

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR-MG**  
**CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**AMANDA FRANCÊZ SILVA**

**ESTUDO DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA REFORMADORA DE**  
**PNEUS UTILIZANDO FERRAMENTAS DA QUALIDADE**

**FORMIGA - MG**

**2015**

AMANDA FRANCÊZ SILVA

ESTUDO DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA REFORMADORA DE  
PNEUS UTILIZANDO FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção do UNIFOR-MG, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Me. Elifas Levi da Silva

FORMIGA - MG

2015

Amanda Francêz Silva

ESTUDO DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA REFORMADORA DE  
PNEUS UTILIZANDO FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao curso de Engenharia  
de Produção do UNIFOR-MG, como  
requisito parcial para obtenção do título  
de bacharel em Engenharia de  
Produção.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Me. Elifas Levi da Silva  
Orientador

---

Prof. Me. Daniel Gonçalves Ebias

Formiga, 10 de novembro de 2015.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar a Deus que me dá força e perseverança para vencer o dia a dia, é ele quem me ajuda a transpor os obstáculos mais difíceis.

Agradeço a minha família e ao meu namorado Marcus, pelo amor, compreensão e apoio durante toda essa jornada.

Agradeço também aos meus amigos de sala Álan e Gustavo, pela amizade construída ao longo desses anos e dos quais, com a chegada do fim do curso, já aflora o sentimento de saudade.

Agradeço finalmente, mas não com menos apreço, aos meus professores em especial ao professor e orientador Elifas Levi que foi de suma importância para o desenvolvimento do presente trabalho e contribuiu, de forma especial, na minha formação como profissional.

Muito Obrigada! Todos foram essenciais para a concretização deste sonho.

“Algo só é impossível até que alguém  
duvide e resolva provar ao contrário.”

Albert Einstein

## RESUMO

O presente trabalho destina-se ao estudo do processo produtivo realizado em uma reformadora de pneus através da aplicação de ferramentas da qualidade. A importância da qualidade no negócio é essencial, uma vez que, os consumidores necessitam e querem adquirir algo que seja confiável durante todo o processo de produção. A busca pela qualidade se dá através de técnicas e ferramentas para se obter um melhor gerenciamento do processo. O objetivo foi identificar e analisar as não conformidades do produto e as etapas associadas a ela no processo de produção, possibilitando a empresa uma melhor visão do seu processo produtivo. Para atingir o objetivo foi realizado um estudo aprofundado sobre a qualidade e suas ferramentas, além de uma análise detalhada do processo de reforma de pneus onde foram utilizadas as ferramentas da qualidade, para avaliação das não conformidades do produto. Através dos resultados obtidos, detectou-se a priorização da etapa de vulcanização, por apresentar maior frequência de não conformidades ao pneu. Sendo assim, foi elaborado um plano de ação a fim de alcançar resultados superiores no processo produtivo da reformadora.

**Palavras-chave:** Qualidade. Ferramentas da qualidade. Processo produtivo. Reformadora.

## **ABSTRACT**

This work aims to study the production process performed in a reforming tires through the application of quality tools. The importance of quality in business is essential, since consumers need and want to purchase something that is reliable throughout the production process. The search for quality is through the techniques and tools to achieve a better management of the process. The goal was to identify and analyze non-compliance of the product and the steps associated with it in the production process, enabling the company a better view of its production process. To achieve the goal it conducted a thorough study on the quality and tools, as well as a detailed analysis of tire retreading process where we used the quality tools for evaluation of non-compliance of the product. Through the results, it was found to be prioritizing the vulcanization step, due to its higher frequency of non-compliance to the tire. Thus, an action plan was drawn up in order to achieve superior results in the production of the reform process.

Keywords: Quality, quality tools, production process, reformative.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Exemplo de fluxograma de processo - baseado no procedimento de controle de produtos não conformes .....	26
Figura 2 - Exemplo de diagrama de causa e efeito - problema de manufatura.	28
Figura 3 - Exemplo de gráfico de Pareto - troca de mercadorias por depósito .	29
Figura 4 - Exemplo de matriz de causa e efeito - problemas na entrega .....	30
Figura 5 - Exemplo de matriz de esforço e impacto .....	31
Figura 6 - Exemplo de plano de ação modelo 5W1H - empresa alimentícia.....	32
Figura 7 - Estrutura de um pneu radial .....	35
Figura 8 - Fluxograma das etapas do processo de reforma de pneus da empresa X .....	38
Figura 9 - Diagrama de causa e efeito da etapa de vulcanização.....	43
Figura 10 - Matriz de esforço e impacto das variáveis X's .....	45



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Gráfico de Pareto referente à reforma de pneu de automóvel .....	41
Gráfico 2 - Gráfico de Pareto referente à reforma de pneu de motocicleta .....	41
Gráfico 3 - Gráfico de Pareto referente a defeitos da vulcanização na reforma de pneu de automóvel .....	42
Gráfico 4 - Gráfico de Pareto referente a defeitos da vulcanização na reforma de pneu de motocicleta .....	42

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Histórico da qualidade .....	18
Quadro 2 - Características do Produto x Ausência de Deficiências .....	21
Quadro 3 - Símbolos básicos para construção do fluxograma .....	25
Quadro 4 - Plano de ação 5W1H sobre as variáveis de maior impacto e menor esforço .....	46

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplo de folha de verificação - produção mensal de biscoitos ....	24
Tabela 2 - Exemplo de folha de verificação - problemas de entrega de encomendas .....	24
Tabela 3 - Folha de verificação referente a reforma de pneu de automóvel .....	39
Tabela 4 - Folha de verificação referente a reforma de pneu de motocicleta....	39
Tabela 5 - Matriz de causa e efeito das variáveis X's .....	44

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1 Problema .....	14
1.2 Justificativa .....	14
1.3 Hipótese (s) .....	14
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
2.1 Objetivo Geral .....	16
2.2 Objetivos Específicos .....	16
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>17</b>
3.1 História da Qualidade .....	17
3.2 Evolução da Qualidade .....	19
3.2.1 Era da Inspeção .....	19
3.2.2 Era do Controle Estatístico .....	19
3.2.3 Era da Qualidade Total .....	19
3.3 Conceitos de Qualidade .....	20
3.4 Melhoria da Qualidade .....	21
3.5 Ferramentas da Qualidade .....	22
3.5.1 Folha de Verificação .....	23
3.5.2 Fluxograma .....	25
3.5.3 Diagrama de Causa e Efeito .....	27
3.5.4 Gráfico de Pareto .....	28
3.5.5 Matriz de Causa e Efeito .....	29
3.5.6 Matriz de Esforço e Impacto .....	30
3.5.7 Plano de Ação (5W1H) .....	31
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>33</b>
4.1 Local do Estudo .....	33
4.2 Escolha da Amostra .....	34
4.3 Método de Coleta de Dados .....	34
4.4 Método de Análise .....	34
<b>5 ANÁLISE E RESULTADOS</b> .....	<b>35</b>
5.1 O processo produtivo .....	35
5.2 Descrição das etapas do processo .....	36
5.3 Aplicação das ferramentas da qualidade .....	37

<b>5.3.1 Fluxograma .....</b>	<b>38</b>
<b>5.3.2 Folha de Verificação .....</b>	<b>38</b>
<b>5.3.3 Gráfico de Pareto.....</b>	<b>40</b>
<b>5.3.4 Diagrama de Causa e Efeito .....</b>	<b>43</b>
<b>5.3.5 Matriz de Causa e Efeito .....</b>	<b>44</b>
<b>5.3.6 Matriz de Esforço e Impacto .....</b>	<b>45</b>
<b>5.3.7 Plano de Ação (5W1H).....</b>	<b>46</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>49</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com um ambiente econômico cada vez mais competitivo, onde os consumidores se encontram extremamente exigentes e conscientes de seus direitos, a preocupação com a qualidade tornou-se fator essencial para a sobrevivência no mercado. As empresas buscam a qualidade junto ao aperfeiçoamento de seus processos, produtos e serviços, através de técnicas e ferramentas a fim de obter um melhor gerenciamento dos recursos, visando maior lucratividade e confiabilidade dos clientes.

O uso das ferramentas da qualidade permite que se realize uma análise detalhada do processo de produção, diagnosticando as possíveis não conformidades que afetam diretamente a produtividade. Isso faz com que profissionais do setor de produção busquem cada vez mais a utilização dessas ferramentas, pois através de estudos é possível alcançar melhorias para potencializar o desempenho da empresa e torná-la altamente competitiva.

Para evidenciar a utilização das ferramentas da qualidade no processo produtivo, foi realizado um estudo em uma reformadora de pneus situada no centro-oeste de Minas Gerais, cujo objetivo foi coletar dados para identificar e analisar as não conformidades que afetam o desempenho do produto e as etapas associadas a ela no processo de produção.

Com o resultado da análise dos dados, através das ferramentas da qualidade, foi possível ter uma visão melhor do processo, sugerindo a aplicação do plano de ação para melhorias no fluxo produtivo.

Este trabalho foi dividido em três partes: a primeira o referencial teórico, que se trata de uma revisão teórica sobre a qualidade e suas ferramentas que serão utilizadas para resolver o problema proposto. A segunda trata-se da metodologia empregada para a realização do trabalho e a terceira da análise e resultados, onde foram apresentadas à análise do processo produtivo da empresa em estudo e os resultados obtidos através das ferramentas da qualidade, e ao final apresentou-se a conclusão.

## **1.1 Problema**

A falta de ferramentas da qualidade cria um obstáculo para que a empresa verifique, registre e analise as não conformidades do processo produtivo, de modo que, a ausência dessas informações afeta diretamente a produtividade, os lucros e a competitividade do negócio.

Diante deste contexto chega-se a seguinte questão: Quais são as etapas do processo de reforma de pneu que apresentam não conformidades prejudicando diretamente a produtividade da empresa?

## **1.2 Justificativa**

O interesse do tema proposto surgiu pela importância da qualidade no processo de reforma de pneus, uma vez que, o setor assume uma significativa posição de destaque e competitividade no mercado. O seu processo traz benefícios para fornecedores, consumidores e para o próprio planeta por se tratar de uma opção econômica, segura e ecologicamente correta.

O cotidiano de uma reformadora de pneus exige extrema atenção e acompanhamento em seus processos para que não aconteça a perda da produtividade, que por sua vez tem múltiplas causas, como condições dos pneus a serem reformados, gastos excessivos com retrabalhos, refugos, manutenção deficiente das máquinas, estratégias comerciais, entre outros.

Para o aumento da eficiência e eficácia na produtividade é necessário então identificar as etapas do processo produtivo e analisá-las. Com o auxílio das ferramentas da qualidade é possível explorar as deficiências do fluxo produtivo, visando sempre resultados com qualidade, tornando a empresa mais competitiva.

## **1.3 Hipótese (s)**

As possíveis hipóteses formuladas são:

- Falta de treinamento dos colaboradores: os colaboradores envolvidos no processo devem sempre passar por treinamentos de reciclagem, por ser

necessário seguir rigorosamente os procedimentos da empresa.

- Falta de manutenção preventiva dos equipamentos: é necessário que os equipamentos estejam com suas manutenções em dia, para que não causem danos ao pneu reformado.



## **2 OBJETIVOS**

Os objetivos deste trabalho foram divididos em geral e específicos e serão apresentados a seguir.

### **2.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral do trabalho é a aplicação das ferramentas da qualidade de modo a identificar e analisar as não conformidades do produto e as etapas associadas a ela no processo de produção.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar e analisar as etapas do processo desde a entrada e saída do pneu na empresa;
- Possibilitar a empresa uma melhor visão do seu processo produtivo;
- Propor medidas para melhoria do processo de produção.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são apresentadas as principais teorias de embasamento deste trabalho, para uma melhor compreensão do estudo a ser realizado.

#### 3.1 História da Qualidade

De acordo com Algarte e Quintanilha (2000) a preocupação com a qualidade existe desde os primórdios das civilizações, mas foi na Revolução Industrial que ganhou maior importância, com um aumento incrível na produção originou-se os primeiros problemas sérios com a qualidade do produto.

Na 1ª Guerra Mundial, a preocupação com a falta da qualidade dos armamentos refletia-se na falta de segurança. Os departamentos de compras governamentais passaram, então, a exigir o controle da qualidade de seus fornecedores. (ALGARTE; QUINTANILHA, 2000).

Já após a 2ª Guerra Mundial o aumento da demanda de produtos duráveis fez com que o conceito de qualidade ganhasse uma nova dimensão. A qualidade tornou-se um critério essencial de vendas. A partir de 1949 com a necessidade de reconstrução do Japão, a *Japanese Union of Scientists and Engineers* (sindicato japonês de cientistas e engenheiros) criou um grupo de pesquisas para controle da qualidade, Deming, Juran, Ishikawa e outros foram responsáveis pela busca da modernização do país, bem como a melhoria da qualidade de vida do povo japonês. (ALGARTE; QUINTANILHA, 2000).

Longo (1996) destaca que na década de 50 a qualidade deixou de ser uma responsabilidade apenas do departamento específico e passou a ser uma preocupação geral de toda a empresa.

Nos anos 60, com a mudança do foco para o uso, e não mais para o padrão, como fora na década imediatamente anterior, é o consumidor quem irá ditar as regras da qualidade; nesse momento, é dada grande importância às informações provenientes da pesquisa do mercado e de opinião. (ALVAREZ, 2001, p.140)

Ainda nos anos 60 a gestão da qualidade compreendia especialmente a inspeção do produto. O departamento de controle da qualidade e inspetores era encarregado de “dar” qualidade ao produto fabricado. (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Na década de 70, segundo Alvarez (2001) presenciou-se a impactante crise do petróleo, onde as empresas passaram a se preocupar com os custos de seus produtos. É nessa época que surgiram os círculos de controle da qualidade empregando as ferramentas da qualidade.

Corrêa e Corrêa (2012, p.164) narra que “a partir dos anos 80 a indústria ocidental passou por movimentos intensos no sentido de alterar substancialmente os conceitos de qualidade e sua gestão, como forma de enfrentar a concorrência”.

Na década de 90 “os consumidores, clientes, fornecedores, acionistas e investidores passam a ser vistos como parceiros e não mais como ameaças.” (ALVAREZ, 2001 p.141).

O QUADRO 1 apresenta o resumo da história da qualidade.

Quadro 1 - Histórico da qualidade

Época	Foco	Fato Gerador	Qualidade	Ênfase	Instrumentos
1950	Padrões	Produção em massa	Atendimento aos padrões estabelecidos no projeto do produto	Interna, dentro da empresa; importância dada aos interesses do	* Padronizar * Inspeção * Controle estatístico do processo
1960	Usos	Consumidor	Atendimento do uso que o consumidor pretende para o produto oferecido	Externa, o cliente é o mais importante; deve atender-se aos interesses do consumidor.	* Pesquisa de mercado * Análise de tendências * Início do envolvimento interfuncional na empresa * Estrutura matricial
1970	Custos	Crise do petróleo	Atendimento do mercado consumidor com custos de produção mais baixos	Interna, dentro da empresa; início do controle do processo.	* Controle total de qualidade * Círculos de controle de qualidade * Novas práticas de qualidade
1980	Desejos	Mudanças sociais e política	Antecipar-se às necessidades do cliente	Externa, o cliente é o mais importante; integração; competição.	* Gestão do processo * Sondagens de mercado * Controle da qualidade gerencial * Novas aplicações * Novas formas de estruturas organizacionais
1990	Investidor	Globalização	Reconhecimento do valor do produto	Mista: interna, dentro da empresa; externa, economia global.	* Todas as anteriores * Análise Global * Decisões estratégicas * Importância das pessoas * Preocupação ambiental * Quebra de paradigmas

Fonte: Alvarez (2001, p.142).

## **3.2 Evolução da Qualidade**

Para Oliveira *et al.* (2004) a evolução da qualidade passou por três fases: era da inspeção, era do controle estatístico e era da qualidade total.

### **3.2.1 Era da Inspeção**

Na era da inspeção o produtor e o cliente eram responsáveis por verificar o produto. Nessa época o objetivo principal era detectar possíveis defeitos de fabricação no qual era realizado sem padrões preestabelecidos. A inspeção final não garantia total qualidade dos produtos, e havia um grande custo quanto ao tempo de produção perdido e os custos de retrabalho. (OLIVEIRA, et al., 2004).

Para Garvin (1992) a era de inspeção corresponde a um enfoque da verificação na uniformidade do produto final. A responsabilidade pela qualidade era do departamento de inspeção.

### **3.2.2 Era do Controle Estatístico**

Na era do controle estatístico foi possível garantir a uniformidade do produto com menos inspeção, por meio de instrumentos e técnicas estatísticas. (GARVIN, 1992).

Segundo Oliveira *et al.* (2004) os produtos eram escolhidos aleatoriamente com a técnica da amostragem, de modo que os escolhidos representavam todo o grupo e a partir dos dados obtidos, após a análise, verificava-se a qualidade de todo o lote.

### **3.2.3 Era da Qualidade Total**

Na era da qualidade total, que se enquadra no período atual “a ênfase passa a ser o cliente, tornando-se o centro das atenções das organizações que dirigem seus esforços para satisfazer às suas necessidades e expectativas”. (OLIVEIRA *et al.* 2004, p.4).

Para Garvin (1992) a principal característica dessa “era” é que a qualidade dos produtos e serviços oferecidos ao cliente deixa de ser responsabilidade apenas

do departamento de produção e passa a ser responsabilidade de todos na empresa.

### 3.3 Conceitos de Qualidade

O conceito de qualidade depende do contexto em que é aplicado, podendo-se encontrar diversas percepções em face da subjetividade e complexidade do seu significado. (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

Garvin (1992) identifica algumas abordagens para a qualidade:

- a) Abordagem Transcendental: A qualidade é sinônima de excelência absoluta, seu reconhecimento ocorre pela experiência.
- b) Abordagem Fundamentada no Produto: A qualidade é considerada uma variável precisa e mensurável. As diferenças da qualidade refletem nas diferenças da quantidade de algum ingrediente ou atributo ao produto.
- c) Abordagem Fundamentada no Usuário: A qualidade está diante dos olhos de quem a observa, trata-se que cada consumidor tenha diferentes desejos e necessidades e que o produto que atenda melhor às suas expectativas seja o que ele considera como o de melhor qualidade.
- d) Abordagem Fundamentada no Valor: A qualidade é percebida em termos de custo e preço. Um produto de qualidade oferece desempenho a preço ou custo aceitável.
- e) Abordagem Fundamentada na Produção: A qualidade é a conformidade às especificações. Uma vez estabelecido os requisitos, qualquer variação implica queda de qualidade. É fazer certo da primeira vez.

De acordo com Feigenbaum (1994) qualidade não é simplesmente a conformidade com as especificações a ser verificada por meio de inspeção. A qualidade tem de ser embutida no produto desde o começo, a partir dos desejos e interesses dos clientes.

Campos (1992) relata que um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente (projeto perfeito), de forma confiável (sem defeitos), de forma acessível (baixo custo), de forma segura (segurança do cliente) e no tempo certo (entrega no prazo, local e quantidade certa) às necessidades do cliente. O autor ainda ressalta que o critério para a boa qualidade é sempre a preferência do

consumidor pelo seu produto em relação ao seu concorrente.

Para Algarte e Quintanilha (2000) qualidade é o atendimento das necessidades dos consumidores no aspecto econômico, de segurança e desempenho. O conceito refere-se ao mais apropriado e não ao melhor ou ao mais caro.

Juran e Gryna (1991) completam que a qualidade para os clientes consiste nas características do produto que atendem suas necessidades e dessa forma proporcionam a satisfação em relação ao produto. Além disso, qualidade também é vista como ausência de deficiências no processo, produto ou serviço.

O QUADRO 2 ilustra como as definições de qualidade refletem na empresa.

Quadro 2 - Características do Produto x Ausência de Deficiências

Características do Produto que Atendem às Necessidades do Cliente	Ausência de Deficiências
<b>A Qualidade superior possibilita que as empresas:</b>	<b>A Qualidade superior possibilita que as empresas:</b>
Aumentem a satisfação dos clientes	Reduzam os índices de erros
Tornem os produtos vendáveis	Reduzam a repetição de trabalhos e o desperdício
Enfrentam a concorrência	Reduzam as falhas no uso e os custos de garantia
Aumentam sua participação no mercado	Reduzam a insatisfação dos clientes
Obtenham receita de Vendas	Reduzam inspeções e testes
Garantem preços melhores	Reduzam o prazo para lançamento de novos produtos no mercado
O maior efeito é sobre as vendas	Aumentam rendimentos e capacidade
Normalmente a qualidade superior custa mais	Melhoram o desempenho de entregas
	O maior efeito é sobre os custos
	Normalmente a qualidade superior custa menos

Fonte: Juran (2001, p.10).

Contudo, para garantir essa qualidade, é preciso identificar e eliminar as fontes da má qualidade, mediante alterações apropriadas para a melhoria do processo. (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

### 3.4 Melhoria da Qualidade

Segundo Ishikawa (1986, p. 120) “a qualidade é algo dinâmico, que se transforma ao longo do tempo, e que deve ser continuamente melhorado”.

Para Oliveira et al. (2004) a melhoria da qualidade se faz pela prevenção de defeitos, sendo que, a melhoria é um processo contínuo em que alterações resultam

em processos e produtos aprimorados, que conquistam um futuro promissor e competitivo para as empresas. Para obter-se a melhoria da qualidade, necessita-se compreender as atividades, o processo e conhecer os clientes.

Os objetivos do processo de melhoria da qualidade são:

- Refinar a qualidade;
- Estimular o envolvimento no trabalho;
- Facilitar a comunicação;
- Reduzir erros, minimizando custos;
- Gerar a capacidade para solução de problemas e;
- Construir uma atitude de prevenção de problemas.

Uma melhoria da qualidade proporciona a redução dos defeitos e das falhas, o aumento do índice de produtos diretamente liberados, com a conseqüente (sic.) redução dos refugos, retrabalhos, regulagens e inspeções, o que, sem dúvida, significa uma enorme redução dos custos e uma produtividade maior. (ISHIKAWA, 1986, p. 101).

Melhorias significam mudanças, como a busca de níveis de desempenho melhores aos já alcançados. As melhorias da qualidade correspondem a ações no sentido de reduzir custos, aumentar a produção, a qualidade e o lucro. É somente através destas “boas” mudanças que a empresa permanecerá no mercado. (SEBRAE, 1994).

De acordo com Corrêa e Corrêa (2012) uma empresa que se mantém fazendo atividades da mesma forma durante longos períodos será superada por concorrentes em evolução. A única saída é melhorar. É importante então, incentivar os colaboradores ao uso de ferramentas da qualidade para garantir a melhoria da qualidade no processo de produção.

### **3.5 Ferramentas da Qualidade**

Segundo Maiczuk e Júnior (2013) com o objetivo de auxiliar o sistema de produção para melhoria da qualidade, foram desenvolvidas as ferramentas da qualidade, que facilitam a aplicação de conceitos, coleta e apresentação de dados com a finalidade de analisar e propor soluções para os problemas que interferem no bom desempenho dos processos de trabalho.

Alvarez (2001) relata que as ferramentas da qualidade constituem um

conjunto de instrumentos que as organizações utilizam para conseguir melhorar a qualidade de seus produtos, serviços e processos.

“O sucesso na utilização das ferramentas está diretamente ligado à disponibilidade, acesso, registro, qualidade da informação e envolvimento de todos na organização.” (FILHO, 2011 *apud* PONGELUPPE, 2002, p. 24).<sup>1</sup>

Ishikawa (1986) afirma que noventa e cinco por cento dos problemas relacionados à qualidade podem ser resolvidos com aplicação de ferramentas da qualidade, que são técnicas capazes de ser utilizadas por todos os níveis integrantes de uma empresa.

Para Corrêa e Corrêa (2012) ferramentas não resolvem problemas nem melhoram situações, elas auxiliam as pessoas na tomada das decisões que resolverão ou melhorarão essas deficiências.

Scholtes (1992) explica que as ferramentas ajudarão a empresa a visualizar melhor um processo, detectar problemas, descobrir suas causas e propor as soluções.

As ferramentas da qualidade são:

1. Folha de verificação;
2. Fluxograma;
3. Diagrama de causa ou efeito;
4. Gráfico de Pareto;
5. Matriz de causa e efeito;
6. Matriz de esforço e impacto;
7. Plano de ação (5W1H).

### 3.5.1 Folha de Verificação

Folha ou lista de verificação são formulários estruturados que tornam fácil o registro e a análise de dados. (SCHOLTES, 1992).

Lins (1993) relata que a folha de verificação é utilizada para o lançamento do número de ocorrências de um determinado evento. Para isso observa-se a ocorrência e anota-se na folha a sua frequência.

---

<sup>1</sup> PONGELUPPE, P. C. **Modelo de indicadores de desempenho para micro e pequena agroindústria**: multi-caso de laticínios. 2002. 169 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.



Segundo SEBRAE (1994) para sua construção devem ser observadas as seguintes etapas:

- Estabelecimento exato do evento estudado;
- Período durante o qual os dados serão coletados;
- Formulário claro e de fácil manuseio;
- Coleta de dados consistentes e honestos.

Peinado e Graeml (2007) mencionam que a folha de verificação é a ferramenta mais simples da qualidade, os dados coletados podem ser organizados e apresentados em forma de quadro ou tabela.

As TAB. 1 e 2 são exemplos de folha de verificação.

Tabela 1 - Exemplo de folha de verificação - produção mensal de biscoitos

Produto	Semana				Total
	1	2	3	4	
Waffer	100	80	50	40	270
Recheado	50	70	80	100	300
Salgado	50	50	55	45	200
Leite	80	85	79	82	326
Maisena	47	48	50	49	194

Fonte: Peinado e Graeml (2007, p. 541).

Para Alvarez (2001) as folhas de verificação não seguem padrão preestabelecido, o importante é que cada empresa desenvolva seu formulário de registro de modo que os dados obtidos correspondam à suas necessidades, por meio de um objetivo bem definido, confiabilidade nas medições e registro dos dados de forma clara e organizada.

Tabela 2 - Exemplo de folha de verificação - problemas de entrega de encomendas

FOLHA DE VERIFICAÇÃO											
<b>PROCESSO:</b> Entrega de Encomendas											
<b>RESPONSÁVEL:</b> José Luiz											
<b>Período:</b> 13/01/94 a 22/01/94											
<b>Total de Entregas Realizadas:</b> 70											
PROBLEMAS	DIAS DO MÊS										
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	TOTAL
Sujeira na embalagem	I	II	II	II	I		II	II	II	I	15
Danificação da embalagem	I						I				2
Atraso na entrega	III	II	II	III	II	III	I	I	II	II	21
Erro na nota fiscal		I			I			I			3
Preço acima do mercado			I	I		I	I			I	5
Outros		I	I				I		I		4
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>50</b>

Fonte: SEBRAE (1994, p. 57).

### 3.5.2 Fluxograma


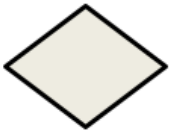



“Fluxogramas são figuras esquemáticas, com indicações passo a passo usadas para planejar etapas de um projeto ou descrever um processo que está sendo estudado.” (SCHOLTES, 1992, p. 2-18).

Segundo Corrêa e Corrêa (2012) o fluxograma tem como objetivo representar em sequência todas as fases do processo de forma simples e ordenada, que facilite o entendimento (FIG. 1). O autor ressalta que a análise crítica dos fluxogramas e a comparação destes com as fases e sequenciamentos reais auxiliam na identificação de possíveis problemas de qualidade.

Para Alvarez (2001) o fluxograma é uma fonte de oportunidades de melhorias para o processo, pois ao fornecer o detalhamento das atividades concede um entendimento maior e mais claro do fluxo produtivo.

De acordo com Juran (2001) os fluxogramas são elaborados com uma série de símbolos padronizados e a maior parte é construída a partir de poucos símbolos básicos (QUADRO 3).

Quadro 3 - Símbolos básicos para construção do fluxograma

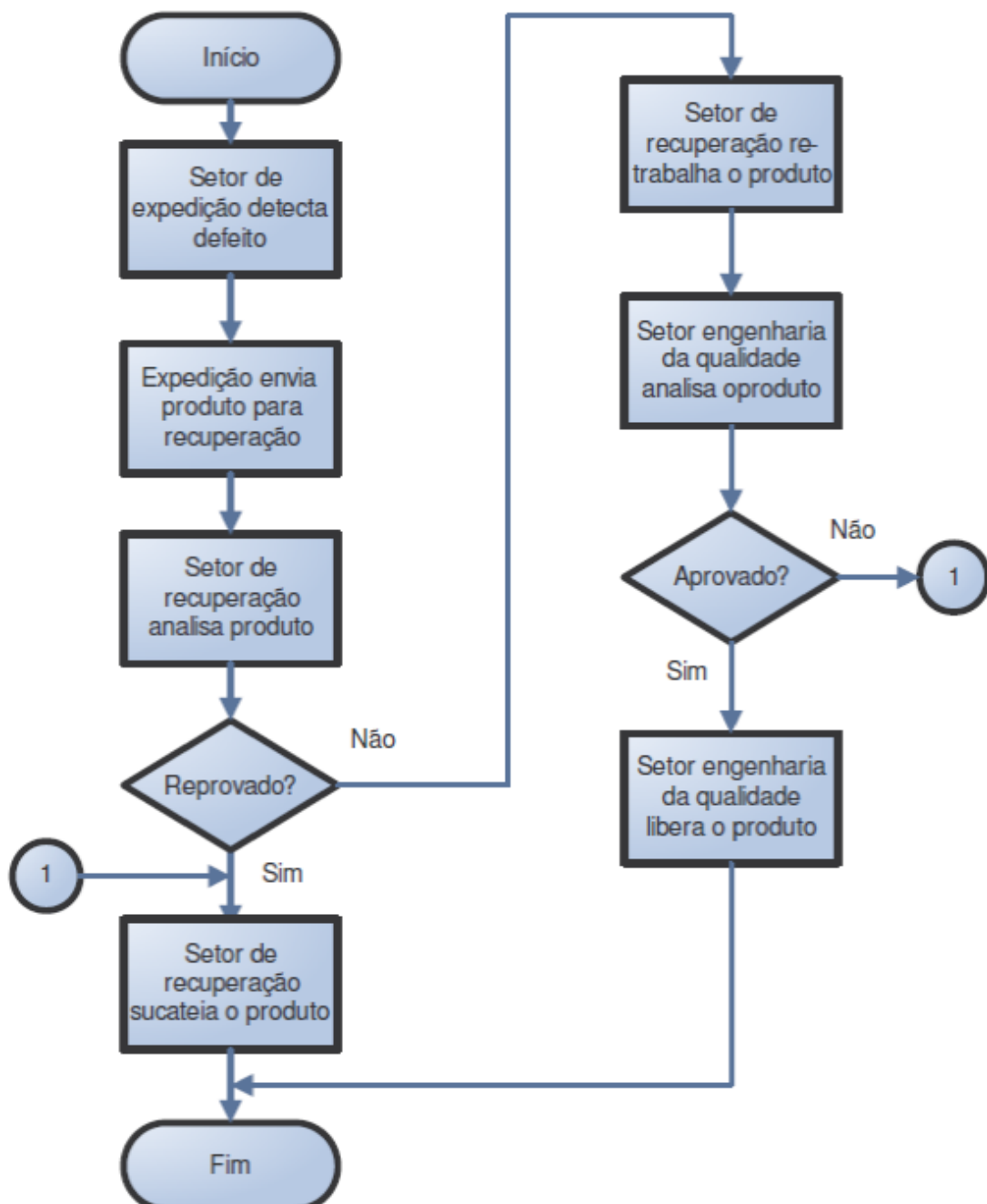
	<p>O <b>símbolo de atividade</b> é um retângulo que designa uma atividade. Dentro dele está uma breve descrição daquela atividade.</p>
	<p>O <b>símbolo de decisão</b> é um losango que designa um ponto de decisão, a partir do qual o processo se divide em dois ou mais caminhos. O caminho tomado depende da resposta à pergunta que aparece dentro do losango. Cada caminho é rotulado para corresponder a uma resposta à pergunta.</p>
	<p>O <b>símbolo terminal</b> é um retângulo arredondado que identifica, de forma inequívoca, o início ou o término de um processo, de acordo com a palavra que está dentro do retângulo. "Início" é usado para designar o ponto de partida do fluxo de um processo; "fim" é usado para designar o final do fluxo de um processo.</p>
	<p>A <b>linha de fluxo</b> representa um caminho de processo que liga elementos do mesmo, por exemplo, atividades ou decisões; a seta sobre um fluxo indica a direção do fluxo.</p>
	<p>O <b>conector</b> é um círculo que é usado para indicar uma continuação do fluxograma.</p>

Fonte: Adaptado de Juran (2001, p.47).

Peinado e Graeml (2007) enfatizam o uso do fluxograma para as seguintes situações:

- Melhorar a compreensão do processo de trabalho;
- Indicar como o trabalho deve ser feito;
- Criar um padrão de trabalho ou uma norma de procedimento.

Figura 1- Exemplo de fluxograma de processo - baseado no procedimento de controle de produtos não conformes



Fonte: Peinado e Graeml (2007, p. 540).

### 3.5.3 Diagrama de Causa e Efeito

O diagrama de causa e efeito também conhecido como diagrama de Ishikawa, ou ainda, como diagrama de espinha de peixe (devido a sua aparência), é aplicado para demonstrar a relação entre causas e efeitos. As principais causas detectadas podem ainda ser ramificadas em secundárias e/ou terciárias. (ALVAREZ, 2001).

De acordo com Corrêa e Corrêa (2012, p. 199) o diagrama tem como objetivo “apoiar o processo de identificação das possíveis causas-raízes de um problema.”

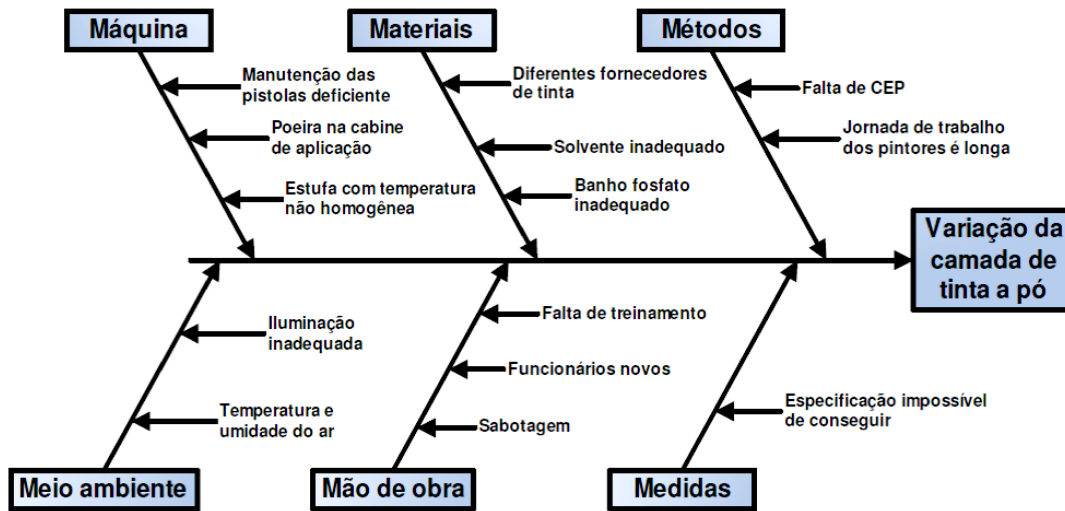
“São diagramas que mostram a relação entre uma característica da qualidade e seus fatores, representando a relação entre o efeito e todas as possibilidades de causa que podem contribuir para esse efeito.” (SEBRAE, 1994, p. 44).

Sua elaboração é simples, parte da premissa básica do envolvimento e participação de todos os fatores que entram na elaboração de um produto ou efeito. Esses fatores, para o caso de indústria, normalmente são denominados de “os seis M”, que abrangem: método, mão de obra, meio ambiente, matéria prima, máquinas e medidas. São eles que podem ser desdobrados em secundários. (ALVAREZ, 2001, p. 183).

Segundo Werkema (2006) para que a construção do diagrama de causa e efeito tenha um resultado eficiente, é importante que o maior número de pessoas envolvidas com o efeito esteja presente para que não seja esquecida nenhuma informação relevante. É indicado então realizar um “brainstorming”, que é uma técnica de geração de idéias para auxiliar um grupo de pessoas a produzir um grande número de idéias em um curto espaço de tempo.

Las Casas (2006) relata que o primeiro passo para a construção do diagrama de causa e efeito é colocar na “cabeça de peixe” o principal problema (efeito), detectado que necessita de análise. A partir do problema, identificam-se as prováveis causas que são sucessivamente divididas em causas menores, como ilustrado na (FIG. 2).

Figura 2 - Exemplo de diagrama de causa e efeito - problema de manufatura



Fonte: Peinado e Graeml (2007, p. 552).

Para Scholtes (1992) a técnica dos “seis M” geralmente permite maior compreensão de um problema e dos possíveis fatores que contribuem para que ele aconteça. O autor ainda afirma que o diagrama de causa e efeito identifica as possíveis causas, mas apenas os dados indicarão as causas reais.

### 3.5.4 Gráfico de Pareto

O gráfico de Pareto é uma série de barras cujas alturas refletem a frequência ou importância dos problemas. (SCHOLTES, 1992).

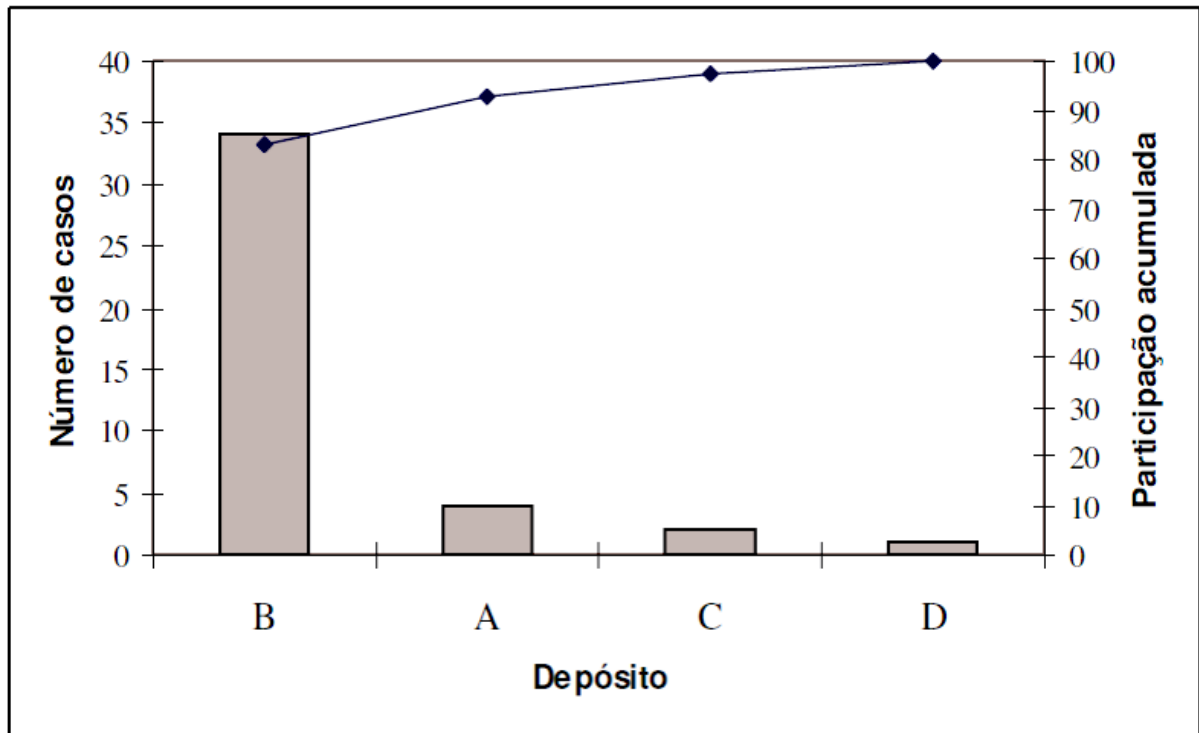
Segundo Corrêa e Corrêa (2012, p. 198) “o objetivo é classificar em ordem decrescente os problemas que produzem os maiores efeitos e atacar esses problemas inicialmente.”

Este método é utilizado para dividir um problema grande em vários problemas menores. O princípio de Pareto afirma que os grandes problemas são provocados por poucas causas e que o inverso também é verdadeiro, ou seja, 80% das causas provocam 20% dos problemas e 20% das causas provocam 80% dos problemas. A partir desta constatação, é fácil priorizar nossas ações de acordo com a importância relativa e absoluta que esses problemas têm para a empresa. (ALVAREZ, 2001, p. 182).

De acordo com Scholtes (1992) os gráficos de Pareto são úteis ao longo de todo o processo de melhoria, por classificar os problemas ou suas causas a serem atacadas em primeiro lugar.

Carvalho e Rabechini Jr (2011, p. 189) relatam que “os resultados são apresentados por tipo ou categoria de causa identificada, mostrando a frequência da causa e a curva de frequência acumulada.” Conforme a (FIG. 3).

Figura 3 - Exemplo de gráfico de Pareto - troca de mercadorias por depósito



Fonte: Peinado e Graeml (2007, p. 564).

### 3.5.5 Matriz de Causa e Efeito

A matriz de causa e efeito é uma ferramenta que auxilia a priorizar as possíveis causas para tentar avaliar preliminarmente o que afeta ou não o processo. Ela proporciona um “rank” das possíveis causas com maior prioridade de ataque, onde a saída desta matriz é o impacto da variável sobre o processo. (SETA, 2013).

Segundo Rotondaro (2010) essa ferramenta é utilizada para estabelecer através das variáveis do processo quais delas são as mais críticas ou que tem maior impacto no processo.

A avaliação da correlação entre cada entrada e saída é feito por notas conforme FIG. 4, onde a pontuação baixa tem pouco efeito na variável de saída e a pontuação alta pode afetar significativamente a variável de saída. (SETA, 2013).

Figura 4 - Exemplo de matriz de causa e efeito - problemas na entrega

Matriz de Causa & Efeito									
10 - 9 - 8: Forte Correlação		7 - 6 - 5 - 4: Média Correlação			3 - 2 - 1: Baixa Correlação			0: Não há correlação	
Índice de importância		10	8	6					
X's do Processo		Prazo programado de entrega	Item correto	Quantidade correta de itens					
X <sub>1</sub>	Endereço	9	4	4					122
X <sub>2</sub>	Tipo de produto	4	6	6					88
X <sub>3</sub>	Método de pagamento	7	1	1					78

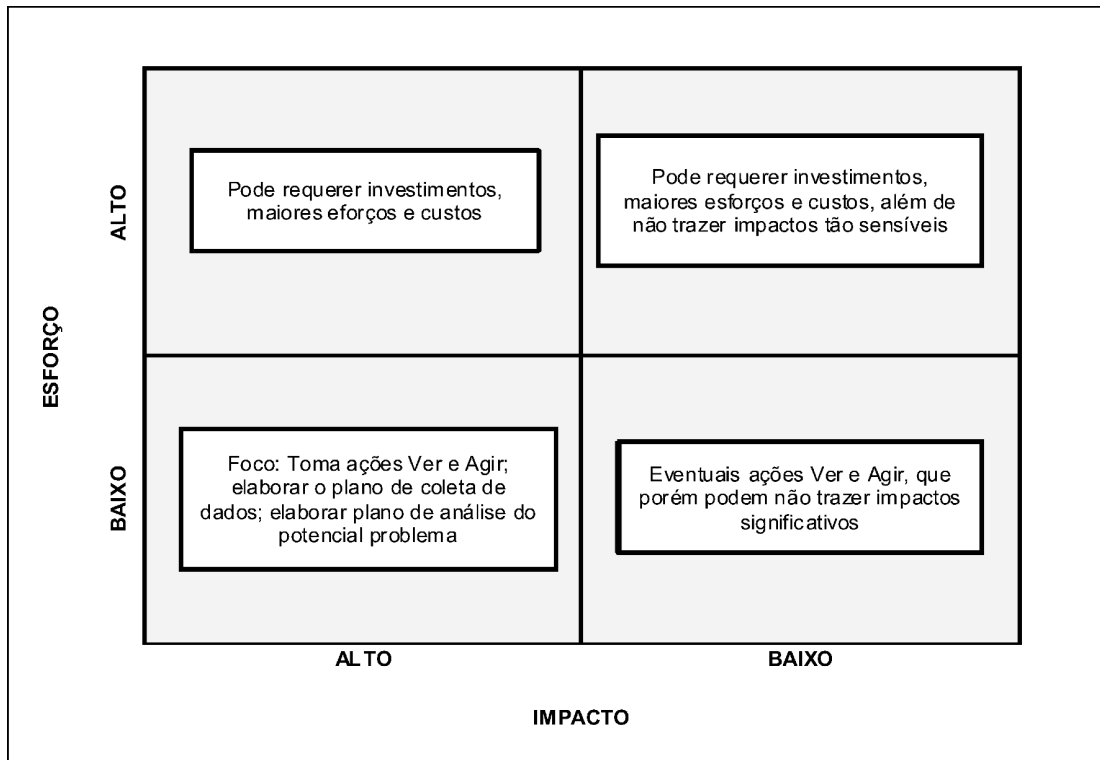
Fonte: SETA (2013, p.19).

### 3.5.6 Matriz de Esforço e Impacto

De acordo com SETA (2013) matriz de esforço e impacto é uma ferramenta que auxilia a selecionar quais variáveis deverão se atacadas primeiro e quais não deverão ser atacadas, ou seja, quais variáveis serão mais fáceis e quais serão mais difíceis de atacar. Dessa forma, é uma ferramenta de priorização do esforço. Esta matriz é frequentemente usada como complemento para a matriz de causa e efeito (FIG.5).

“É aconselhável iniciar com as ações que gerem o maior impacto e menor esforço, as demais variáveis podem ser também atacadas, mas é interessante analisar primeiro as causas com alto impacto e depois as de baixo impacto.” (SETA, 2013, p.20).

Figura 5 - Exemplo de matriz de esforço e impacto



Fonte: SETA (2013, p.20).

### 3.5.7 Plano de Ação (5W1H)

O plano de ação ou 5W1H é uma ferramenta utilizada para o planejamento de uma determinada ação a ser tomada, capaz de orientar as diversas ações que deverão ser executadas. (SANTOS; CECCATO; MICHELON, 2011).

Para Oliveira (1996) o plano de ação necessita ser estruturado, procurando permitir a identificação de forma rápida e eficaz dos elementos indispensáveis para a melhoria de um projeto.

Segundo Peinado e Graelm (2007) o método 5W e 1H recebeu este nome em função das letras iniciais de algumas perguntas em inglês que ajudam a esclarecer situações, eliminando dúvidas. Consiste em elaborar um formulário para cada proposta de ação, contendo as respostas para as seguintes seis questões:

- *What* (O quê?) - Qual a tarefa? O que será feito?
- *Where* (Onde?) - Onde será executada a tarefa?
- *Why* (Por quê) - Por que essa tarefa é necessária?
- *Who* (Quem?) - Quem vai fazer? Qual departamento?
- *When* (Quando?) - Quando será feito?



- *How* (Como?) - De que maneira será feito?

Na FIG. 6, é ilustrado um exemplo de plano de ação.

Figura 6 - Exemplo de plano de ação modelo 5W1H - empresa alimentícia

<b>Identificação da embalagem difícil de se distinguir</b>					
<b>O quê?</b>	<b>Quem?</b>	<b>Onde?</b>	<b>Quando?</b>	<b>Por quê?</b>	<b>Como?</b>
Melhorar o sistema de identificação dos sabores waffer e recheados na embalagem	Gerente de produção	No fornecedor de embalagem	Até 15 de maio	Para evitar a troca destes produtos na expedição	Utilizar uma cor de impressão diferente para cada sabor
<b>Formulário de separação confuso</b>					
<b>O quê?</b>	<b>Quem?</b>	<b>Onde?</b>	<b>Quando?</b>	<b>Por quê?</b>	<b>Como?</b>
Simplificar o formulário de separação	Gerente de informática	Sistema de informática	Imediato	Para evitar erros de leitura	Retirar informações desnecessárias do relatório

Fonte: Peinado e Graeml (2007, p. 571).

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

Segundo Andrade (2010) pesquisa é o conjunto de procedimentos sistemáticos, baseado na investigação e raciocínio lógico que tem como objetivo encontrar soluções para problemas propostos, mediante a utilização de métodos científicos.

O método utilizado para pesquisa é o estudo de caso, que consiste no estudo profundo e exaustivo de um objeto, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento.

O estudo de caso envolve etapas de formulação e delimitação do problema, seleção da amostra, determinação dos procedimentos para coleta e análise de dados, bem como modelos para sua interpretação. Dessa forma, o estudo de caso pode utilizar diferentes métodos de coleta de dados, como a observação e análise de documentos. (GIL, 2010).

A pesquisa científica realizada neste trabalho pode ser classificada quanto à sua natureza, como pesquisa aplicada, pois abrange estudos elaborados com a finalidade de se resolver o problema encontrado. Quanto aos objetivos é uma pesquisa explicativa, pois têm como propósito identificar os fatores que determinaram ou contribuíram para a ocorrência de não conformidades. Quanto à abordagem, a pesquisa é classificada como quantitativa, pois seus resultados podem ser quantificados por meio da análise dos dados e a utilização de ferramentas estatísticas. E quanto à localização é denominada pesquisa de campo, pois os dados são extraídos diretamente do fluxo produtivo da empresa analisada.

### **4.1 Local do Estudo**

Este estudo foi realizado em uma reformadora de pneus localizada no centro oeste de Minas Gerais (aqui denominada como empresa X), que foi fundada em 1991 e possui atualmente 20 funcionários. A empresa estudada possui área de atuação não só no estado de Minas Gerais, mas também em Goiás, Bahia e no Distrito Federal através de seus distribuidores. Atua na comercialização de Pneus Remold de automóveis e motocicletas, produzidos a partir de estruturas (carcaças) selecionadas e testadas, utilizando-se de alta tecnologia em máquinas e

equipamentos para comercialização.

## **4.2 Escolha da Amostra**

O processo de escolha da amostra consistirá na análise da não conformidade identificada no pneu ao fim do seu processo de reforma.

## **4.3 Método de Coleta de Dados**

Andrade (2010) relata que a coleta de dados constitui uma etapa importantíssima da pesquisa de campo, onde exige tempo, por isso o pesquisador precisa ter paciência e esforço, além do cuidado e atenção para coletar e registrar os dados.

A coleta de dados consiste a partir do acompanhamento diário do processo de reforma de pneus da empresa X, no qual foram realizadas atividades de observações e análises documentais.

Os dados coletados para a aplicação das ferramentas da qualidade correspondem ao período de março a maio de 2015, com o objetivo de obter confiabilidade no resultado a ser encontrado.

## **4.4 Método de Análise**

Para interpretação dos dados pesquisados foram utilizados recursos computacionais como planilhas eletrônicas para criação de tabelas e fluxograma, facilitando a compreensão e interpretação dos dados. E o software Minitab, ferramenta de grande auxílio para a geração e interpretação dos dados onde foram elaborados os gráficos e o diagrama.

## 5 ANÁLISE E RESULTADOS

Neste capítulo são apresentadas a análise do processo produtivo da empresa em estudo e os resultados obtidos através das ferramentas da qualidade.

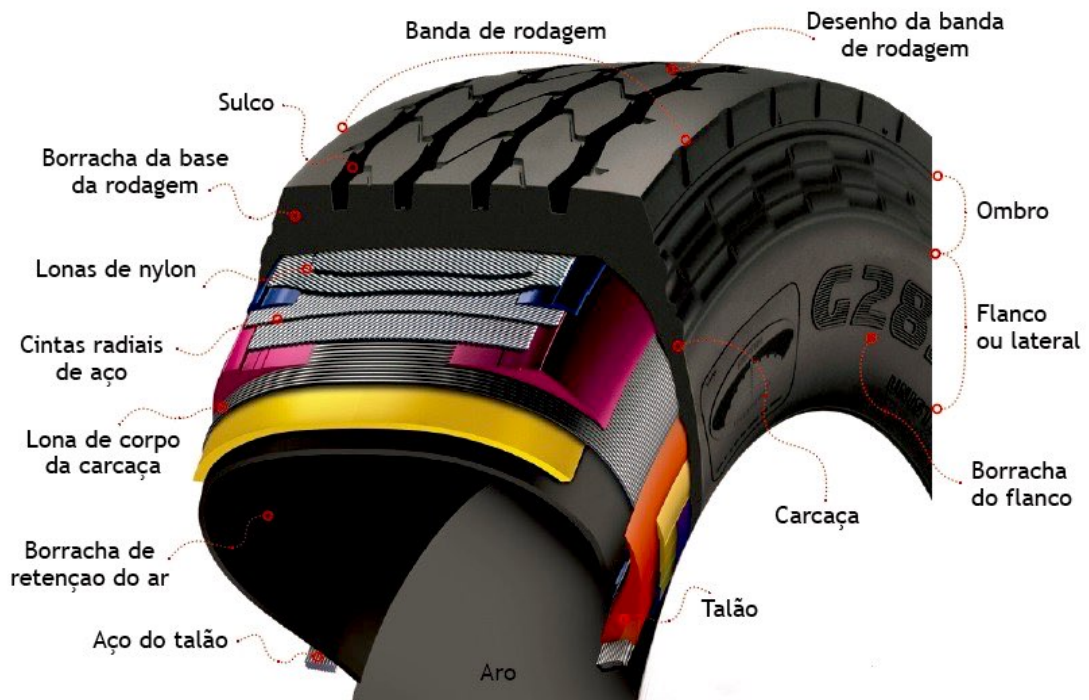
### 5.1 O processo produtivo

O processo de reforma de pneus é realizado através da recapagem, recauchutagem ou remoldagem, com finalidade de aumentar sua vida útil.

A recapagem é um processo pelo qual o pneu usado é reformado pela substituição da sua banda de rodagem (parte do pneu que entra em contato direto com o solo). No processo de recauchutagem sua banda de rodagem e seus ombros (parte da lateral) são substituídos. Já no processo de remoldagem a substituição é realizada na banda de rodagem, nos ombros e nos flancos (parte compreendida entre a banda de rodagem e o talão).

Para melhor interpretação a FIG. 7 ilustra a estrutura de um pneu radial.

Figura 7 - Estrutura de um pneu radial



Fonte: Revista Pnews (2012, p.8).

A empresa X realiza o processo de reforma de pneus “a quente”, ou seja,

utiliza camelback, que é uma borracha não vulcanizada sem desenho definido da banda de rodagem, o pneu então é colocado em um molde e aquecido no processo de vulcanização, obtendo-se assim o desenho da banda de rodagem.

## **5.2 Descrição das etapas do processo**

Primeiramente os pneus são adquiridos e levados até a empresa por colaboradores. São recebidos e submetidos a uma limpeza por meio de escovas especiais para facilitar a inspeção da carcaça e manter limpas as etapas seguintes.

Na inspeção inicial o operador examina o exterior e o interior do pneu avaliando os danos e deformações da carcaça. As carcaças que apresentarem boa conservação seguem no processo de reforma, já as que apresentarem defeitos que impossibilitem uma reforma com qualidade, segurança e garantia são recusadas e posteriormente entregues a uma empresa de reciclagem de pneus.

O pneu aprovado na inspeção inicial é encaminhado para o setor de raspagem, onde é removida a parte remanescente da banda de rodagem, deixando a carcaça com textura para fixação da cola e com as simetrias e dimensões corretas.

Após a raspagem se dá início ao processo de escareação, no qual se limpa e prepara todas as avarias, como cortes ou furos que atingem a carcaça, para que sejam tratadas no talão (somente na borracha), ombros, flancos e banda de rodagem.

Caso exista alguma avaria no pneu, este é encaminhado para o processo de conserto, que tem como objetivo devolver a resistência à carcaça, através da aplicação de manchão (peça desenvolvida para o conserto de danos ao pneu) é realizado os reparos necessários.

O processo seguinte é a colagem, onde é aplicada uma cola especial em camada suficiente para promover a união do camelback com a carcaça.

Logo após a secagem da cola o pneu passa pelo processo de nivelamento, as áreas escareadas são preenchidas com borracha nivelando-as com a superfície do pneu.

No processo da preparação da banda o operador prepara a nova banda de rodagem que vai ser aplicada no pneu, conforme o comprimento e a largura

determinados no setor de raspagem.

Em seguida se inicia o processo da aplicação da banda, onde são aplicadas sobre a carcaça compostos de borracha do tipo camebalck devolvendo ao pneu as condições de uso, repondo na carcaça a borracha desgastada durante a rodagem mais o que foi retirado na raspagem.

O pneu então é encaminhado para vulcanização sob condições de temperatura (150°C) e pressão. Os produtos aplicados sobre a carcaça se fundem num corpo único e formam a nova banda de rodagem com o desenho desejado.

Após a vulcanização o pneu é submetido a uma inspeção final para assegurar que a borracha nova obteve sucesso ao aderir a carcaça. O operador então se certifica das perfeitas condições de uso. Se detectar alguma não conformidade que seja tratável no pneu, este volta para o retrabalho. Caso não consiga tratar o pneu, é dado como refugo e depois encaminhado para empresa de reciclagem de pneus.

O pneu dentro da conformidade vai para o processo de acabamento, onde se eliminam as pequenas imperfeições superficiais, tais como escorrimientos de borracha e rebarbas, para melhorar o seu visual.

Sendo assim, apenas quando todo o processo se apresentar conforme, é que o pneu é encaminhado para armazenamento em local adequado, aguardando o momento de entrega aos distribuidores.

### **5.3 Aplicação das ferramentas da qualidade**

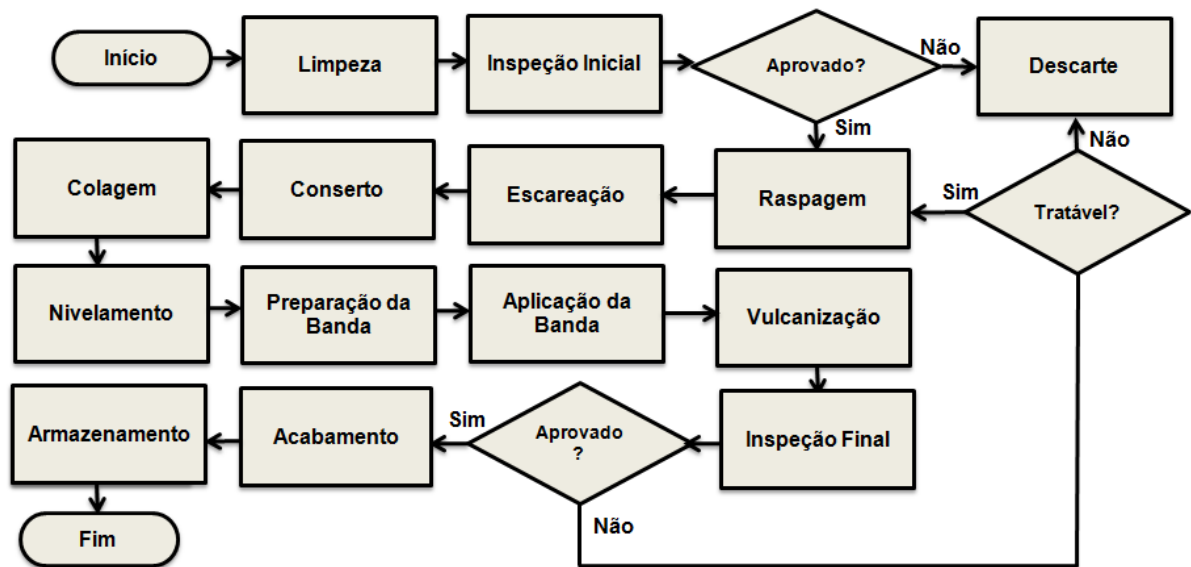
Para melhor análise das não conformidades do processo produtivo na empresa X, foram utilizadas as seguintes ferramentas da qualidade:

1. Fluxograma;
2. Folha de verificação;
3. Diagrama de dispersão;
4. Gráfico de Pareto;
5. Matriz de causa e efeito;
6. Matriz de esforço e impacto;
7. Plano de ação (5W1H).

### 5.3.1 Fluxograma

A construção do fluxograma possibilitou uma melhor compreensão do processo produtivo da empresa X. Ao analisá-lo observa-se que, todas as etapas devem ser bem executadas para garantir a qualidade da etapa seguinte. As etapas de inspeção inicial e inspeção final merecem uma atenção especial do operador, por se tratar de etapas de decisão para que, junto com as demais, proporcionem segurança e qualidade ao pneu reformado (FIG. 8).

Figura 8 - Fluxograma das etapas do processo de reforma de pneus da empresa X



Fonte: Próprio autor (2015).

### 5.3.2 Folha de Verificação

Após compreender o processo produtivo da empresa, se deu início à coleta de dados através da utilização da folha de verificação. Na inspeção final foram verificadas as não conformidades do pneu e registrado na folha de verificação a etapa da ocorrência e a sua frequência.

As folhas de verificação foram divididas por pneu de automóvel e pneu de motocicleta, conforme (TAB. 3 e 4).

Tabela 3 - Folha de verificação referente a reforma de pneu de automóvel

<b>Folha de Verificação</b>		
<b>Produto:</b> Pneu de Automóvel		<b>Etapa:</b> Inspeção Final
<b>Total inspecionado:</b> 3253		<b>Período:</b> Março, Abril e Maio / 2015
<b>Não Conformidade (Etapa / Defeitos)</b>	<b>Verificação</b>	<b>Subtotal</b>
Raspagem / Ruptura da carcaça, borracha queimada e dimensões erradas	       	45
Vulcanização / Deformação e deslocamento da carcaça	       	60
Escareação / Reparos mal/não executados (furos, trincas)		18
<b>Total de Pneus Não Conforme</b>		<b>123</b>

Fonte: Dados da empresa X (2015).

Tabela 4 - Folha de verificação referente a reforma de pneu de motocicleta

<b>Folha de Verificação</b>		
<b>Produto:</b> Pneu de Motocicleta		<b>Etapa:</b> Inspeção Final
<b>Total inspecionado:</b> 8862		<b>Período:</b> Março, Abril e Maio / 2015
<b>Não Conformidade (Etapa / Defeitos)</b>	<b>Verificação</b>	<b>Subtotal</b>
Raspagem / Ruptura da carcaça, borracha queimada e dimensões erradas	       	68
Vulcanização / Deformação e deslocamento da carcaça	       	76
Escareação / Reparos mal/não executados (furos, trincas)		26
<b>Total de Pneus Não Conforme</b>		<b>170</b>

Fonte: Dados da empresa X (2015).



Com essa ferramenta foi possível observar nas TAB. 3 e 4 que as etapas de escareação, raspagem e vulcanização estão ligadas as não conformidades do processo produtivo. Constatou-se também que na TAB. 3 referente a reforma de pneu de automóvel o total de não conformidades correspondeu a 3,78% e na TAB.4 referente a reforma de pneu de motocicleta as não conformidades correspondeu a 1,91% do total de pneus inspecionados.

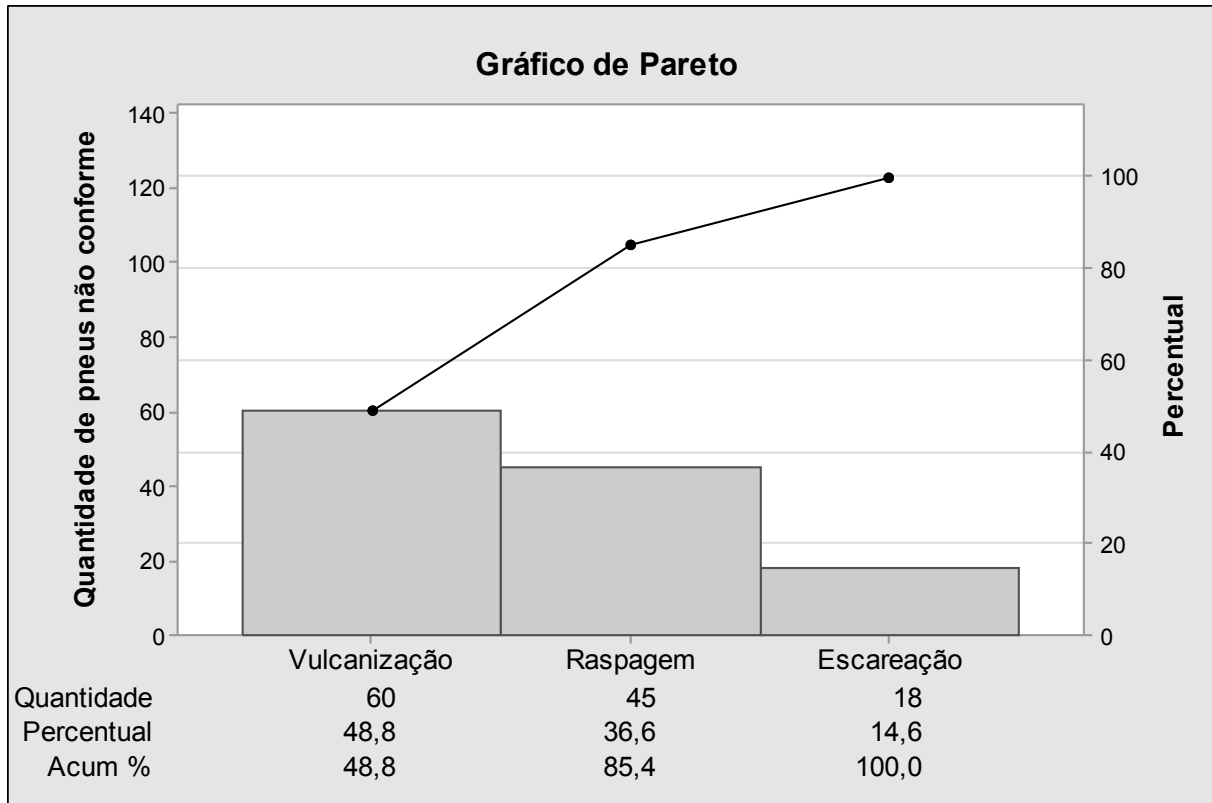
### **5.3.3 Gráfico de Pareto**

Com o objetivo de classificar em ordem decrescente as etapas do processo produtivo que estão ligadas a não conformidade e priorizar as ações para a etapa com mais importância, elaborou-se o gráfico de Pareto (GRAF. 1 e 2).

Ao examinar o GRAF. 1 constatou-se que, a etapa de vulcanização apresenta maior frequência, equivalente a 48,8% de não conformidade ao produto final, seguida da raspagem com 36,6% e da escareação que exibe menor frequência com 14,6%. As etapas críticas demonstradas no gráfico são a vulcanização e a raspagem que acumularam um percentual de 85,4%, de modo que, com a classificação em ordem decrescente, a etapa a ser priorizada neste momento será a de vulcanização.

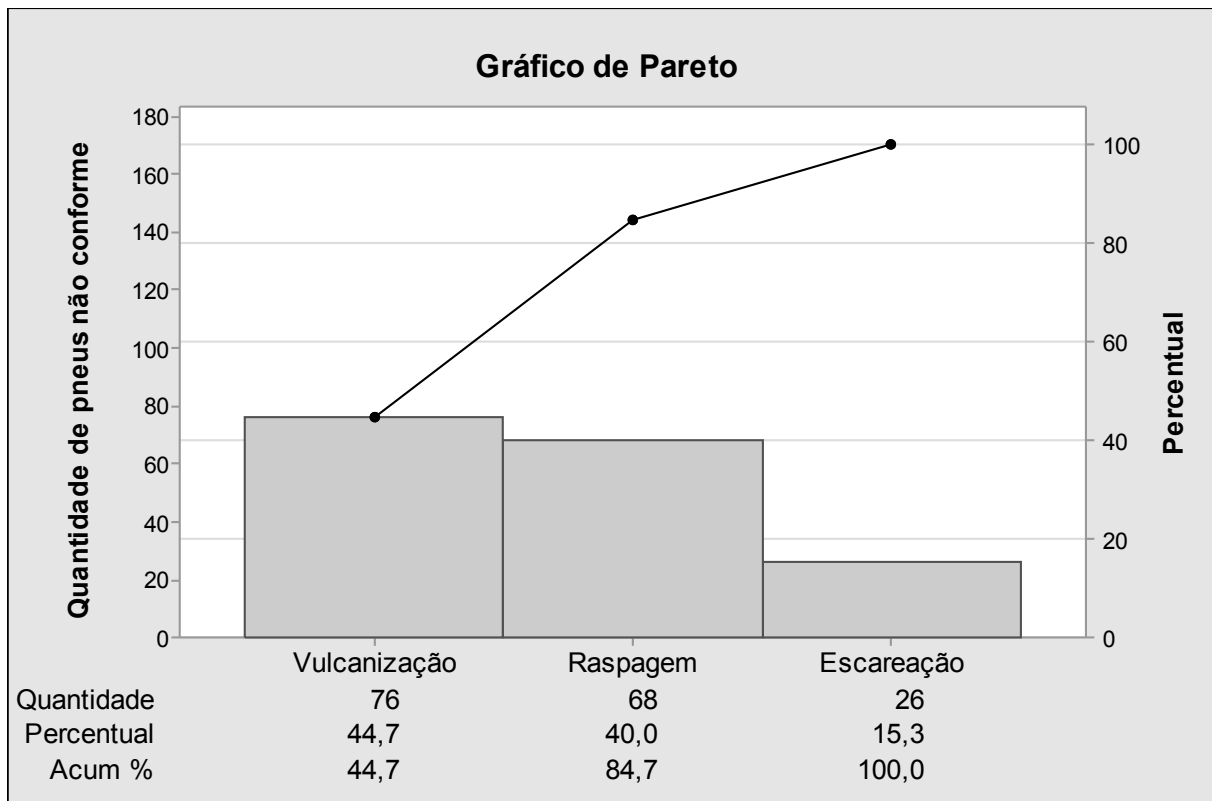
No GRAF. 2 a vulcanização apresenta novamente a maior frequência com 44,7%, seguida da raspagem com 40,0% e da escareação com 15,3%. As etapas de vulcanização e raspagem acumularam um percentual de 84,7%, sendo às etapas críticas do processo produtivo. Seguindo o critério de classificação em ordem decrescente, novamente a etapa a ser priorizada neste momento será a de vulcanização.

Gráfico 1 - Gráfico de Pareto referente à reforma de pneu de automóvel



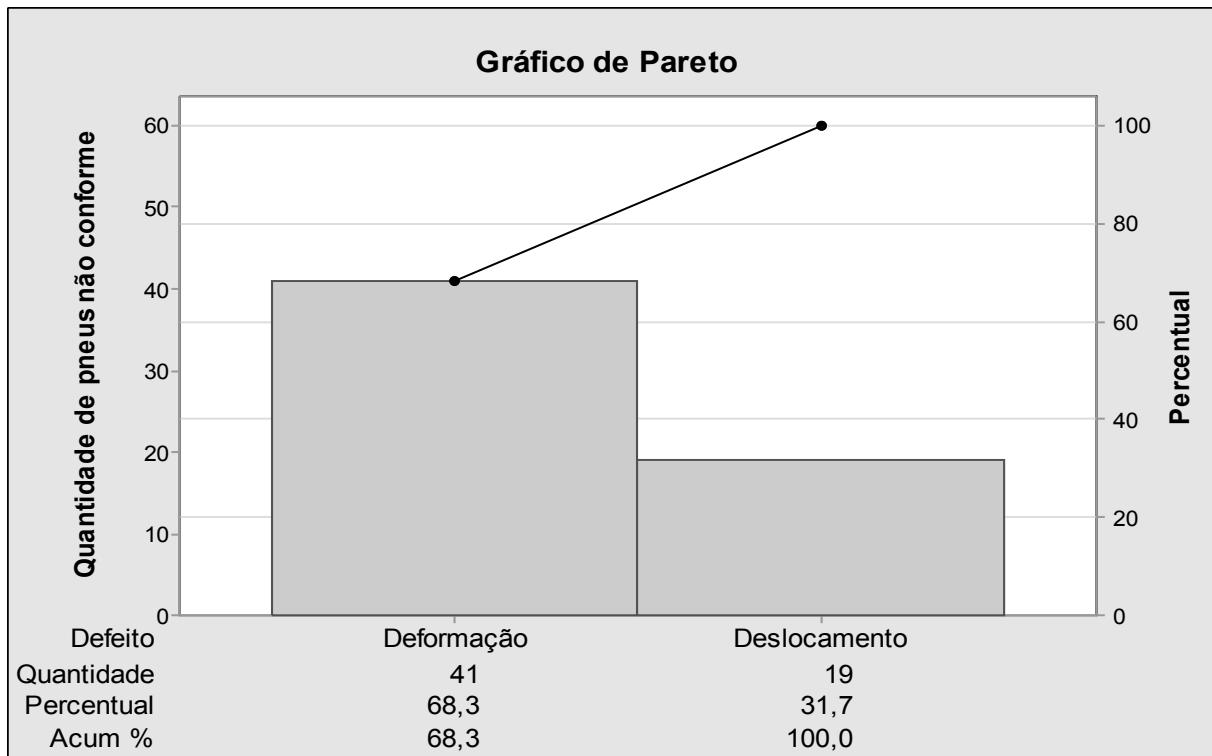
Fonte: Próprio autor (2015).

Gráfico 2 - Gráfico de Pareto referente à reforma de pneu de motocicleta



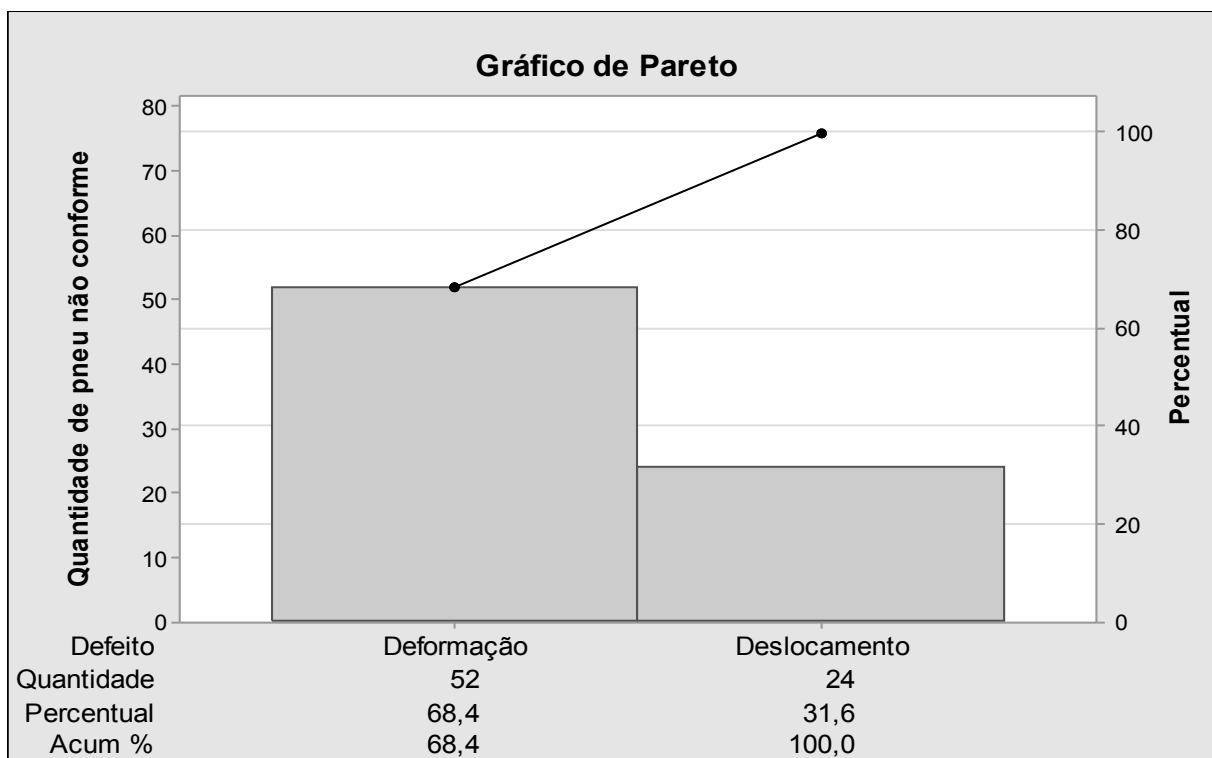
Fonte: Próprio autor (2015).

Gráfico 3 - Gráfico de Pareto referente a defeitos da vulcanização na reforma de pneu de automóvel



Fonte: Próprio autor (2015).

Gráfico 4 - Gráfico de Pareto referente a defeitos da vulcanização na reforma de pneu de motocicleta



Fonte: Próprio autor (2015).

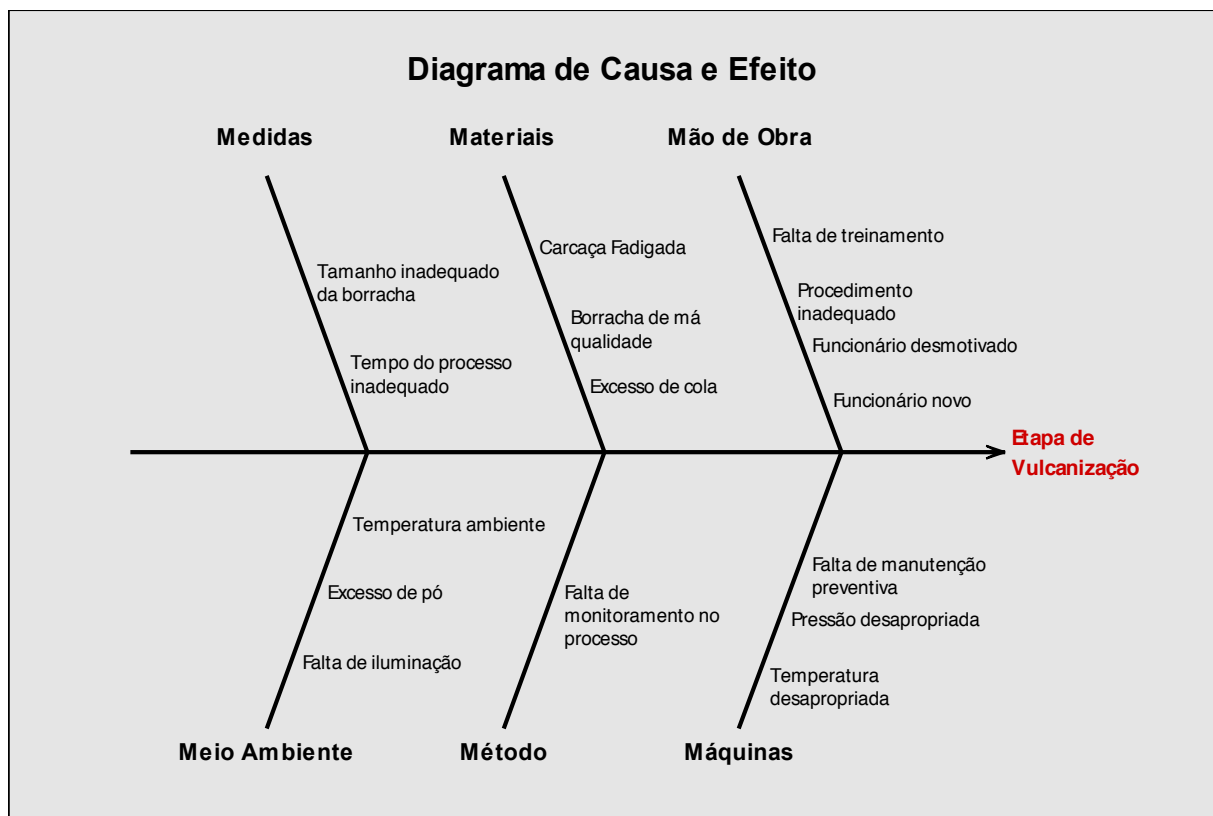
Após confirmar que a vulcanização é a etapa a ser explorada neste estudo, por oferecer maior oportunidade de melhorias, foi realizado a estratificação dos defeitos ocasionados por ela durante o processo de reforma de pneus, com o objetivo de auxiliar na construção e interpretação das próximas ferramentas, bem como para que se obtenha um resultado mais preciso.

Ao analisar o GRAF. 3 e 4 verificou-se que os defeitos da vulcanização foram distribuídos em deformação e deslocamento da carcaça. Em ambos os gráficos, a deformação se destacou como o principal defeito causado pela etapa de vulcanização, com aproximadamente 68% de não conformidade.

#### 5.3.4 Diagrama de Causa e Efeito

Para a construção do diagrama de causa e efeito foi realizado um brainstorming com a equipe da empresa X com a finalidade de obter o maior número de informações (causas) sobre a etapa de vulcanização (efeito).

Figura 9 - Diagrama de causa e efeito da etapa de vulcanização



Fonte: Próprio autor (2015).

Com essa ferramenta foi possível identificar as possíveis causas para a não

conformidade do pneu na etapa de vulcanização, através da técnica dos “seis M” (medidas, materiais, mão de obra, meio ambiente, métodos e máquinas) obteve-se maior compreensão da etapa de vulcanização e dos possíveis fatores que contribuíram para a não conformidade ocorrida no pneu.

### 5.3.5 Matriz de Causa e Efeito

Com o objetivo de auxiliar a priorização das possíveis causas relatadas no diagrama de causa e efeito e avaliar preliminarmente o que afeta ou não o processo, foi realizado a matriz de causa e efeito conforme (TAB. 5).

Tabela 5 - Matriz de causa e efeito das variáveis X's

Matriz de Causa e Efeito									
10 - 9 - 8: Forte Correlação		7 - 6 - 5 - 4: Média Correlação					3 - 2 - 1: Baixa Correlação		
X's do Processo		Partic. 1	Partic. 2	Partic. 3	Partic. 4	Partic. 5	Total	Esforço da Variável de Entrada	Impacto da Variável de Entrada
X <sub>1</sub>	Falta de treinamento	9	8	7	7	8	39	Baixo	Alto
X <sub>2</sub>	Procedimento inadequado	9	9	8	9	8	43	Baixo	Alto
X <sub>3</sub>	Funcionário desmotivado	4	3	3	5	6	21	Baixo	Baixo
X <sub>4</sub>	Funcionário novo	8	6	5	3	7	29	Baixo	Alto
X <sub>5</sub>	Carcaça Fadigada	8	7	8	10	7	40	Baixo	Alto
X <sub>6</sub>	Borracha de má qualidade	8	4	7	9	6	34	Baixo	Alto
X <sub>7</sub>	Excesso de cola	5	3	4	6	5	23	Baixo	Baixo
X <sub>8</sub>	Temperatura desapropriada	8	8	8	7	7	38	Alto	Alto
X <sub>9</sub>	Pressão desapropriada	8	8	9	7	7	39	Alto	Alto
X <sub>10</sub>	Falta de manutenção preventiva	8	5	8	7	8	36	Alto	Alto
X <sub>11</sub>	Falta de iluminação	5	2	3	2	4	16	Baixo	Alto
X <sub>12</sub>	Excesso de pó	5	3	2	2	4	16	Baixo	Baixo
X <sub>13</sub>	Temperatura ambiente	3	2	1	2	3	11	Alto	Baixo
X <sub>14</sub>	Tamanho inadequado da borracha	6	9	7	4	6	32	Baixo	Alto
X <sub>15</sub>	Tempo do processo inadequado	8	10	8	7	9	42	Alto	Alto
X <sub>16</sub>	Falta de monitoramento no processo	8	8	9	8	7	40	Alto	Alto

Fonte: Próprio autor (2015).

Para sua construção foi utilizado cinco participantes, que são os próprios colaboradores da empresa X de diferentes funções como, por exemplo, de operador e gerente. Cada participante deu sua nota para as entradas do processo (X's).

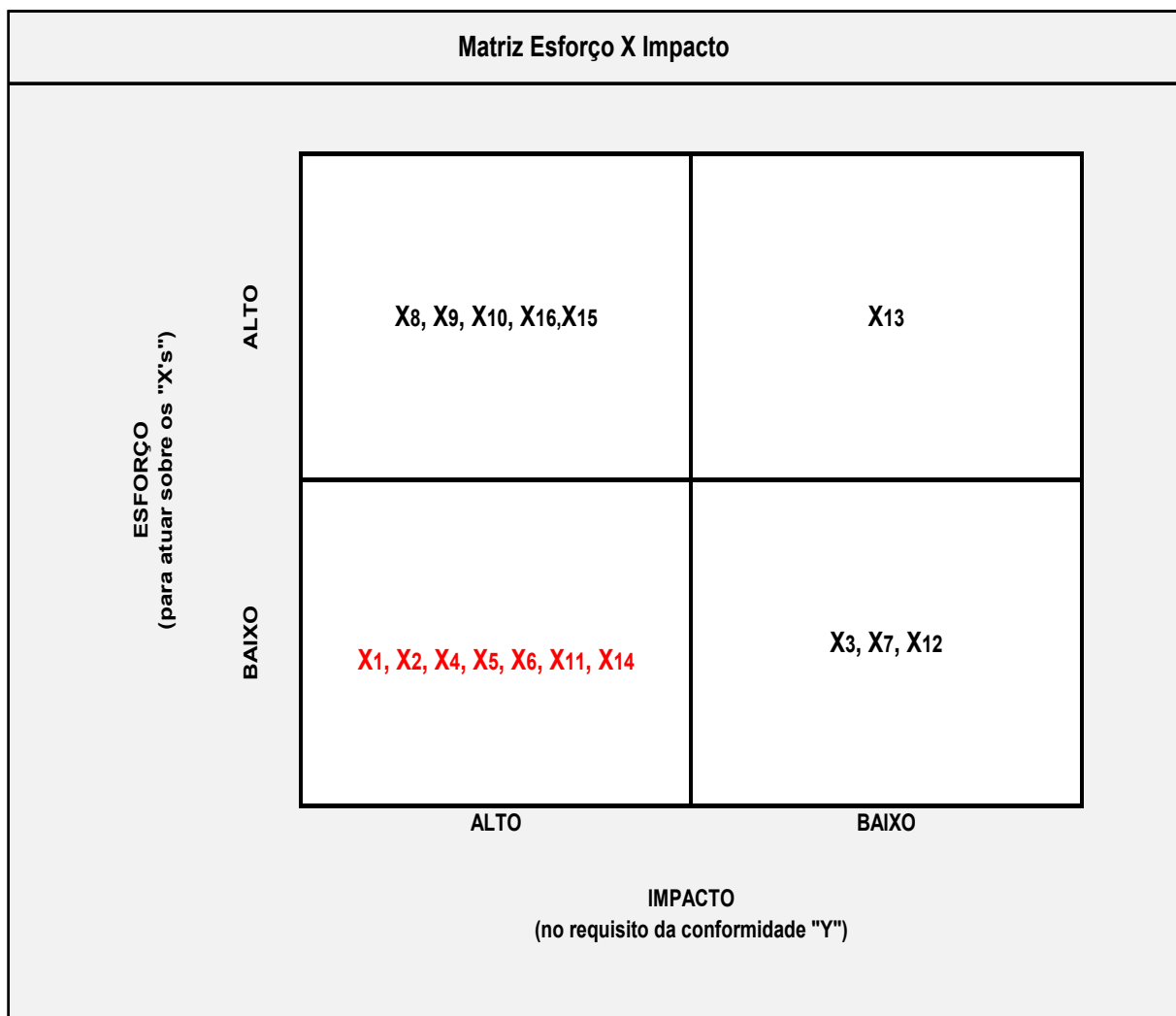
Ao analisar a matriz foi identificado que as notas das variáveis X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>5</sub>, X<sub>8</sub>, X<sub>9</sub>, X<sub>10</sub>, X<sub>15</sub> e X<sub>16</sub> correspondem a 70% do valor total distribuído para cada X, ou seja, são as prováveis variáveis com maior correlação com a não conformidade na etapa

de vulcanização.

### 5.3.6 Matriz de Esforço e Impacto

Para complementar a matriz de causa e efeito foi utilizada a matriz de esforço e impacto, para auxiliar a selecionar quais variáveis deverão ser atacadas primeiro (FIG. 10).

Figura 10 - Matriz de esforço e impacto das variáveis X's



Fonte: Próprio autor (2015).

Foi possível analisar que as variáveis X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>4</sub>, X<sub>5</sub>, X<sub>6</sub>, X<sub>11</sub>, e X<sub>14</sub> que correspondem respectivamente à falta de treinamento, procedimento inadequado, funcionário novo, carcaça fadigada, borracha de má qualidade, falta de iluminação e tamanho inadequado da borracha, devem ser atacadas primeiramente por gerarem

maior impacto e menor esforço para empresa, e as demais variáveis podem ser atacadas em seguida, privilegiando as que exercem alto impacto.

### 5.3.7 Plano de Ação (5W1H)

De acordo com a metodologia da matriz de esforço e impacto, para as variáveis de maior impacto e menor esforço, deve-se elaborar um plano de ação para solucioná-las primeiramente, conforme o (QUADRO 4).

Quadro 4 - Plano de ação 5W1H sobre as variáveis de maior impacto e menor esforço

Plano de Ação (5W1H)							
X's	Ações	O quê? (What)	Quem? (Who)	Quando? (When)	Onde? (Where)	Por quê? (Why)	Como? (How)
X1 X2 X4 X14	1	Treinamentos e reciclagem de colaboradores	Thiago/ Gerente de Produção	Imediato	Na própria empresa	Transmitir aos colaboradores sobre a importância de se trabalhar de acordo com os procedimentos adequados, a fim de garantir a qualidade do produto e a satisfação dos clientes.	Elaborando treinamentos para capacitação.
X11	2	Melhorar a iluminação	Carlos/ Setor de manutenção	Imediato	Nas etapas de inspeção, raspagem e escareação	Garantir boa execução das etapas do processo, não afetando sua qualidade por má iluminação.	Com o apoio de um profissional especializado em instalação elétrica, aumentando o número de lâmpadas e reposicionando as existentes.
X6	3	Aquisição de materiais de boa qualidade	Tânia/ Setor de compras	Imediato	No fornecedor	Garantir melhor preço e materiais de boa qualidade.	Através de pesquisas e parcerias com fornecedores
X5	4	Padronizar critérios de rejeição da carcaça	Thiago/ Gerente de Produção	Imediato	Na etapa de inspeção inicial	Garantir que somente carcaças de boa qualidade sigam para o processo de reconstrução.	Construindo um manual de inspeção com todos os critérios de aceitação e rejeição da carcaça.

Fonte: Próprio autor (2015).

A primeira ação planejada foi realizar periodicamente treinamentos e reciclagem dos colaboradores, informando-os sobre a importância de se trabalhar de acordo com os procedimentos estabelecidos, a fim de garantir a qualidade e a satisfação dos clientes.

A segunda ação foi melhorar a iluminação, aumentando o número de lâmpadas e reposicionando as existentes, principalmente nas etapas de inspeção, raspagem e escareação que necessitam de uma boa iluminação.

A terceira ação planejada foi realizar aquisição de materiais de boa qualidade, através de parcerias com fornecedores.

Por último a quarta ação planejada foi padronizar critérios de rejeição da carcaça e realizar exames mais minuciosos, onde somente pessoas treinadas para essa função possam realizar essa tarefa, para que carcaças em mau estado não sigam para o processo de reconstrução.



## 6 CONCLUSÃO

Este trabalho se propôs a aplicar as ferramentas da qualidade no processo produtivo de uma reformadora de pneus apresentando a importância de se obter uma melhor visão no processo para alcançar melhorias na produção.

Antes de adentrar na análise do estudo, a pesquisa girou em torno da qualidade, sua evolução histórica, conceitos e ferramentas.

O conceito de qualidade que se encaixa perfeitamente neste estudo é a conformidade com as especificações do processo ou produto, ou seja, uma vez estabelecido os requisitos, qualquer variação implicará queda da qualidade. Dessa forma a aplicação das ferramentas propostas auxilia na melhoria da qualidade, com a finalidade de analisar e propor soluções para as variações que interferiram no bom desempenho do processo produtivo da empresa X.

Com a utilização dessas ferramentas foi possível atingir o objetivo do estudo, identificando e analisando as não conformidades no pneu e suas etapas de ocorrência, no quais são a escareação, a raspagem e a vulcanização.

A etapa de vulcanização foi detectada como a etapa a ser priorizada neste estudo, por apresentar maior frequência de defeitos. Foram relatadas as suas possíveis causas ligadas a não conformidade no pneu onde se observou na matriz de causa e efeito que as de maiores impactos estão relacionadas à mão de obra e máquina.

Para as causas de menor esforço e maior impacto, foi elaborado um plano de ação, com o objetivo de solucionar em um primeiro momento essas variáveis a fim de alcançar resultados superiores no processo produtivo da reformadora.

Sendo assim, verifica-se que com a aplicação do plano de ação a empresa poderá controlar melhor sua produtividade minimizando ou eliminando as não conformidades do pneu, garantido um produto com qualidade durante todo o processo de produção, o que faz potencializar o seu desempenho, diminuindo refugos e retrabalhos e possibilitando uma maior competitividade para a empresa no mercado, uma vez que fornecerá produtos de melhor qualidade para seus clientes.

## REFERÊNCIAS

ALGARTE, W.; QUINTANILHA, D. **A história da qualidade e o programa brasileiro da qualidade e produtividade (PBQP)**. Rio de Janeiro: INMETRO/SENAI, 2000.

ALVAREZ, M. E. B. **Administração da qualidade e da produtividade: abordagens do processo administrativo**. São Paulo: Atlas, 2001.

ANDRADE, M. M. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

CAMPOS, V. F. **TQC: Controle da qualidade total (no estilo Japonês)**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG. 1992.

CARVALHO, M. M.; RABECHINI JR., R. **Fundamentos em gestão de projetos: construindo competências para gerenciar projetos**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2011.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, A. C. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2012.

COSTA FILHO, M. **As ferramentas de qualidade no processo produtivo com enfoque no processo enxuto**. 2011. 59 p. Monografia (Especialização em Gestão da Manutenção, Produção e Negócios) - Instituto Superior de Tecnologia - ICAP - Faculdade Pitágoras, Conselheiro Lafaiete, 2011. Conselheiro Lafaiete: ICAP, 2011. Disponível em: <[http://www.icap.com.br/biblioteca/180026010212\\_TCC\\_\\_As\\_Ferramentas\\_de\\_Qualidadeno\\_Processo\\_Produtivo\\_com\\_enfoque\\_no\\_Processo\\_Enxuto.pdf](http://www.icap.com.br/biblioteca/180026010212_TCC__As_Ferramentas_de_Qualidadeno_Processo_Produtivo_com_enfoque_no_Processo_Enxuto.pdf)> Acesso em: 12 maio 2015.

FEIGEBaum, W. V. **Controle da qualidade total**. São Paulo: Makron Books, 1994.

GARVIN, D. A. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

ISHIKAWA, K. **TQC, total qualitycontrol: estratégia e administração da qualidade**. Tradução: Mário Mishimura. São Paulo: IMC, 1986.

JURAN, J. M.; GRANA, F. M. **Controle da qualidade**. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1991.

JURAN, J. M. **A qualidade desde o projeto**: os novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

LAS CASAS, A. L. **Qualidade total em serviços**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2000.

LINS, B. F. E. Ferramentas básicas da qualidade. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 22, n. 2, p. 153-161, maio/ago. 1993. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/cienciainformacao/index.php/ciinf/article/view/1190>>. Acesso em 01 jun. 2015.

LONGO, R. M. J. Gestão da Qualidade: Evolução Histórica, Conceitos Básicos e Aplicação na Educação. *In*: SEMINÁRIO GESTÃO DA QUALIDADE NA EDUCAÇÃO: EM BUSCA DA EXCELENCIA, Brasília. **Anais eletrônicos...** Brasília: IPEA, 1996. Disponível em: <[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1722/1/td\\_0397.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1722/1/td_0397.pdf)> Acesso em: 05 mar. 2015.

MAICZUK, J.; ANDRADE JÚNIOR, P. P. Aplicação de ferramentas de melhoria de qualidade e produtividade nos processos produtivos: um estudo de caso. **Qualitas Revista Eletrônica**, s.l.: 2013. v. 14, n. 1, p.1-14, 2013. Disponível em: <<http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/view/1599/924>> Acesso em: 12 abr. 2015.

OLIVEIRA, O. J. et al. (Org.). **Gestão da qualidade**: tópicos avançados. São Paulo: Cengage Learning, 2004.

OLIVEIRA, S. T. **Ferramentas para o aprimoramento da qualidade**. 2ª ed. São Paulo: Pioneira, 1996.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção**: operações industriais e de serviços. Curitiba: Unicenp, 2007.

**REVISTA PNEWS**. São Paulo: ABR, n. 77, jul./ago./set. 2012.

ROTONDARO, R. G. (Coord.). **Seis sigma**: estratégia comercial para a melhoria de processos, produtos e serviços. São Paulo: Atlas, 2010.

SANTOS, D. S.; CECCATO, M. S.; MICHELON, M. H. **Eficiência da ferramenta 8D**

**aplicada em uma industria do setor metal-mecânico:** estudo de caso. 2011. 78 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção) - FAE Centro Universitário, Curitiba, 2011. Curitiba: FAE, 2011.

SCHAOLTES, P. R. **Times da qualidade:** como usar equipes para melhorar a qualidade. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Praticando qualidade.** Belo Horizonte: SEBRAE, 1994.

SETA. Desenvolvimento Gerencial. **Seis sigma:** ferramentas e estatística básica para melhoria dos processos: incluindo dicas para usar minitab 16. Campinas: *s.n.*, 2013.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos.** Belo Horizonte: Werkema Editora, 2006.