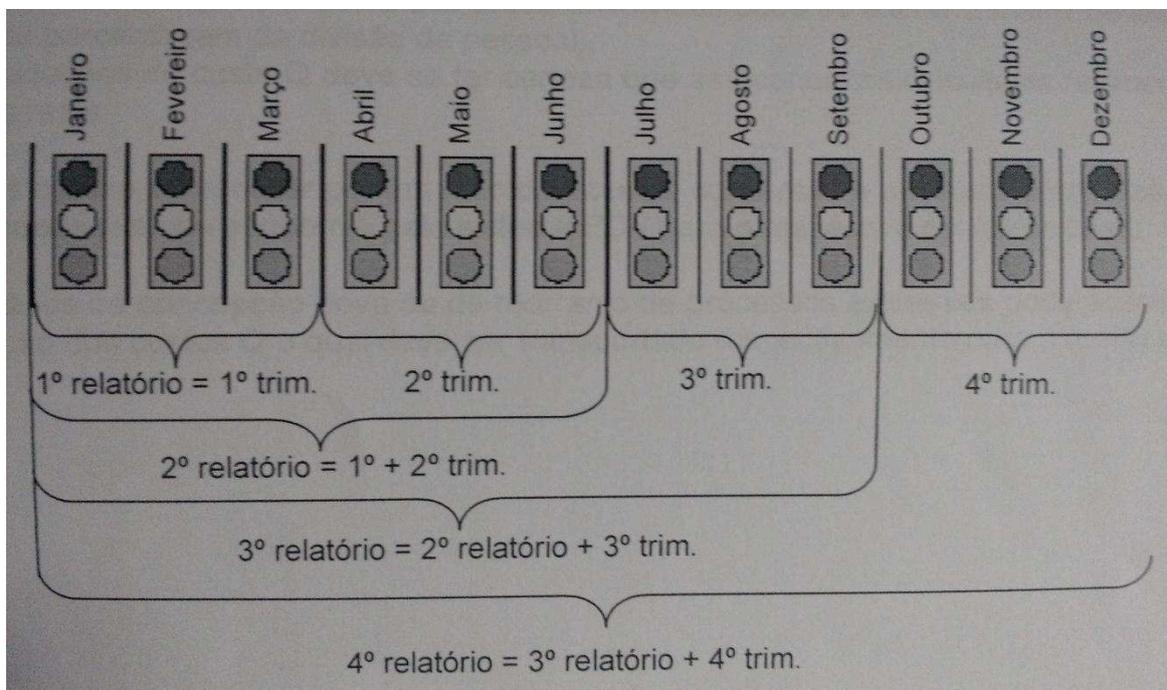


Figura 9 - Divisão do relatório trimestral dos custos da qualidade - Fonte: Manual Konzern (2004)

Cálculo de exemplo:

1º trimestre (Janeiro – Março):

Custo Q total 10 Mio Euro

Custo “é” total 100 Mio Euro > Custo Q em percentagem: 10%⁹

2º trimestre (Abril – Junho):

Custo Q total 9 Mio Euro

Custo “é” total 100 Mio Euro > Custo Q em percentagem: 9%

Soma 1º + 2º trimestre (Janeiro – Junho):

Custo Q total	19 Mio Euro
Custo “é” total	200 Mio Euro > Custo Q em percentagem: 9,5%

3º Passo: No “Prozessmonitor” é relatado a diferença em relação ao valor acumulado do ano anterior. O alcance de objetivo é calculado de acordo com o objetivo escalonado representado no anexo 2.

Além disso, deve se relatar trimestralmente como ocorreram as alterações. Tanto na redução como também na elevação da parte dos custos Q. Deve se usar a forma apresentada no anexo 3. Deve-se comentar somente as ações que iniciaram no “novo” trimestre.

Ao lado das ações de redução de custos Q já realizadas, deve ser elaborado um prognóstico, no qual se poderá ver como será alcançado o objetivo para o ano completo. Vide anexo 4.

3.7 – AJUSTE DA MATRIZ DE LEVANTAMENTO EM CASOS DE ALTERAÇÕES

Um time composto de representantes das áreas de Produção, Qualidade Assegurada e Controller deve decidir sobre a efetividade das melhorias.

No caso da liberação por parte das áreas envolvidas, pode se alterar a matriz de levantamento (por exemplo, cota de percentagem da divisão de pessoal). Nas reduções de custo Q, deve se ter certeza que as economias calculadas realmente tem efeito nos custos reais.

Para isso, deve se verificar por um lado o status de conversão e a plausibilidade das ações e controlar a grandeza real de economia pelo sistema EDV para o respectivo centro de custo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 - ESTUDO DE APLICAÇÃO DO ESTUDO PREVENTIVO DO CÁLCULO DA QUALIDADE

De maneira a correlacionar o material estudado até agora com algo prático e que gere retorno para a companhia, a seguir será realizado um estudo de aplicação das ferramentas da qualidade durante a fase de concepção de um novo produto da indústria automobilística.

Como corpo de estudo, foi utilizado um parafuso com um furo de 4,5mm de diâmetro que vinha apresentando quebras (Figura 10) durante a fase de testes do novo processo produtivo devido ao alongamento excessivo.



*Figura 10 - Quebra nos furos com 4,5mm de diâmetro, devido alongamento excessivo.
Fonte: Autor (2015)*

Após a definição do item a ser avaliado, foi realizado um acompanhamento em cada fase da vida do parafuso e calculado o custo com a qualidade envolvida naquela fase do desenvolvimento. Esse custo é baseado nas ferramentas e atividades com qualidade que são necessárias para que o problema em questão (quebra do parafuso) seja solucionado antes de chegar ao cliente final.

1ª FASE: MINERAÇÃO

Custo da qualidade: R\$ 0,14

Mineração é um termo que abrange os processos, atividades e indústrias cujo objetivo é a extração de substâncias minerais a partir de depósitos ou massas minerais. Podem incluir-se aqui a exploração de petróleo e gás natural e até de água. Como atividade industrial, a mineração é indispensável para a manutenção do nível de vida e avanço das sociedades modernas em que vivemos. Desde os metais às cerâmicas e ao, betão, dos combustíveis aos plásticos, equipamentos eléctricos e electrónicos, cablagens, computadores, cosméticos, passando pelas estradas e outras vias de comunicação e muitos outros produtos e materiais que utilizamos ou de que desfrutamos todos os dias, todos eles têm origem na atividade da mineração. Pode-se sem qualquer tipo de dúvida dizer que sem a mineração a civilização atual, tal como a conhecemos, pura e simplesmente não existiria, fato do qual a maioria de nós nem sequer percebe.

As ferramentas a serem aplicadas são:

- 1) *CEP (Controle Estatístico do Processo)*
- 2) *FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)*
- 3) *Análise laboratorial*

2ª FASE: FUNDIÇÃO

Custo da qualidade: R\$ 0,29

Processo de fabricação que consiste em vaziar (despejar) metal líquido num molde contendo uma cavidade com a geometria desejada para a peça final. O metal endurece no interior do molde, assumindo a forma desejada. Deve-se cuidar com alguns fenômenos que podem ocorrer durante a solidificação do metal líquido no interior dos moldes, tais como a cristalização, a contração do volume, a

concentração de impurezas e o desprendimento de gases. O processo de fundição pode ser classificado de acordo com o tipo e o modelo de molde e/ou pela força (ou pressão) exercida para preencher o molde com o metal líquido.

Tal processo permite obter, de modo econômico, peças de geometria complexa, que é a principal vantagem deste processo de fabricação. Na maioria dos casos, a fundição é o processo inicial, visto que permite a obtenção de peças com formas praticamente definitivas e possibilita a fabricação dos chamados lingotes, os quais podem ser posteriormente submetidos à conformação mecânica e transformados em suas formas finais. Em muitos casos, as peças são usinadas antes de estarem em condições de utilização. O processo de fundição se aplica a vários metais, como aços, ferros, alumínio, cobre, zinco, magnésio e respectivas ligas. Entretanto, há também desvantagens no processo. Os aços fundidos, por exemplo, podem apresentar elevadas tensões residuais, microporosidade, zonamento e variações no tamanho dos grãos. Tais fatores resultam em menor resistência e ductilidade, quando comparados aos aços obtidos por conformação a quente.

As ferramentas a serem aplicadas são:

- 1) *Testes mecânicos / Metalografia*
- 2) *CEP*
- 3) *Espectrometria*

3ª FASE: TREFILAÇÃO

Custo da qualidade: R\$ 0,43

É o processo de fabricação de arame e barras finas de metal. É um processo industrial que acarreta na redução da seção transversal (largura) e respectivo aumento no comprimento do material. Consiste na Tração da peça através de uma matriz chamada fieira ou trefila, com forma de canal convergente.

O processo de trefilação consiste em puxar o metal através de uma matriz, por meio de uma força de tração a ele aplicada na saída da matriz. A maior parte do escoamento plástico é causada por esforços de compressão resultantes da reação do metal com a matriz. Geralmente a parte metálica apresenta simetria circular, embora isto não seja um requisito necessário.

As ferramentas a serem aplicadas são:

- 1) *Ultrassom*
- 2) *Metalografia*
- 3) *CEP*

4ª FASE: EXTRUSÃO

Custo da qualidade: R\$ 0,61

A extrusão é um processo mecânico de produção de componentes de forma semicontínua onde o material é forçado através de uma matriz adquirindo assim a forma pré determinada pela forma da matriz projetada para a peça.

As ferramentas a serem aplicadas são:

- 1) *Ultrassom*
- 2) *Metalografia*
- 3) *CEP*

5ª FASE: ROSQUEAMENTO

Custo da qualidade: R\$ 0,76

Rosqueamento é um processo de usinagem onde a função é produzir roscas internas ou externas. É um processo destinado à obtenção de filetes, por meio da

abertura de um ou vários sulcos helicoidais de passo uniforme, em superfícies cilíndricas ou cônicas.

As ferramentas a serem aplicadas são:

- 1) *Controle dimensional*
- 2) *CEP*
- 3) *Metalografia*

6ª FASE: FURAÇÃO

Custo da qualidade: R\$ 0,99

O processo de furação é um dos processos de usinagem mais utilizados na indústria manufatureira. A grande maioria das peças de qualquer tipo de indústria têm pelo menos um furo e somente uma parte muito pequena dessas peças já vem com o furo pronto do processo de obtenção da peça bruta, seja ele fundição, forjamento etc. Em geral, as peças têm que ser furadas em cheio ou terem seus furos aumentados através do processo de furação. A ferramenta utilizada é a broca, que é dotada de movimento de rotação contínua e de um movimento retilíneo de avanço, segundo o eixo de furação. As brocas recebem os movimentos fundamentais de rotação e de avanço por intermédio de máquinas-ferramenta denominadas furadeiras. Isto torna o estudo visando a otimização do processo de furação muito importante.

As ferramentas a serem aplicadas são:

- 1) *Controle dimensional*
- 2) *CEP*
- 3) *Metalografia*

7ª FASE: TRATAMENTO TÉRMICO

Custo da qualidade: R\$ 1,23

Tratamento térmico é o conjunto de operações de aquecimento e resfriamento a que são submetidos os aços, sob condições controladas de temperatura, tempo, atmosfera e velocidade de resfriamento, com o objetivo de alterar as suas propriedades ou conferir-lhes características determinados.

As ferramentas a serem aplicadas são:

- 1) *CEP*
- 2) *Metalografia*
- 3) *Magnaflux*

8ª FASE: TRATAMENTO SUPERFICIAL

Custo da qualidade: R\$ 1,47

Os tratamentos térmicos são um conjunto de operações que têm por objetivo modificar as propriedades dos aços e de outros materiais através de um conjunto de operações que incluem o aquecimento e o resfriamento em condições controladas.

- 1) *CEP*
- 2) *Inspeção visual*
- 3) *Teste de corrosão*
- 4) *Teste de medição de espessura*

9ª FASE: LINHA DE MONTAGEM FINAL (MONTADORA)

Custo da qualidade: R\$ 120,00

Processo de montagem em série e encaixe de peças sobressalentes na carroçaria pronta. A montagem final é o estágio final antes do carro seguir para o cliente externo.

- 1) *Teste de rodagem*
- 2) *Testes funcionais*
- 3) *CEP*
- 4) *Durabilidade*

10ª FASE: CONCESSIONÁRIA

Custo da qualidade: R\$ 360,00 (*Neste caso)

A última fase não consiste de testes mas sim da operação completa de retrabalho. O problema, quando identificado nas concessionárias ou já na mão do cliente final, toma um novo aspecto e deixa de ser considerado defeito de processo para ser defeito de produto. Portanto a manutenção e a revisão de tais itens demandam esforço dobrado.

Tudo é levado em consideração nesta fase, que tenta-se ao máximo, ser evitada. Caso o problema chegue até aqui, é mandatária a prática do “recall”, ou seja, a convocação dos clientes a levar seu carro para a manutenção gratuita e a realização do conserto.

É incluído a mão de obra da concessionária, o esforço do cliente, o transporte das peças corrigidas até o lugar, os custos de troca de peças que possam estar envolvidas (Reforços, coberturas) e que também tenha que ser trocadas, fora as ações para reconquista do consumidor.

4.2 – CAUSA E ANÁLISE

No problema em questão foi realizada uma análise e nela encontrou-se a raiz do problema. O processo de produção no fornecedor mudou de furação por punção estampagem para furação a broca manual, sem testes prévios ou autorização da montadora.

Foi então realizado um teste de granulometria onde pode se identificar a seguinte situação:

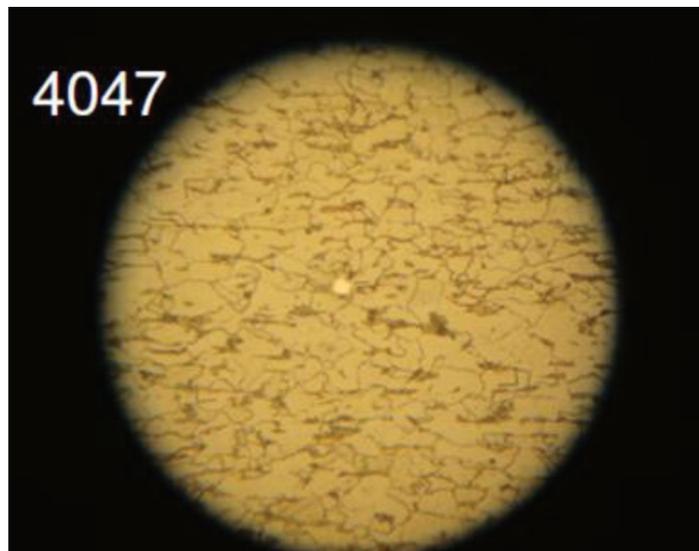


Figura 11 – Granulometria da peça Não OK. Fonte: Autor (2015)

- *Zoom de 200x* – Grãos não encruados de Ferrita + Perlita
- *Corpo liso* = 127 a 131 HV10 (Rm 405 a 415 N/mm²) – Fora do especificado
- *Parafuso* = 155 a 160 HV10 (Rm 495 a 510 N/mm²) – Fora do especificado

De posse desses dados, foi realizada uma ação em conjunto com o fornecedor para a adequação do material as especificações de fábrica e ajuste ferramental. Foi necessária uma intervenção junto a fornecedora de grãos, para que com seus testes e análises identifica-se o problema em sua origem, ou seja, a constituição física da liga, que estava dura demais, gerando fricção contra a punção da ferramenta de

estampagem, que gerou a quebra do mesmo e que levou a empresa fornecedora a “implementar” o retrabalho manual por conta própria.

Como consequências de tal atitude, a montadora teve o total de 4.600 peças rejeitadas na montagem final, 16.600 peças rejeitadas dentro do fornecedor e teve que realizar o embarque controlado, fora as ações de correção.

Com isso, a ação conjunta obteve resultado positivo e conseguiu-se chegar ao seguinte resultado:

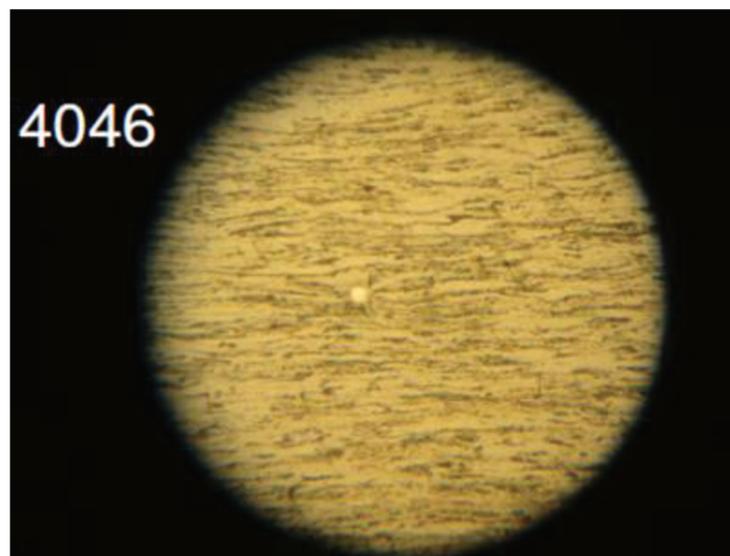


Figura 12 – Granulometria da peça OK. Fonte: Autor (2015)

- *Zoom de 200x* – Grãos encruados de Ferrita + Perlita
- *Corpo liso* = 178 a 210 HV10 (Rm 570 a 675N/mm²) – Dentro do especificado
- *Parafuso* = 190 a 210 HV10 (Rm 610 to 660N/mm²) – Dentro do especificado

Após a implementação das ações descritas no tópicos acima, o custo da qualidade foi redimensionado aos valores já apresentados nas fases anteriores gerando uma economia no valor total de R\$ 360.000,00 entre as duas plantas (Matriz e filial no interior do estado).

5. CONCLUSÃO

Após a conclusão deste trabalho, pude compreender a importância da aplicação das ferramentas da qualidade durante o processo produtivo. Graças a elas foi possível se manter um controle real e imediato, robusto e eficaz, capaz de prever anomalias e problemas maiores que possam afetar o consumidor final e gerar desgaste na marca ou insatisfação com o produto.

Participar deste projeto também me permitiu conhecer um lado diferente da moeda, e entender os conceitos de fabricação e desenvolvimento de um produto, a importância que um projeto bem realizado e a economia gerada por ele.

Esta economia gerada, de R\$ 360.000,00, através de uma ação e investigação, que se estendeu desde as primeiras fases da mineração até a venda final do produto e mão do cliente, é capaz de manter o emprego de várias pessoas e gerar incentivo para que novos produtos possam seguir o mesmo caminho e possam ser implementados na nossa linha de produção.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Sistemas de gestão da qualidade: requisitos - NBR ISO 9001:2015

BUENO, M. Gestão pela qualidade total: Uma estratégia administrativa. São Paulo: Alento, 2000.

CARDOSO, S. S. Tese: A utilização da comunicação como ferramenta estratégica na gestão do conhecimento dentro de uma cultura organizacional. Taubaté: UNITAU, 2011.

CROSBY, P. B. Qualidade é Investimento. Tradução: Áurea Weisenberg. Rio de Janeiro: José Olympio, 1994.

CSILLAG, J. M. O significado do mundo dos ganhos. *Revista de Administração de Empresas*, 1991

DE MATTOS, J. C.; DE TOLEDO, J. C. Custos da qualidade: diagnóstico nas empresas com certificação ISO 9000. *Revista de Administração*, São Paulo v.34, n.2, p.72-80, abril/junho 1999

DE SÁ, V. M. R. & MIRANDA, L. C.. Custo da qualidade nas indústrias de transformação de Pernambuco. Pernambuco: FMGR, 2003.

DEMING, William Edward. Qualidade: a revolução da administração. Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990.

FEIGENBAUM, A. V. Controle da Qualidade Total: Gestão e Sistemas. v.1 São Paulo: Makron Books, 1994.

GARVIN, D.A. Managing quality: the strategic and competitive edge. EUA, NOVA YORK: Havard Business School, 1992

IAF. *Portal EBAH, Ensaios de corrosão*. Disponível em:

< <http://www.ebah.com.br/content/ABAAfiDMAG/ensaios-corrosao>>. Acesso em 20 de setembro de 2015.

ISHIKAWA, Kaoru. Controle de qualidade total à maneira japonesa. 6 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

JURAN, Joseph M. GRYNA, Frank M. Controle da Qualidade Handbook: conceitos, políticas e filosofia da Qualidade. Tradução de Maria Cláudia de Oliveira Santos. São Paulo: Makron Books, MacGraw Hill, 1991.

JURAN, Joseph M. Qualidade no Século XXI. HSM Management. Jul-Ago, 1997.

JURAN, Joseph M. Uma História de Gerenciamento da Qualidade. Tradução de Simone Martins. CQ Qualidade. Quality Progress. Nov. 1996.

MARTINS, E. Contabilidade de custos. 6^o ed., São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, Gilberto de Andrade. LINTZ, Alexandre. Guia para Elaboração

MASLOW, Abraham H. Maslow no Gerenciamento. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2000.

Mincache, Deividy. Portal EBAH, Espectromia de emissão atômica. Disponível em: < <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABvUoAH/espectrometria-emissao-atomica>>. Acesso em 10 de setembro de 2015.

NAKAGAWA, Masayuki. Introdução a controladoria: conceitos, sistemas, implementação. São Paulo: Atlas, 1993

PALADINI, E.P.. A Gestão da Qualidade Total nas Organizações e a Escola Clássica de Administração. Anais do ENEGEP 97 – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, (disponível em CD-ROM), Porto Alegre – RS, UFRGS, PPGEP, 1997

PALADINI, E.P.. Gestão da Qualidade no Processo: A qualidade na produção de bens e serviços. São Paulo – SP, Ed. Atlas, 1995

Pillou, Jean-François. Portal CCM, Qualidade. Disponível em: < <http://br.ccm.net/contents/607-qualidade>>. Acesso em 16 de agosto de 2015.

Portal Infosolda. Ensaio Não-destrutivo: Ultrassom. Disponível em: < <http://www.infosolda.com.br/biblioteca-digital/livros-senai/ensaios-nao-destrutivos-e-mecanicos/214-ensaio-nao-destrutivo-ultrassom.html>>. Acesso em 15 de setembro de 2015.

Portal Poliuretanos. Durabilidade. Disponível em:

< <http://www.poliuretanos.com.br/Cap8/813durabilidade.htm>>. Acesso em 20 de setembro de 2015.

Ribeiro, José Luis Duarte & tem Caten, Carla Schwengber. Controle Estatístico do Processo. FEEng. Disponível em:

< http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/388_apostilacep_2012.pdf>. Acesso em 05 de setembro de 2015.

ROBLES Jr., A. Apuração dos custos da qualidade no ambiente “ABC”. São Paulo: 1996

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

Sampaio, Raimundo. Portal EBAH, Apostila de Inspeção visual. Disponível em:

< <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAA2agAE/apostila-inspecao-visual>>. Acesso em 20 de setembro de 2015.

Tahara, Sayuri. Portal de Conhecimentos. FMEA. Disponível em:

< <http://www.portaldeconhecimentos.org.br/index.php/por/Conteudo/FMEA-Failure-Mode-and-Effect-Analysis>>. Acesso em 05 de setembro de 2015.

TOLEDO, J.C. Visão geral dos Métodos para Análise e Melhoria da Qualidade. 14f. Apostila - Grupo de estudo e pesquisa em qualidade - Departamento de engenharia de produção, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos, 2007

Vieira, Tiago. Portal EBAH, Apostila de controle dimensional. Disponível em:

< <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABFwsAB/apostila-controle-dimencional>>. Acesso em 20 de setembro de 2015.

VOLKSWAGEN. Manual Konzern: Determinação dos custos da qualidade. São Paulo: 2004

WERNKE, R. Custos da qualidade: Uma abordagem prática. Porto Alegre: CRCRS, 2000

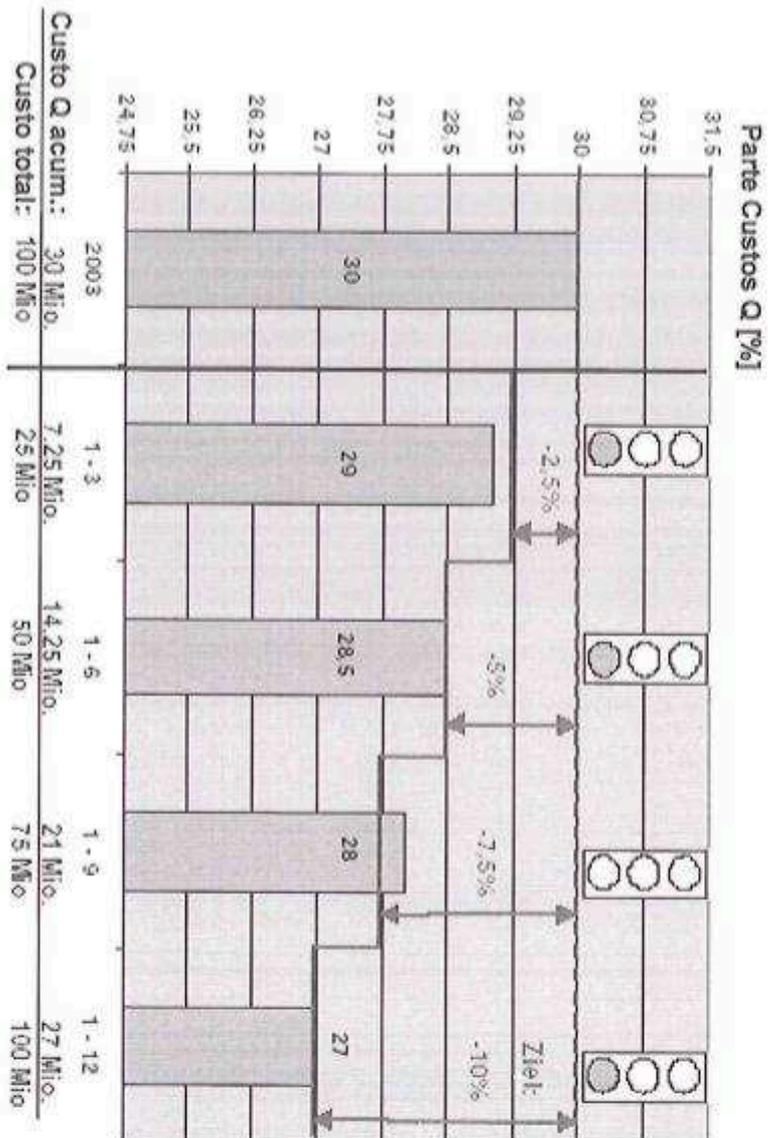
Wikipedia. Disponível em:

< <http://www.wikipedia.com>>. Acesso em 15 de novembro de 2015.

7. ANEXOS

ANEXO A: Apresentação do objetivo escalonado

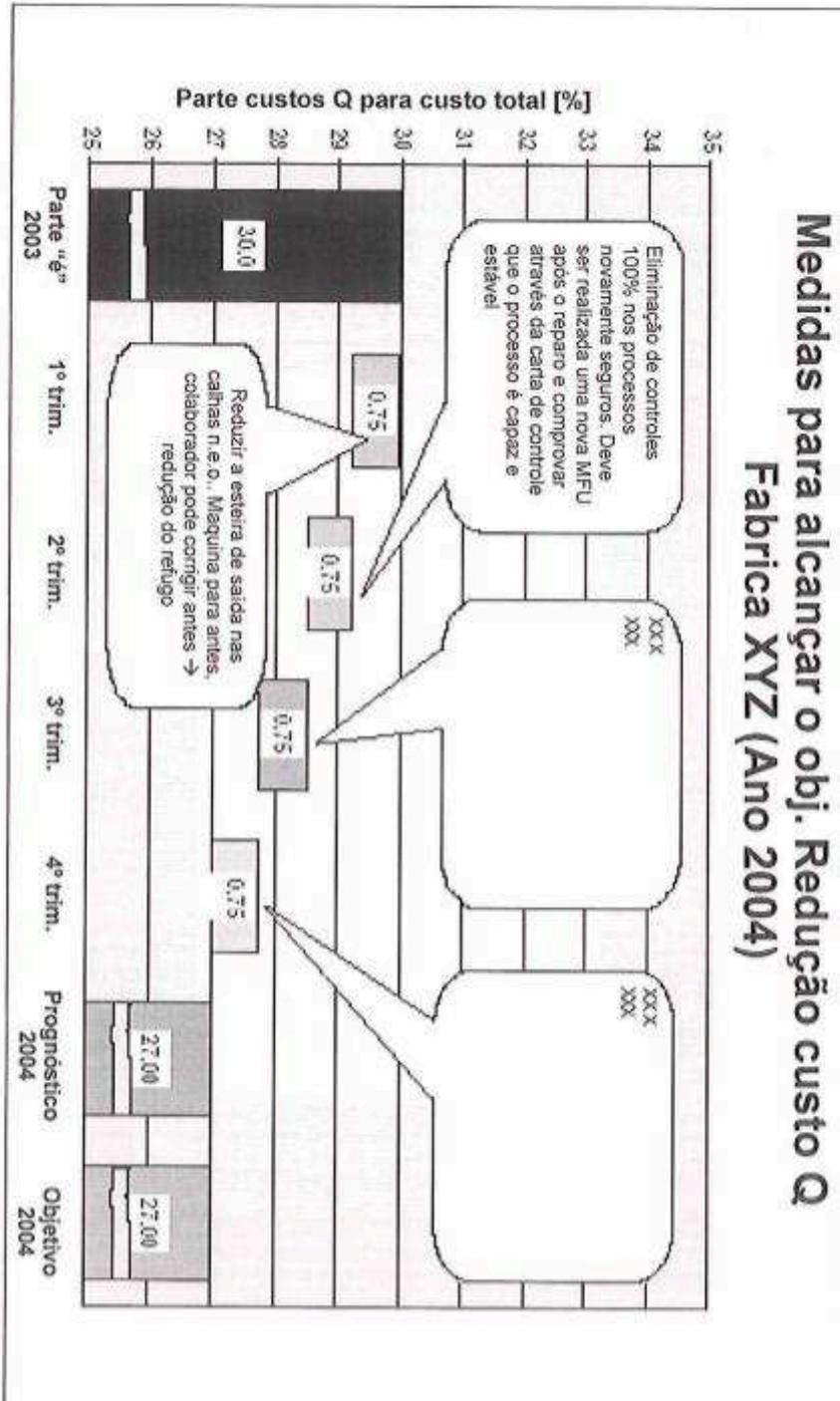
“Corredor de Objetivo” Redução Custo-Q 2004



ANEXO B: Pontos principais de alteração do Custo Q

TOP 5 pontos principais da alteração de custo - Q					
Nº	Ponto principal / justificativa	Medida para redução de custo	Economia [€] ano	Resp. Prazo	Partes de custo Q em %
1	Refúgio elevado no balanceamento do eixo de manivela	Máquina para somente após 10 peças n.e.o. automaticamente → redução do percurso de saída: colaborador deve atuar no máximo após 3 peças n.e.o.	40.000	Sr. Mustermann KW/03/04	
2	Eliminação do controle 100%	Após da manutenção da máquina de processamento e verificação da capacidade da máquina o controle 100% pode ser eliminada	125.000	Sr. Mustermann KW/02/04	
3					
4					
5					

ANEXO C: Folha de prognóstico de redução de Custo Q



ANEXO D: Tabela de conversão

Percentagem	Minutos
5%	24
10%	48
15%	72
20%	96
25%	120
30%	144
35%	168
40%	192
45%	216
50%	240
55%	264
60%	288
65%	312
70%	336
75%	360
80%	384
85%	408
90%	432
95%	456
100%	480

Se necessário a tabela deve ser ajustada para a carga horária da respectiva Fabrica