

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Centro de Tecnologia**  
**Departamento de Informática**  
**Curso de Engenharia de Produção**

**Controle de Qualidade dos Sugadores Odontológicos:  
Um Estudo de Caso Utilizando o Ciclo PDCA**

*ALEXANDRE TOSHIYUKI MIYAMOTO*

**TCC-EP-05-2006**

Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Informática  
Curso de Engenharia de Produção

**Controle de Qualidade dos Sugadores Odontológicos:  
Um Estudo de Caso Utilizando o Ciclo PDCA**

*ALEXANDRE TOSHIYUKI MIYAMOTO*

**TCC-EP-05-2006**

Trabalho de Graduação apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.  
Orientador (a): *Prof.: Ms. Carlos Antônio Pizo*

**Alexandre Toshiyuki Miyamoto**

**Controle de Qualidade dos Sugadores Odontológicos: Um estudo  
de Caso Utilizando o Ciclo PDCA**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

---

Orientador (a): Prof<sup>(a)</sup>. Ms. Carlos Antônio Pizo  
Departamento de Informática, CTC

---

Prof<sup>(a)</sup>. Maria de Lourdes Santiago Luz  
Departamento de Informática, CTC

## DEDICATÓRIA

A Deus, que me criou e pela oportunidade que me deste de efetivar mais um dos meus sonhos. Dedico também a minha Família, ao meu pai Teruaki Miyamoto e a minha mãe Ayako Naito Miyamoto, aos meus irmãos Cláudio, Rosa, Aparecida e Erica (*in memoriam*), fonte de inspiração para a conclusão deste curso.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a esse Deus maravilhoso por me dar essa oportunidade única de estar concluindo mais uma etapa da minha vida e por também estar sempre iluminando meus caminhos aonde quer que eu vá.

A meus pais, Teruaki Miyamoto e Ayako Naito Miyamoto, que desde o início da minha vida escolar, não mediram esforços para que esse momento se concretizar-se, que durante os cinco anos que estive na Universidade, estiveram presentes, com muita paciência, sempre apoiando com muito amor, incentivando e compartilhando os momentos de tristeza e alegrias.

Aos meus irmãos Cláudio Miyamoto, Rosa Inagaki, Aparecida Okura e Erica Yonekura (*in memorian*), a meus avós paternos Toku Miyamoto e Akiyoshi Miyamoto (*in memorian*), a meus avós maternos Kyo Naito (*in memorian*) e Masaji Naito (*in memorian*) e a todos os Tios, Tias, Primos, Primas, Cunhados, Cunhada e Sobrinhos que sempre me apoiaram mesmo distante, em todo momento e desta etapa de crescimento e aprendizado da minha vida.

Agradeço muito, as minhas amigas irmãs, Eloiza Mazato e Erica Mazato, companheiras de república, e ao amigo Victor Baiaroski, que compartilharam comigo os meus momentos felizes e me apoiaram muito nos momentos mais difíceis que passei, não mediram esforços em me ajudar, não deixaram que desistisse, pelo contrário me ajudaram a encontrar força e segurança para chegar até aqui.

Agradeço a Renata Proença minha irmãzinha, que foi umas das primeiras pessoas que eu conheci quando vim morar aqui Maringá em 1998, até então sempre esteve perto de mim, me ajudando e me dando muitos conselhos a todo o momento. Agradeço ainda a Aliny Martins, Simone Castilo, Simone Rodrigues (*in memorian*), Célio, Sibebe, ao meu primo Massao Miyamoto e a todos os meus amigos de Assis Chateaubriand-Pr e de Maringá-Pr que sempre estiveram ao meu lado em algum momento, dando força para que atingisse meus objetivos.

A todos os meus amigos de Turma, Paulo Eduardo, João Paulo Soriano, André Bordignon, Fábio D'urso, Ricardo Borges, Língüinha, Paulista, Kátia Lauxen, Viviani Berdusco, Marcão, Anderson, Lesley e, em especial Anita Gesualdi, que colaborou comigo nesses cinco anos de Universitário, tendo muita paciência em me agüentar, ajudando nos estudos desde o primeiro dia de aula até neste presente momento. E que também esteve presente nos momentos de tristeza e alegria que passei nesses últimos anos.

Ao Professor-Orientador, Carlos Antônio Pizo, que se esforçou para me orientar com muita dedicação para o desenvolvimento deste trabalho, dando muitos conselhos para a construção do mesmo.

E finalmente a Universidades Estadual de Maringá e a todos os Professores e Funcionários que trabalharam muito, sem eles eu não estaria aqui.

## RESUMO

Hoje em dia sabe-se que os clientes buscam, cada vez mais, produtos com qualidade e preço baixo. Dessa forma, as indústrias precisam controlar a qualidade de seus produtos de forma efetiva para atender às necessidades dos consumidores. Assim, com a realização desse trabalho pretende-se reduzir os índices de perda geradas no processo de fabricação e retrabalho, através da implementação do Ciclo PDCA para melhoria. Para isso, primeiramente estudou-se detalhadamente o Método do Ciclo PDCA e as Ferramentas da Qualidade. Em seguida, iniciou-se um trabalho de levantamento sobre os processos e sobre o funcionamento da empresa – onde o estudo de caso foi realizado – a fim de detectar quais ferramentas eram mais adequadas a cada etapa do Ciclo PDCA, levando-se em consideração as necessidades e limitações da referida empresa. O próximo passo foi detectar quais eram os defeitos mais significativos e quais eram as possíveis causas desses defeitos. A partir daí, um plano de ação para bloquear as causas desses defeitos foi elaborado e, um trabalho de divulgação desse plano realizado, permitindo o início de uma cultura pela qualidade. Em seguida, novos dados foram coletados para que uma avaliação das ações implementada fosse realizada. A partir das comparações entre os resultados obtidos antes e depois das mudanças no processo, às atividades implementadas foram avaliadas e aquelas que apresentaram resultados favoráveis foram adicionadas ao procedimento operacional padrão da empresa.

**Palavras-chave:** [Ciclo PDCA, Plano de Ação, Ferramenta da Qualidade, POP].

## SUMÁRIO

<b>DEDICATÓRIA</b> .....	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMENTO</b> .....	<b>v</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>vii</b>
<b>LISTA DE LUSTRAÇÕES</b> .....	<b>x</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>xi</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....	<b>xii</b>
<b>LISTA DE SIMBOLOS</b> .....	<b>xiii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>01</b>
1.1 OBJETIVO .....	01
1.1.1 <i>Objetivo Geral</i> .....	01
1.1.2 <i>Objetivo Específico</i> .....	02
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	03
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>04</b>
2.1 HISTÓRICO DA QUALIDADE .....	04
2.2 CONCEITO DE QUALIDADE .....	06
2.3 CONCEITO DE PRODUTIVIDADE .....	08
2.4 OS DEZ PRINCÍPIOS DA QUALIDADE TOTAL.....	10
2.4.1 <i>Princípio 01: Planejamento da Qualidade</i> .....	10
2.4.2 <i>Princípio 02: Total Satisfação do Cliente</i> .....	11
2.4.3 <i>Princípio 03: Gestão Participativa</i> .....	11
2.4.4 <i>Princípio 04: Desenvolvimento dos Recursos Humanos</i> .....	12
2.4.5 <i>Princípio 05: Constância de Propósito</i> .....	12
2.4.6 <i>Princípio 06: Gestão Participativa</i> .....	13
2.4.7 <i>Princípio 07: Gerenciamento de Processos</i> .....	13
2.4.8 <i>Princípio 08: Disseminação das Informações</i> .....	14
2.4.9 <i>Princípio 09: Garantia da Qualidade</i> .....	14
2.4.10 <i>Princípio 10: Desempenho Zero Defeitos</i> .....	15
2.5 CICLO PDCA .....	16
2.5.1 <i>O Ciclo PDCA Para Manter</i> .....	18
2.5.2 <i>O Ciclo PDCA Para Melhorar</i> .....	19
2.6 AS SETE FERRAMENTAS BÁSICAS DA QUALIDADE .....	21
2.6.1 <i>Estratificação</i> .....	24
2.6.2 <i>Folha de Verificação</i> .....	26
2.6.3 <i>Gráfico de Pareto</i> .....	27
2.6.4 <i>Diagrama de Causa e Efeito</i> .....	30
2.6.5 <i>Histograma</i> .....	32
2.6.6 <i>Diagrama de Dispersão</i> .....	35
2.6.7 <i>Gráfico de Controle</i> .....	38
2.7 <b>BRAINSTORMING</b> .....	40
2.7.1 <i>O Brainstorming é realizado em 3 etapas</i> .....	44
2.7.2 <i>O Brainstorming tem regras que devem ser respeitadas</i> .....	45
2.7.3 <i>Tipos de Brainstorming</i> .....	46
2.8 PLANO DE AÇÃO 5W1H.....	47
3.8.1 <i>As seis perguntas: 5W1H</i> .....	48
<b>3 ESTUDO DE CASO</b> .....	<b>49</b>
3.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA .....	49
3.1.1 <i>Mix de Produção</i> .....	50
3.2 SETORES DA EMPRESA.....	50

3.3	ANÁLISE DE PRODUÇÃO .....	51
3.3.1	<i>Processo de Produção dos Sugadores Odontológicos Descartáveis</i> .....	51
3.3.2	<i>Processo de Produção das Máscaras Cirúrgicas Descartáveis</i> .....	52
3.3.3	<i>Processo de Produção das Toucas Sanfonadas Descartáveis</i> .....	54
3.4	COLETA DE DADOS .....	55
3.5	SELEÇÃO DOS PRODUTOS ABORDADOS NO TRABALHO .....	57
3.6	APLICAÇÃO DA ETAPA DO PLANEJAMENTO (P) DO CICLO PDCA.....	57
3.6.1	<i>Fase de Identificação do Problema</i> .....	57
3.6.2	<i>Fase de Observação</i> .....	58
3.6.3	<i>Fase de Análise</i> .....	59
3.6.4	<i>Fase de Elaboração do Plano</i> .....	61
3.7	APLICAÇÃO DA ETAPA DE EXECUÇÃO (D) DO CICLO PDCA .....	62
3.8	PREPARAÇÃO PARA A ETAPA DE VERIFICAÇÃO (C) E DE ATUAÇÃO (A).....	64
3.9	APLICAÇÃO DA ETAPA DE VERIFICAÇÃO (C) DO CICLO PDCA .....	64
3.10	AVALIAÇÃO DA EFETIVIDADE DO BLOQUEIO DAS CAUSAS DOS PROBLEMAS .....	65
3.11	APLICAÇÃO DA ETAPA DE ATUAÇÃO (A) .....	65
3.11.1	<i>Fase de Padronização</i> .....	65
3.11.2	<i>Fase de Conclusão</i> .....	65
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>66</b>
4.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	66
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>68</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### FIGURAS:

FIGURA 2.1: PDCA - MÉTODO DE CONTROLE DE PROCESSO, (CAMPOS, 1996) .....	16
FIGURA 2.2: DETALHAMENTO DO PDCA PARA MANTER RESULTADOS, (CAMPOS, 1996).....	19
FIGURA 2.3: DETALHAMENTO DO PDCA PARA MELHORIA, (CAMPOS, 1996) .....	21
FIGURA 2.4: INTEGRAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE COM OS CICLOS PDCA PARA MANTER E MELHORAR RESULTADOS, (WERKEMA, 1995) .....	25
FIGURA 2.5: DIAGRAMA DE PARETO ANTES E DEPOIS DA AÇÃO CORRETIVA, (WERKEMA, 1995). .....	31
FIGURA 2.6: ESTRUTURA DO DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO, (WERKEMA, 1995). .....	33
FIGURA 3.1: FLUXOGRAMA DA PRODUÇÃO DO SUGADOR ODONTOLÓGICO .....	52
FIGURA 3.2: FLUXOGRAMA DA PRODUÇÃO DAS MÁSCARAS CIRÚRGICAS DESCARTÁVEIS .....	54
FIGURA 3.3: FLUXOGRAMA DA PRODUÇÃO DAS TOUCAS SANFONADAS DESCARTÁVEIS .....	55
FIGURA 3.4: FATURAMENTO MÉDIO MENSAL.....	57
FIGURA 3.5: TOTAL DE DEFEITOS DO PRODUTO SELECIONADO .....	59
FIGURA 3.6: DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO PARA OS DEFEITOS NO SUGADOR ODONTOLÓGICO. ....	60
FIGURA 3.7: DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO PARA OS DEFEITOS NO SUGADOR QUEIMADO.....	60
FIGURA 3.8: DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO PARA OS DEFEITOS NO TAMANHO .....	61
FIGURA 3.9: DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO PARA OS DEFEITOS NO BIQUINHO .....	61

### QUADROS:

QUADRO 2.1: DEFINIÇÕES SOBRE O CONCEITO DE QUALIDADE, (PAIN, NEHMY E GUIMARÃES, 2006). 08	
QUADRO 2.2: UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA MANTER , (AGUIAR, 2002).....	20
QUADRO 2.3: UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA MELHORAR, (AGUIAR, 2002).....	23
QUADRO 2.4: TIPOS DE FOLHAS DE VERIFICAÇÃO, (WERKEMA, 1995) .....	26
QUADRO 2.5: ETAPAS PARA A CONSTRUÇÃO DE UM GRÁFICO DE PARETO, (WERKEMA, 1995).....	30
QUADRO 2.6: PASSOS PARA CONSTRUIR UM DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO, (WERKEMA, 1995).....	34
QUADRO 2.7: PASSOS PARA CONSTRUÇÃO DE UM HISTOGRAMA, (WERKEMA, 1995).....	35
QUADRO 2.8: PASSOS PARA CONSTRUÇÃO DE UM DIAGRAMA DE DISPERSÃO, (WERKEMA, 1995).....	38
QUADRO 2.9: FÓRMULAS DOS TIPOS DE GRÁFICOS DE CONTROLE DE ATRIBUTOS, (GALUCH, 2002).....	40
QUADRO 2.10: FÓRMULAS DOS TIPOS DE GRÁFICOS DE CONTROLE PARA VARIÁVEIS, (GALUCH, 2002) ..	42
QUADRO 2.11: ETAPAS PARA CONSTRUÇÃO DE UM GRÁFICO DE CONTROLE, (WERKEMA, 1995) .....	43
QUADRO 3.1: PLANO DE AÇÃO PARA O BLOQUEIO DAS CAUSAS DO DEFEITO DOS CANINHOS QUEIMADOS	62
QUADRO 3.2: PLANO DE AÇÃO PARA O BLOQUEIO DAS CAUSAS DO DEFEITO DOS TAMANHOS DOS CANINHOS.....	63
QUADRO 3.3: PLANO DE AÇÃO PARA O BLOQUEIO DAS CAUSAS DO DEFEITO DOS BIQUINHOS RACHADOS.	63

## LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1: GUIA PARA A DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE INTERVALOS (K) (ISHIKAWA, 1982) .....	36
TABELA 3.1: FATURAMENTO MÉDIO MENSAL DE TODOS OS PRODUTOS.....	57
TABELA 3.2: DEFEITOS APRESENTADOS POR LOTE DE 1000 UNIDADES .....	58
TABELA 3.3: COMPARATIVOS DAS QUANTIDADES DE DEFEITOS ANTES E DEPS DA IMPLEMENTAÇÃO DAS ATIVIDADES DE BLOQUEIO PARA O SUGADOR ODONTOLÓGICO .....	64

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação brasileira de Normas Técnicas
CEP	Controle Estatístico de Processo
DVA	Demonstrativo do Valor Adicionado
LIC	Limite Inferior de Controle
LSC	Limite Superior de Controle
PDCA	<i>Plan, Do, Check e Action</i>
POP	Procedimento Operacional Padrão
SDCA	<i>Standard, Do, Check e Action</i>
TQC	Controle de Qualidade Total

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\bar{p}$	Média da proporção de defeitos
$\overline{np}$	Média do número total de defeitos
$\bar{c}$	Média dos números de defeitos na amostra
$\bar{u}$	Média dos defeitos por unidade
$\bar{X}$	Média
$\overline{\overline{X}}$	Média das médias
$\overline{\tilde{X}}$	Mediana
$\overline{\overline{\tilde{X}}}$	Média das medianas
$R$	Amplitude
$s$	Desvio Padrão
$\Sigma$	Somatória
$\sqrt{\quad}$	Raiz Quadrada
$\pm$	Mais ou menos
$A_2$	Fatores para os limites de controle
$A_3$	Fatores para os limites de controle
$B_3$	Fatores para os limites de controle
$B_4$	Fatores para os limites de controle
$D_3$	Fatores para os limites de controle
$D_4$	Fatores para os limites de controle

# 1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo são apresentadas as justificativas pela escolha do tema, a importância do trabalho, os objetivos, bem como as limitações e a estrutura do mesmo.

Através do estágio curricular, o qual realizei numa empresa de produtos médicos e odontológicos, tive a oportunidade de participar do cotidiano de uma indústria e de partilhar de seus problemas e necessidades. Tal indústria, a XYZW, localiza-se em Maringá-Pr e, apesar do grande volume de produção mensal, os altos índices de perda na produção e o grande número de produtos com defeitos, retrabalho, era uma preocupação crescente do proprietário.

Aliado a essa necessidade que a empresa enfrentava, estava o meu desejo de aplicar os conhecimentos adquiridos na Universidade relativos à engenharia da qualidade, visto que, no meu estágio curricular, minha atuação foi voltada à área de controle de qualidade e planejamento e controle de produção. Dessa forma, a necessidade de melhoria nos processos de fabricação por parte da empresa e o meu desejo de vivenciar uma implantação na área de qualidade foram os fatores que levaram a realização desse trabalho. Sendo que foi implantado o Ciclo PDCA de melhoria em todos os setores do chão-de-fábrica da indústria.

Toda indústria para manter-se competitiva no mercado precisa satisfazer seus clientes internos e externos. Acredita-se que isso só é possível através de melhorias no processo de fabricação, da construção de uma cultura interna voltada para a qualidade e da capacitação profissional. Com base nessas premissas, observou-se que a empresa não estava oferecendo qualidade aos clientes internos e externos, pois o processo de fabricação de pouco controle de qualidade. Além disso, pouco se investia em treinamento e participação dos funcionários da empresa.

## 1.1 Objetivo

### 1.1.1 Objetivo Geral

Mensurar as perdas geradas no processo atual de fabricação de produtos odontológicos nas fábricas estudadas, identificando os pontos críticos do processo de fabricação, suas causas e a

valorização de seus efeitos sobre o custo final do produto, utilizando as ferramentas do controle estatístico do processo e de controle de qualidade.

### **1.1.2 Objetivo Específico**

Os objetivos específicos desse trabalho foram, conhecer os processos e o funcionamento da indústria onde o estudo de caso foi aplicado. Identificando quais eram os principais defeitos dos produtos, bem como suas causas. Visando quais as alternativas viáveis, ou seja, que necessitassem de poucos recursos, para bloquear essas causas. Incentivando a participação e a utilização, por parte dos funcionários, de ferramentas e técnicas capazes de elevar o nível de qualidade dos produtos e serviços fornecidos. Encorajar e capacitar os funcionários para uma mudança cultural que favorecesse a melhoria contínua dos produtos e da empresa como um todo. Criando vantagens competitivas através da satisfação dos clientes internos e externos à organização.

O trabalho abordou apenas um único produto, por isso a metodologia foi bem específica. Para restringir quais produtos seriam abordados a fonte utilizada foi um levantamento do faturamento dos produtos vendidos. Além disso, o trabalho não abordou as melhorias obtidas no processo em termos monetários, apenas em termos quantitativos, visto que a indústria não tem uma política madura de apuração de custos fabris e, devido ao curto espaço de tempo disponível para a conclusão do estudo foi inviável proceder com tal apuração.

As principais dificuldades encontradas durante a implementação do estudo de caso foram:

- O responsável pelo setor de qualidade praticamente não tinha informações históricas sobre a ocorrência de defeitos no processo;
- A empresa não adotava nenhuma metodologia para controle de qualidade dos produtos produzidos (CEP, PDCA, 5S);
- Resistência por parte de alguns funcionários quanto à aceitação das alterações nas metodologias do trabalho;

## 1.2 Estrutura do Trabalho

Inicialmente no Capítulo 2 é realizada uma revisão bibliográfica a fim de fundamentar o estudo de caso desenvolvido. Neste Capítulo dão detalhadas cada um das etapas dos Métodos do Ciclo PDCA tanto para manter ou para melhoria, as Sete Ferramentas Básicas da Qualidade, o Pano de Ação 5W1H, e a utilização dessas ferramentas em conjunto com o Ciclo PDCA.

No Capítulo 3, é realizada uma breve descrição da empresa onde o estudo de caso foi realizado, bem como os principais processos desenvolvidos por ela. Além disso são detalhadas as implementação das etapas de Planejamento (*PLAN*), Execução (*DO*), Verificação (*CHECK*) e Atuação (*ACTION*) do Ciclo PDCA. Neste capítulo ainda são apresentados quais foram os problemas mais relevantes do processo, quais as possíveis causas desses problemas e quais ações foram implementadas para bloquear as causas dos defeitos selecionados. Além disso, são apresentados os resultados obtidos com as ações implementadas para bloquear as causas desses defeitos, bem como um comparativo entre os resultados antes e depois da incorporação das mudanças propostas ao processo.

Finalmente, no Capítulo 4 são realizadas algumas considerações finais sobre a metodologia adotada e sobre os resultados obtidos. Além disso, são sugeridas algumas implementações de trabalhos futuros que podem auxiliar a empresa na busca pela melhoria contínua.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo é apresentado resumidamente um breve histórico da evolução do conceito de qualidade. E uma apresentação detalhada do ciclo PDCA, com o objetivo de mensurar a integração das ferramentas da qualidade ao ciclo PDCA para melhor compreensão do estudo de caso.

### 2.1 Histórico da Qualidade

Paladini, (1995) conceito de qualidade, desenvolveu-se de forma dinâmica e abrangente ao longo do tempo. O autor apresenta os aspectos históricos e também as tendências, que demonstram estar o consumidor cada vez mais exigente e informado, obrigando as empresas a adaptarem-se a essas novas exigências. O que implica investimentos que causarão impacto sobre os custos. Ele ainda apresenta uma divisão da história da evolução da qualidade em seis pontos, os quais são tratados de forma breve, a seguir:

Na Antiguidade verifica-se o rigor com que os egípcios e os romanos construíram suas pirâmides e palácios, denotando claramente a existência de controle de qualidade, principalmente no que tange a inspeção dos materiais e dos produtos acabados;

Na Idade Média surgem as primeiras associações de artesãos e também pequenas empresas, onde as preocupações com a qualidade e as condições gerais de trabalho começam a aparecer;

No Início da Industrialização em Massa (1900-1930) aumentam a formação de organizações e a necessidade de desenvolvimento tecnológico. Para se manter o padrão fixado pelo empresariado, são utilizados inspetores (ou supervisores) de produção, que funcionam como avaliadores. Paladini (1995) mostra que nessa época surge o *Journal of the American Statistical Society*, veículo de divulgação do tema e que existe até hoje. Durante esse período, toda a ênfase no controle de qualidade era dirigida a verificar os procedimentos de avaliação da qualidade dos produtos e serviços. O processo era apresentado como fonte de um produto adequado às exigências;

Nas Décadas de 30 e 40 (1930-1950) aparecem os dados estatísticos nos processos produtivos, popularizando os gráficos e os conceitos de qualidade por amostragem. Surgem nos Estados Unidos processos de regulamentação de diversos produtos, ressaltam-se aqueles

vinculados à higiene, saúde e segurança. As bases adotadas nos anos 40 foram fixadas como controle estatístico da qualidade. Durante a segunda guerra mundial, em face da utilização de mão-de-obra não qualificada ou sub-qualificada, sobretudo nas indústrias de armamentos, fez surgir de forma efetiva, novas técnicas de inspeção e controle da qualidade;

Nos anos 50 (1950-1960) nessa década o conceito de qualidade aparece no Japão, acompanhando a recuperação do país destruído na segunda guerra mundial. Isto acontece a partir dos trabalhos de Deming e Juran, datados de 1955, e também as técnicas de controle dos processos produtivos introduzidas por Ishikawa. Nessa década, os produtos japoneses atingem excelente conceito no mercado, demonstrando claramente o quanto é relevante à qualidade e como ela pode contribuir se associada à determinação de um povo para seu desenvolvimento.

Ghinato (apud Arantes, 2003) destaca a década de 60 como sendo a do alvorecer da estruturação dos programas de zero defeito, com o surgimento do sistema à prova de falhas, proposto por Shingo (*baka-yoke*) e, por fim, o (*poka-yoke*), um recurso que mostra como se produz com máximo desempenho.

Nos anos 70 são mantidas as mesmas características da década anterior, com a expansão dos conceitos e de novas técnicas e estratégias, sobretudo a introdução da abordagem participativa da qualidade, a partir das experiências das empresas japonesas.

A partir da década de 80, populariza-se o conceito de qualidade (envolvendo o ser humano completamente na busca pela qualidade). A informática participa com vários *softwares* especificamente desenvolvidos e aplicados ao controle da qualidade.

Hoje, além de todos esses tópicos, aparecem as leis de defesa e proteção do consumidor, focando na qualidade para satisfação do cliente e da sociedade.

Para entender melhor, é necessário ver os conceitos de qualidade emitidos por estudiosos do assunto. Conhece-se a qualidade há milênios. No entanto só recentemente é que ela surgiu como função de gerência formal. A disciplina ainda está em formação, em sua forma original, era relativamente e voltada para inspeção. Hoje as atividades relacionadas com a qualidade se aplicaram e são consideradas essenciais para o sucesso estratégico. Antes um reino exclusivo dos departamentos de produção e operações, a qualidade hoje abarca áreas diversificadas

como compras, engenharia e pesquisa de marketing, recebendo a atenção de diretores executivos (GARVIN, 2002).

Paralelamente a esta evolução do conceito de qualidade, surgiu a visão de que o mesmo era fundamental no posicionamento estratégico da empresa perante o mercado. Pouco tempo depois percebeu-se que este posicionamento estratégico enfatizando a qualidade não era suficiente para seu sucesso, pois a satisfação do cliente foi estendida para outras entidades envolvidas com as atividades da empresa (GARVIN, 2002).

Segundo Campos (1992), a qualidade refere-se a um conjunto de princípios e representa uma filosofia de trabalho. A noção de qualidade depende da percepção de cada indivíduo ou empresa, de forma que muitos conceitos são atribuídos à qualidade.

## **2.2 Conceito de Qualidade**

O conceito de qualidade foi primeiramente associado à definição de conformidade às especificações. Posteriormente o conceito evoluiu para a visão de Satisfação do Cliente. Obviamente a satisfação do cliente não é resultado apenas e tão somente do grau de conformidade com as especificações técnicas, mas também de fatores como prazo e pontualidade de entrega, condições de pagamento, atendimento pré e pós-venda, flexibilidade, etc (CAMPOS, 2004).

Paralelamente a esta evolução do conceito de qualidade, surgiu à visão de que o mesmo era fundamental no posicionamento estratégico da empresa perante o mercado. Pouco tempo depois percebeu-se que o planejamento estratégico da empresa enfatizando a qualidade não era suficiente para seu sucesso. O conceito de satisfação do cliente foi então estendido para outras entidades envolvidas com as atividades da Empresa. A análise do tema qualidade esbarra inicialmente na dificuldade de se conceituar o termo qualidade. A verificação, por exemplo, das definições que se seguem permite concluir pela superficialidade com que o conceito é tratado (PALADINI, 2000).

Campos (2004) sintetiza o conceito de qualidade nos seguintes termos: “um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente”. Isso significa para o mesmo: um projeto perfeito; sem defeitos; baixo custo; segurança do cliente entrega no prazo certo, no local certo e na quantidade certa. TQC é o controle exercido por todas as pessoas

para a satisfação das necessidades de todas as pessoas. Ainda segundo Campos (2004), numa era de economia global não é mais possível garantir a sobrevivência da empresa apenas exigindo que as pessoas façam o melhor que puderem ou cobrando apenas resultados. Hoje são necessários métodos que possam ser utilizados por todos em direção aos objetivos de sobrevivência da empresa. Este é o princípio da abordagem gerencial do TQC onde o controle da qualidade total é regido pelos seguintes princípios básicos:

- Produzir e fornecer produtos e/ou serviços que atendam concretamente às necessidades do cliente.
- Garantir a sobrevivência da empresa através do lucro contínuo adquirido pelo domínio da qualidade.
- Identificar o problema mais crítico e solucioná-lo pela mais alta prioridade.
- Falar, raciocinar e decidir com dados e com base em fatos concretos.
- Gerenciar a empresa ao longo do processo e não por resultados.
- Reduzir metodicamente as dispersões através do isolamento de suas causas fundamentais.
- O cliente é o rei. Não permitir a venda de produtos defeituosos.
- Nunca permitir que o mesmo problema se repita pela mesma causa.
- Respeitar os empregados como seres humanos independentes.

Segundo Paladini (2000), faz uma análise para se chegar a um conceito:

O que se pensa sobre qualidade: a qualidade nunca muda. Decorrências: Qualidade é um conceito definitivo, imutável. Reflexos em termos de Gestão da Qualidade: Pode-se incorrer no equívoco de achar que é bobagem acompanhar tendências de mercado, ou seja, considerar que o consumidor nunca altera as suas preferências; uma vez que ele seleciona um produto de certa marca ou de uma empresa, permanecerá sempre com ele. Qualidade é um aspecto subjetivo das pessoas.

Mais adiante prossegue:

Não há como estruturar com clareza o conceito de qualidade por falta de condições de identificar, entender e classificar os muitos modos como cada consumidor a vê. Se for apenas um aspecto subjetivo de produtos e serviços, a qualidade não poderá ser mensurável. Como consequência, não poderá ser avaliada objetivamente, mas apenas em face do sentimento que alguns especialistas têm acerca do assunto.

Ainda segundo Paladini (2000), o conceito da qualidade envolve diversos elementos, com diferentes níveis de importância. O consumidor deve ser atendido considerando-se os múltiplos itens que ele considera relevantes. A empresa pode vir a se fragilizar estrategicamente se der atenção demasiada a apenas um deles ou não considerar algum outro elemento. Por outro lado, o conceito de qualidade passa por um processo evolutivo, ou seja,

sofre alterações ao longo do tempo para acompanhar as mudanças nas necessidades e preferências dos clientes. Sendo assim, o conceito de qualidade correto é aquele que envolve a multiplicidade de itens e o processo evolutivo, sempre com o foco no cliente.

De acordo com Paim, Nehmy e Guimarães (2006), a análise do tema qualidade da informação esbarra inicialmente na dificuldade de se conceituar o termo qualidade. A verificação, por exemplo, das definições apresentado no Quadro 2.1 permite concluir pela superficialidade com que o conceito é tratado.

**Quadro 2.1: Definições sobre o Conceito de Qualidade.**

<b>CROSBY</b>	<b>Qualidade significa ir de encontro às necessidades do cliente.</b>
<b>JURAN</b>	<b>Qualidade é adequação ao uso.</b>
<b>TOWNSEND</b>	<b>Qualidade é aquilo que o cliente percebe quando sente que o produto ou serviço vai de encontro às suas necessidades e corresponde às suas expectativas.</b>
<b>TEBOUL</b>	<b>Qualidade é a capacidade de satisfazer as necessidades, tanto na hora da compra quanto durante a utilização, ao menor custo possível, minimizando as perdas, e melhor do que os nossos concorrentes.</b>
<b>TAGUCHI</b>	<b>Qualidade consiste em minimizar as perdas causadas pelo produto não apenas ao cliente, mas à sociedade, a longo prazo.</b>
<b>FERREIRA</b>	<b>Qualidade é uma propriedade, atributo ou condição das pessoas, capaz de distingui-las das outras e de lhes determinar a natureza; numa escala de valores, a qualidade é uma propriedade, atributo ou condição que permite avaliar e, conseqüentemente, aprovar, aceitar ou recusar qualquer coisa.</b>
<b>SMITH</b>	<b>Qualidade indica o valor relativo de produtos e serviços, a eficiência e a eficácia de processos para gerar produtos e suprir serviços. Do ponto de vista prático, qualidade é uma arma estratégica e competitiva.</b>
<b>Norma ISO 8402 (Vocabulário da Qualidade)</b>	<b>Qualidade é a totalidade das propriedades e características de um produto ou serviço que lhe conferem habilidade para satisfazer necessidades explícitas do cliente.</b>

Fonte: Paim, Nehmy e Guimarães, 2006

### 2.3 Conceito de Produtividade

Produtividade de um evento significa produção maior com os mesmos meios e sem esforço adicional do elemento humano. O principal objetivo da produtividade é produzir com

economia e eficiência, através de metodização e racionalização dos meios e dos serviços. (CAMPOS, 2004).

Ainda segundo Campos, 2004 os mercados de quase todos os segmentos econômicos têm algumas características em comum. Entre elas podemos citar: competição acirrada, globalização de seus concorrentes e de sua cadeia de suprimentos, as margens pressionadas para baixo, os prazos de entrega cada vez menores demandados pelos clientes e a qualidade dos produtos e serviços sendo um pré-requisito fundamental para a existência da empresa - não existe espaço no mercado para empresas que não tem qualidade.

Dentro deste mercado estão situadas as nossas empresas. A forma como entendemos e reagimos às características deste mercado determina o nosso posicionamento estratégico. Ele pode ser focado na prática de baixos preços, na qualidade de nossos produtos/serviços ou em diferenciais criados pela nossa habilidade em algumas etapas dos processos produtivos. Em função da nossa capacidade em aperfeiçoar este posicionamento estratégico e estabelecer vantagens competitivas sobre nossos concorrentes, podemos prever qual será o futuro de nossas empresas: desaparecer, sobreviver, crescer ou tornar-se a líder em seu segmento de atuação.

Toda empresa tem seu processo produtivo (burocrático e físico) que obedece a uma lógica, onde são consumidos recursos e estes são transformados através dos processos produtivos em produtos/serviços.

Sendo nosso interesse aumentar o volume produzido, teremos que aumentar o consumo dos recursos necessários para sua execução. Da mesma forma, ao reduzirmos o volume de nossos produtos/serviços, reduzimos também o consumo dos respectivos recursos. Portanto, existe uma relação direta entre volume produzido e os recursos necessários para a execução deste mesmo volume.

“Aumentar a produtividade é produzir cada vez mais e/ou melhor, com cada vez menos. Pode-se, pois, representar a produtividade como um quociente entre o que a empresa produz (*OUTPUT*) e o que ela consome (*INPUT*).” (CAMPOS, 2004).

Ainda segundo Campos (2004), para aumentar a produtividade de uma organização humana, deve-ser agregar o máximo de valor, no entanto ter máxima satisfação das necessidades do cliente, tendo o menor custo. E que não basta aumentar a quantidade produzida, se é

necessário que o produto tenha valor, que atenda às necessidades do cliente. O autor diz ainda que quanto maior a produtividade de uma empresa, mais útil ela é para a sociedade, pois está atendendo às necessidades dos seus clientes a um baixo custo.

## **2.4 Os Dez Princípios da Qualidade Total**

Conte e Durski (2006), diz que independente dos programas da moda ou das normas da qualidade, os principais mestres da qualidade, entre eles William Edward Deming, Joseph Juran, Phillip Crosby, Armand Feigenbaum e Kaoru Ishikawa, desenvolveram metodologias próprias em relação à implantação de programas da qualidade nas empresas, e cada um deles criou uma relação de princípios da qualidade total. Esses possuem certa similaridade e podem ser agrupados em dez princípios:

- Planejamento da Qualidade;
- Total Satisfação dos Clientes;
- Gerência Participativa;
- Desenvolvimento dos Recursos Humanos;
- Constância de Propósitos;
- Aperfeiçoamento Contínuo;
- Gerenciamento de Processos;
- Disseminação das Informações;
- Garantia da Qualidade; e
- Desempenho Zero Defeitos.

Ainda segundo Conte e Durski (2006), com esses “Mandamentos” da qualidade devidamente implantados e os resultados medidos e avaliados constantemente, os programas da qualidade terão mais chance de obterem sucesso na empresa.

### **2.4.1 Princípio 01: Planejamento da Qualidade**

O Planejamento da Qualidade é essencial para delinear um guia da qualidade, pois prepara a empresa para alcançar as metas da qualidade. Os elementos desse planejamento são os seguintes: identificar quem são os clientes internos e externos e conhecer quais são suas

exigências, desenvolver o produto ou serviço, face a essas exigências, identificar os processos que tenham impacto sobre a qualidade, estabelecer metas da qualidade e garantir a capacidade do processo para atingir essas metas em condições normais de funcionamento.

#### **2.4.2 Princípio 02: Total Satisfação do Cliente**

O segundo princípio, enunciado como “Total Satisfação dos Clientes”, pode ser entendido como o ponto principal da gestão da qualidade. Os clientes são a razão de existir de uma organização, e o primeiro passo da qualidade é conhecer as necessidades dos clientes e como os clientes avaliam os produtos. A qualidade total visa obter um forte efeito de sinergia, em que o todo é maior do que a soma das partes e serviços que lhes são prestados. Essa avaliação deve ser transformada em indicadores concretos, de modo a permitir a mensuração do grau de satisfação dos clientes. A organização deve estabelecer um processo sistemático e regular de troca e mútuo aprendizado com seus clientes, procurando atender suas necessidades, antecipar seus desejos e superar suas expectativas. Sendo assim, o marketing passa a ter um papel significativo na qualidade. As reclamações e sugestões dos clientes devem encontrar um porto seguro dentro das organizações, pois muitas vezes são as fontes de inspiração para grandes projetos da empresa.

Além disso, a organização deve buscar a excelência no atendimento, diferenciando-se de seus concorrentes e assegurando a satisfação de todos os clientes, externos e internos, diretos e indiretos, acionistas e compradores.

#### **2.4.3 Princípio 03: Gestão Participativa**

Nesse caso, o relacionamento entre chefia e subordinado é a tônica. As novas idéias devem ser estimuladas e a criatividade aproveitada para a resolução dos problemas e o constante aperfeiçoamento das atividades. O medo deve ser eliminado e os vários níveis gerenciais devem adotar atitude de ouvir permanentemente o que pensam seus colaboradores. Se essa cultura for adotada internamente, entende-se que os clientes também serão ouvidos em qualquer nível hierárquico da organização. É necessário que os gerentes adotem atitudes de liderança e transparência.

Sendo assim, é necessário criar uma cultura de participação e repasse de informações para que haja um nivelamento entre o corpo funcional. A agilidade nesse processo decorre de um alto

nível de delegação, de um correto sistema de distribuição dos resultados e de um sistema ágil de comunicação. O objetivo principal é obter um forte efeito de sinergia, em que o todo é maior do que a soma das partes.

Delegar significa colocar o poder de decisão o mais próximo possível da ação. A presteza com que se atendem os clientes determina muitas vezes a maior aproximação ou perda dos mesmos.

Um correto sistema de distribuição de resultados é aquele que considera que a riqueza gerada por uma empresa deve ser corretamente distribuída entre todos que a geraram. Nesse sentido, os ganhos de produtividade que resultaram em maior riqueza devem ser devidamente distribuídos entre os sócios, os funcionários, a comunidade e o governo. Uma ferramenta que pode apoiar as empresas na efetividade dessa distribuição é o Demonstrativo do Valor Adicionado (DVA).

A comunicação, sistematizada e transparente, será o “fio condutor” para que a delegação e a distribuição aconteçam de forma eficaz na empresa.

#### **2.4.4 Princípio 04: Desenvolvimento dos Recursos Humanos**

O sentido maior desse princípio é buscar a valorização dos funcionários, enfocando seu crescimento e plena realização como peças fundamentais na obtenção da qualidade total. Tal enfoque implica uma nova postura, que preconiza a mudança de comportamentos e atitudes na organização. A capacitação e o treinamento cumprem um papel fundamental na modernização da empresa.

Deve-se afastar o medo. Os funcionários não podem ter medo de fazer perguntas, apresentar sugestões, testar alterações, questionar processos, pois do contrário jamais mudarão sua forma de trabalhar. Precisam sentir-se seguros, em um clima que apresenta confiança e abertura. É preciso remover as barreiras ao orgulho da execução do trabalho. As pessoas devem orgulhar-se do trabalho que fazem e da qualidade desse trabalho.

#### **2.4.5 Princípio 05: Constância de Propósito**

A adoção de novos valores é um processo lento e gradual que deve levar em conta a cultura existente na organização. A definição de propósitos através de um processo de planejamento

estratégico participativo, integrado e baseado em análise de dados íntegros e abrangentes, determina o comprometimento, a confiança, o alinhamento e a convergência de ações. O engajamento da alta direção, definindo e implementando a política da qualidade e os seus objetivos, assegurando que a política e seu engajamento sejam entendidos e mantidos em todos os níveis da organização, é vital.

#### **2.4.6 Princípio 06: Aperfeiçoamento Contínuo**

Nesta época de mudanças aceleradas, as reais necessidades dos clientes se alteram rapidamente com a renovação tecnológica ou de costumes, alimentadas por uma concorrência acirrada. Novas leis e regulamentos são elaborados para se garantir a qualidade dos produtos e serviços adquiridos. Nesse contexto, torna-se imprescindível implantar uma cultura de mudança, comprometida com o aperfeiçoamento contínuo, eliminando-se atitudes de paternalismo, acomodação e passividade.

As características deste princípio encontram-se no questionamento permanente de todas as atividades e ações realizadas na empresas, buscando a inovação dos produtos, serviços e processos, a criatividade e a flexibilidade de atuação, a análise comparativa com os concorrentes e a capacidade de incorporar novas tecnologias.

Outra premissa básica da produtividade e da qualidade é que não se pode melhorar o que não se pode medir e, portanto, é imprescindível criar um conjunto de indicadores globais que retratem a situação existente e que permitam a comparação com referenciais da própria empresa ou com outras empresas de mesmas características. Esse conjunto de indicadores globais deve permitir à empresa acompanhar seus resultados econômicos, financeiros, de qualidade e de produtividade. Também devem permitir o desdobramento, de forma que o resultado “lido” pelo nível estratégico reflita o desempenho alcançado no nível operacional.

#### **2.4.7 Princípio 07: Gerenciamento de Processos**

O conceito básico é que a organização deve ser entendida como um sistema aberto, que tem como finalidade atender às necessidades dos seus clientes e usuários, através da produção de bens e serviços, gerados a partir de insumos recebidos de seus fornecedores e manufaturados ou transformados através de seus recursos e tecnologia.

Esse grande processo se decompõe em subprocessos até o nível de uma tarefa individual e se interliga formando várias cadeias cliente-fornecedor em que, a partir do cliente externo, vão se comunicando, sendo o processo anterior o fornecedor e o processo seguinte o cliente. Gerenciar esse processo significa aplicar constantemente o ciclo denominado PDCA (*Plan, Do, Check e Action*), ou seja, planejar, executar, verificar e atuar de forma corretiva. Assim como para o aperfeiçoamento contínuo, aqui também, para que se possa acompanhar, controlar e avaliar cada um dos subprocessos é indispensável à criação de um modelo de indicadores que mensurem aspectos relativos à produtividade (eficiência) e qualidade (eficácia).

O gerenciamento de processos, aliado ao conceito de cadeia cliente fornecedor, propicia a queda de barreiras entre as áreas, com a extinção de “feudos” e uma maior integração na organização.

#### **2.4.8 Princípio 08: Disseminação das Informações**

Na verdade, todos os princípios da qualidade total têm como pré-requisito um fluxo de informações no mínimo funcional e adequado. Todos os funcionários devem assimilar o negócio, a missão, os grandes propósitos e planos empresariais.

A empresa deve manter um canal aberto de comunicação com seus clientes, levantando expectativas e necessidades, firmando sua imagem com a divulgação de seus principais objetivos, produtos e serviços.

O processo de comunicação deve obedecer aos quesitos de agilidade, seletividade e integridade, devendo propiciar total transparência da organização frente aos seus funcionários, clientes, fornecedores e sociedade.

#### **2.4.9 Princípio 09: Garantia da Qualidade**

Esse é o princípio mais formal, pois trata do estabelecimento de normas e procedimentos da organização que forma um sistema documentado passível de certificação pela análise comparativa com normas internacionais. Essas normas, que podem ser as Normas ISO 9000 ou outras reconhecidas internacionalmente, servem de base para a definição de cláusulas contratuais entre clientes e fornecedores.

A certificação assegura que o fornecedor tem total controle sobre o processo e pode repetir aquilo que foi feito. A formalização dos processos deve assegurar, portanto, a rastreabilidade e a disponibilidade de produtos e serviços.

Deve prever também o controle de projetos e da documentação, o uso de técnicas estatísticas, a formalização com relação aos fornecedores, inspeções, testes de produtos, controle das não-conformidades, ações corretivas, manuseio, armazenagem, embalagem, distribuição e auditorias internas. A formalização fornece ferramentas para a uniformidade de procedimentos.

#### **2.4.10 Princípio 10: Desempenho Zero Defeitos**

Esse princípio deve ser incorporado à maneira de pensar de todos os funcionários, de forma a que todos busquem a perfeição em suas atividades. Todos na organização devem ter clara a noção do que é estabelecido como “certo”. Isso se dá a partir das definições acordadas entre a empresa e seus clientes, internos e externos, e da conseqüente formalização dos processos dentro do princípio da garantia da qualidade.

Os desvios devem ser medidos para que no ciclo PDCA se localize a causa principal do problema e se planejem ações corretivas. O custo de prevenir erros é sempre menor que o de corrigi-los.

Trata-se aqui, também, dos custos da qualidade que são decorrentes de falhas internas, quando ocorridas antes do produto/serviço chegar ao consumidor; custos de falhas externas, quando detectadas após o recebimento pelo consumidor; custos de inspeção associados ao trabalho de inspetores e finalmente os custos de prevenção, associados às ações preventivas. Devem ainda ser considerados os custos referentes à perda de clientes, à transferência de custo para o cliente e à perda de imagem.

Deve-se estabelecer um sistema através do qual os funcionários possam identificar problemas que impedem que seu trabalho esteja livre de deficiências, assegurando, de forma sistematizada, que os grupos funcionais apresentem soluções para os problemas atuais bem como propostas de melhorias contínuas em suas atividades.

## 2.5 Ciclo PDCA

Werkema, (1995) o Ciclo PDCA é um método gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização. O método PDCA que se baseia no controle de processos, foi desenvolvido na década de 30 pelo americano *Shewhart*, mas foi *Deming* seu maior divulgador, ficando mundialmente conhecido ao aplicar nos conceitos de qualidade no Japão. A figura 2.1 ilustra o Método de Controle de Processo do Ciclo PDCA.

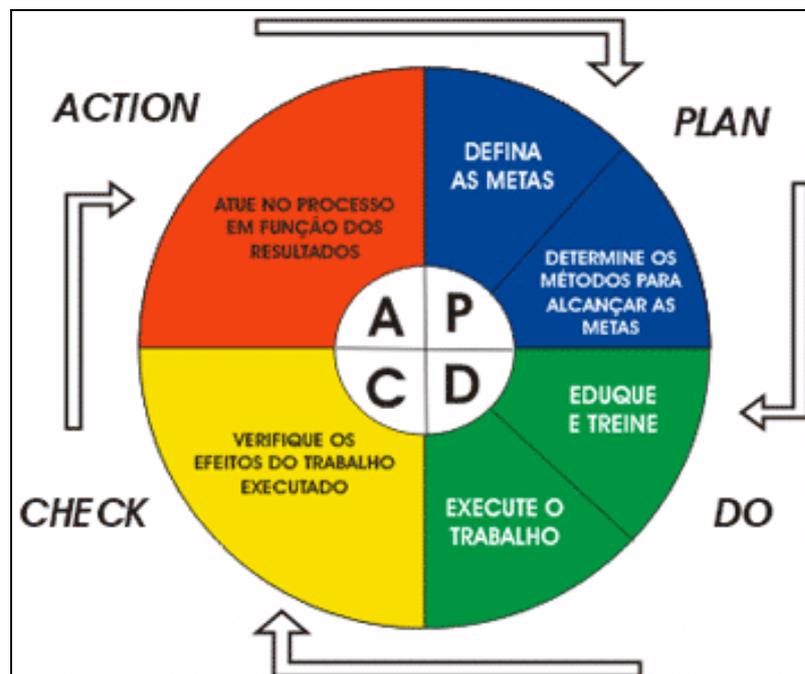


Figura 2.1: PDCA - Método de Controle de Processo.

Fonte: Campos, 1996

Neste sentido a análise e medição dos processos é relevante para a manutenção e melhoria dos mesmos, contemplando inclusive o planejamento, padronização e a documentação destes.

Segundo Aguiar (2002) o método PDCA é constituído em 4 etapas:

- *PLAN* (PLANEJAR (P)) → No planejamento é definida a meta de interesse que e estabelecidos os meios (planos de ação) necessários para se atingir à meta proposta.

- **DO (EXECUTAR (D))** → Para execução dos planos de ação, as pessoas são treinadas nesses planos. A seguir, os planos são implementados e são coletados dados que possam fornecer resultados obtidos em relação ao alcance da meta.
- **CHECK (VERIFICAR (C))** → Com o uso dos dados coletados na etapa de Execução, é feita uma avaliação dos resultados obtidos em relação ao alcance da meta.
- **ACTION (AGIR (A))** → Nesta etapa, a ação a ser realizada depende dos resultados obtidos, avaliados não Etapa de Verificação:
  - Se a meta foi alcançada, são estabelecidos os meios de manutenção dos bons resultados obtidos.
  - Se a meta não foi alcançada, inicia-se novo giro do PDCA com o objetivo de se encontrarem meios que levem o processo a obter resultados que superem a diferença entre o valor da meta e o resultado alcançado com a implementação do plano de ação.

O ciclo PDCA é um método de gestão, representado o caminho a ser seguido para que as metas estabelecidas possam ser atingidas. Na utilização do método poderá ser preciso empregar várias ferramentas, as quais constituirão os recursos necessários para a coleta, o processamento e a disposição das informações necessária à condução das etapas do PDCA (WERKEMA, 1995).

Ainda segundo Werkema (1995), existem dois tipos de metas: Metas para Manter e Metas para Melhorar. A meta para manter constar de uma faixa aceitável de valores para o item de controle considerado, ou seja, a meta deve representar especificações de produto proveniente dos clientes internos e externos da empresas. Já as metas para melhorar, surgem do fato de que o cliente sempre deseja um produto cada vez melhor, a um custo cada vez mais baixo e com uma entrega cada vez mais precisa.

De acordo com Campos (2004), “o ciclo PDCA de controle pode ser utilizado para manter e melhorar as diretrizes de controle de um processo”. Onde é utilizado para manutenção do nível de controle, quando o processo é repetitivo e o plano (P) consta de uma meta que é uma faixa aceitável de valores e de um método que compreende os Procedimentos Padrão de Operação. Portanto o trabalho executado por meio do ciclo PDCA na Manutenção consta

essencialmente do cumprimento de procedimento padrão de operação. Os itens de controle neste caso são faixas de valores padrão como, por exemplo: qualidade-padrão, custo-padrão, prazo-padrão, quantidade-padrão.

O segredo do sucesso na melhoria de processos através da utilização do ciclo PDCA esta relacionado à junção de dois tipos de gerenciamento: Manutenção e Melhorias. Campos (2004) define o problema como resultado indesejado de um processo, logo, quando um problema é detectado deve-se aplicar o ciclo PDCA para melhorar, o processo deve ser analisado e as causas do problema devem ser determinadas, depois devem ser tomadas medidas preventivas para bloquear as causas. Ao bloquear estas causas, a empresa atinge um novo nível de controle, e, nesse momento, deve ser utilizado o ciclo PDCA para manter tais causas bloqueadas e para garantir que os problemas não voltarão a ocorrer.

### **2.5.1 O Ciclo PDCA Para Manter**

Segundo Campos (2004), “o ciclo PDCA é utilizado para manutenção do nível de controle (ou cumprimento das diretrizes), quando o processo é repetitivo o plano (P) consta de uma meta que é uma faixa aceitável de valores e de um método que compreende os Procedimentos Padrão de Operação”. Portanto um trabalho executado por meio do ciclo PDCA na Manutenção conta essencialmente do cumprimento de procedimentos padrão de operação.

A definição de Aguiar (2002), “gerenciar pelo PDCA de Manutenção da Qualidade é fazer produzir de acordo com os Procedimentos Operacionais Padrão (POP) de uma empresa”. Por essa razão, este gerenciamento é também denominado SDCA. O S de “Standard” substituiu o P de “Planejamento” porque a meta e os métodos utilizados para atingi-la são, justamente, a metas padrão e os procedimentos operacionais padrão da empresa. A etapa de execução (E) se preocupa como cumprimento do POP, onde esta etapa é privilegiada por causa das atividades de treinamento no trabalho, nas atividades de supervisão e de auditoria para garantir um bom POP. Na etapa de verificação (C), os dados coletados na etapa anterior são analisados como objetivo de verificar a efetividade dos POP. Já na etapa de ação (A) são realizadas as ações corretivas seguidas no procedimento. Na Figura 2.2 são vistas o detalhamento do PDCA para manter.

De acordo com Werkema (1995), “uma meta para manter consta de uma faixa aceitável de valores para o item de controle considerado, representando especificações de produto

provenientes dos clientes internos e externos da empresa”. As metas para manter são denominados metas padrão.

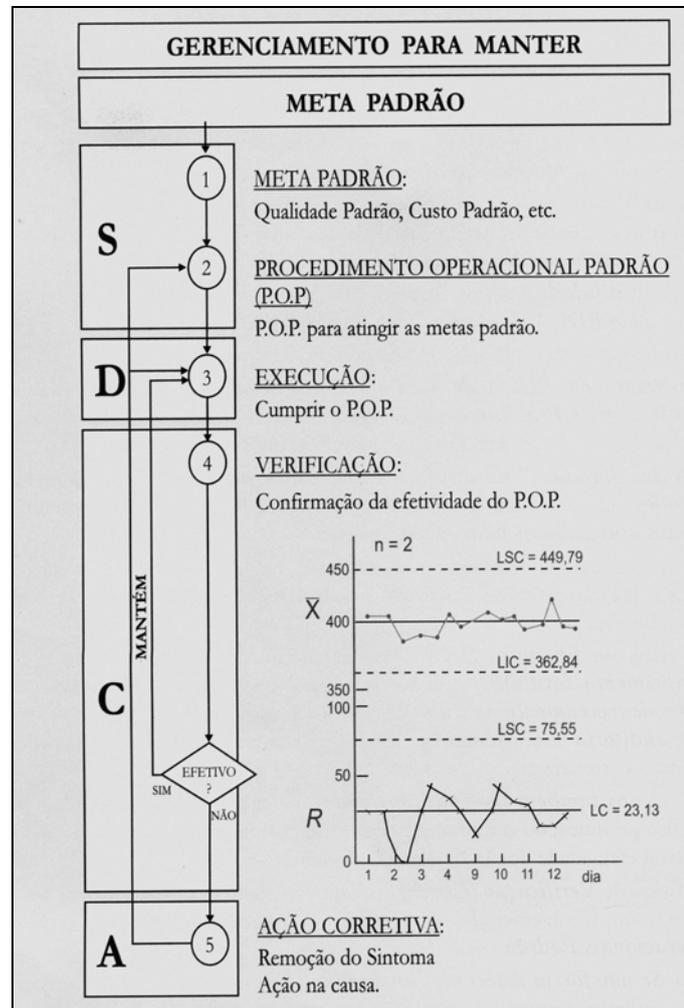


Figura 2.2: Detalhamento do PDCA para Manter.

Fonte: Campos, 1996

Ainda segundo Werkema (1995), as metas para manter são atingidas por meio de operações padronizadas. Logo o plano que permite atingir a meta padrão é o Procedimento Operacional Padrão (POP), o ciclo PDCA empregado para o atingimento das metas para manter pode ser denominado SDCA. O SDCA representa como devemos trabalhar para manter o resultado desejado.

De acordo com Aguiar (2002), no Quadro 2.2 apresenta-se as Etapas para a Utilização das Ferramentas da Qualidade para Manter resultado:

**Quadro 2.2: Utilização das Ferramentas da Qualidade para Manter**

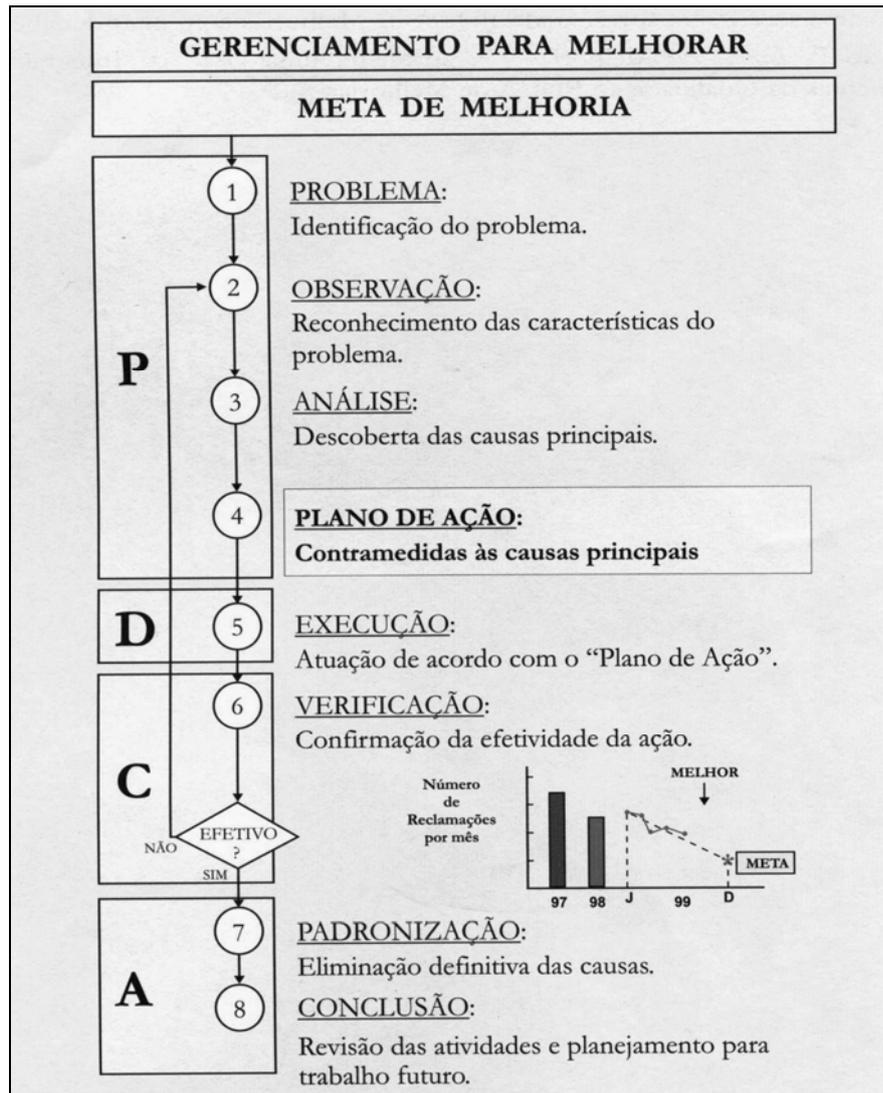
Etapas	Definição
S	<p>No início das atividades de uma empresa, ou após terem sido realizadas melhorias e/ou inovações nos processos e produtos existentes, metas e procedimentos operacionais são implementados na planta operacional. A implementação dessas mudanças é feita por meio de padronizações. As metas padronizadas como metas padrão e os procedimentos operacionais são padronizados como procedimentos operacionais padrão.</p> <p>Como as metas e os procedimentos operacionais já são recebidos prontos para serem utilizados, não há ferramentas de qualidade a serem integradas nessa etapa do SDCA.</p>
D	<p>Na etapa de execução (D) do SDCA, são seguidos os Procedimentos Operacionais Padrão para produzir e coletar dados sobre o processo e o produto. Estas informações são processadas na fase de Check (C) para obter conhecimento sobre eles.</p>
C	<p>As informações coletadas na etapa de Execução são dispostas e processadas para se obter conhecimento sobre a efetividade dos procedimentos operacionais padrão implementados. A estabilidade e a capacidade dos processos são analisadas e o alcance da meta padrão verificado; enfim, é feito um acompanhamento da produção com o objetivo de se descobrir alguma anomalia no funcionamento do processo e verificar se a meta padrão foi atingida.</p>
A	<p>Se a ineficiência dos padrões for detectada, na verificação feita na etapa de Check (C), uma ação corretiva será realizada.</p> <p>A efetividade da ação corretiva depende das informações coletadas na execução do processo, processadas durante a fase de verificação e de ação corretiva.</p>

Fonte: Aguiar, 2002.

### 2.5.2 Ciclo PDCA para Melhorar

Segundo Campos (2004), a utilização do ciclo PDCA para melhorar as diretrizes de controle é a grande responsabilidade de todas as chefias. Onde esta utilização constitui no “Método de Solução de Problemas”, também conhecido no Japão por “*QC Story*”. Este método é possivelmente o mais importante dentro do TQC e deveria ser dominado por todas as pessoas das empresas.

De acordo com a definição de Aguiar (2002), “para promover melhorias incrementais de uma forma eficiente, é necessário que se faça um bom planejamento”. Por essa razão, a Etapa de Planejamento do PDCA de Melhorias, em que se estabelecem as metas e se determina os meios para alcançá-las, é de composta em fases com o objetivo de facilitar o detalhamento das ações que devem ser realizadas nesta etapa. Na Figura 2.3 serão vistas o detalhamento do PDCA para melhorar.



**Figura 2.3: Detalhamento do PDCA de Melhoria.**

**Fonte: Campos, 1996**

As etapas de Planejamento (*Plan*) é constituída das seguintes fases:

- Identificação do Problema;
- Análise do Fenômeno;
- Análise do Processo;
- Estabelecimento do Plano de Ação.

De acordo com Aguiar (2002), no Quadro 2.3, apresenta-se as Etapas para a Utilização das Ferramentas da Qualidade para Melhorar resultado:

Quadro 2.3: Utilização das Ferramentas da Qualidade para Melhorar.

Etapas	Definição
P	<p>Devido à importância dessa etapa do PDCA no alcance de uma meta, ela será apresentada com mais detalhes:</p> <p>Fase de Identificação do Problema – é a fase onde o trabalho deve ser planejado, retirando amostras representativas de uma determinada situação, e avaliar a confiabilidade de informações e fornecer indicações de como atuar no sistema.</p> <p>Fase de Análise do Fenômeno – nesta fase o conhecimento do problema deve ser aumentado com o objetivo de facilitar a descoberta de suas causas na análise do processo. Desta forma as ferramentas utilizadas para coletar dados, avaliar sistemas de medições, priorizar situações e avaliar variações, devem ser empregadas com o objetivo de simplificar o problema para transformar informações em conhecimento.</p> <p>Fase de Análise do Processo – é onde as causas do problema devem ser identificadas utilizando o conhecimento adquirido. O trabalho realizado na fase anterior tem grande influência na descoberta das causas do problema. As ferramentas da qualidade utilizadas a ser empregadas para se obter conhecimento das causas dos problemas devem definir, dispor e apresentar o processo relacionado ao problema, obtendo o conhecimento do <i>staff</i> sobre as causas do problema e priorizando estas causas.</p> <p>Fase do Estabelecimento do Plano de Ação – na fase anterior as causas do problema foram identificadas. Com base nesse conhecimento, planos de ação devem se estabelecidos como objetivo de se atingir a meta proposta. No entanto as ferramentas da qualidade utilizadas para a montagem de um plano de ação efetivo e de fácil entendimento devem propor, priorizar e testar medidas e dispondo do planos de ação.</p>
D	<p>Nesta etapa, o plano de ação proposto na sua fase de estabelecimento deve ser implementado e os dados coletados para serem avaliados na fase de verificação do PDCA. Para que esse plano seja corretamente executado é necessário realizar reuniões para obter o consenso das medidas propostas e evitando o impedimento na execução. Também devem promover treinamento para o pessoal que ficará responsável pela execução, onde esta execução será acompanhada para sanar dúvidas se por ventura ocorrerem, e para verificar se o plano proposto esta sendo corretamente implementado. Para que isso ocorra, as ferramentas da qualidade utilizadas nesta etapa devem propor de medidas de implementação do plano de ação, planejar coleta de dados durante a produção, checar o cumprimento de procedimento operacionais, dispor de procedimento operacionais a serem utilizados durante os treinamentos e durante a execução dos planos.</p>
C	<p>Com base das informações coletadas na Etapa D, é verificado se a meta proposta foi atingida. Neste caso se a meta foi alcançada, então deve-se passar para a etapa de Ação, para obter meio de manter os bons resultados obtidos e concluir o trabalho. Caso contrário se a meta não foi alcançada deve-se obter meios de manutenção dos bons resultados obtidos, atividade realizada na etapa de ação (A), ou reiniciar o giro do PDCA, também na etapa A, para atacar as causas que impediram o alcance da meta. Logo as ferramentas da qualidade utilizadas nesta etapa para melhorar a eficiência dos trabalhos são as comparações, avaliações de variabilidade de processos e verificação de confiabilidade de produtos/processos.</p>
A	<p>No caso de sucesso, meios de manutenção dos bons resultados obtidos devem ter implementados e uma conclusão dos trabalhos necessita ser feita. Neste caso, as ferramentas da qualidade utilizada é o estabelecimento de procedimentos operacionais e sua utilização correta, controle de processos, coleta de dados e treinamentos em procedimentos operacionais.</p> <p>No caso de insucesso, o giro PDCA deve ser reiniciado e as principais ferramentas da qualidade a serem utilizadas até esta fase já foram indicadas.</p>

Fonte: Aguiar, 2002

Na fase de conclusão deve ser elaborada uma relação de problemas remanescentes e um planejamento do ataque de tais problemas. O Ciclo PDCA para Melhoria deve ser aplicado novamente naqueles problemas que forem considerados importantes, assim é necessária uma avaliação dos itens que ficaram pendentes. Nessa fase, uma reflexão sobre as atividades implementadas é extremamente importante para as ações futuras, pois o ciclo deve ser melhorado continuamente a cada aplicação.

## 2.6 As Ferramentas Básicas da Qualidade

As ferramentas da qualidade devem ser escolhidas de acordo com as fases do Ciclo PDCA, pois existem ferramentas mais apropriadas a cada uma das fases. De acordo com Werkema (1995), “as ferramentas da qualidade são utilizadas para coletar, processar e dispor as informações necessárias ao giro dos Ciclos PDCA para manter e melhorar resultados”. De acordo com a autora, as sete ferramentas da qualidade são:

- Estratificação;
- Folha de Verificação;
- Gráfico de Pareto;
- Diagrama de Causa e Efeito;
- Histograma;
- Diagrama de Dispersão; e
- Gráfico de Controle.

O papel das ferramentas da qualidade dentro do Ciclo PDCA, destaca a meta a ser alcançada por meio de um método. Quanto mais informações forem agregadas ao método, maiores serão as chances de alcance da meta e maior será a necessidade da utilização de ferramentas apropriadas para coletar, processar e dispor estas informações durante o giro do PDCA. No entanto deve ocorrer uma integração entre as Ferramentas da Qualidade e o Ciclo PDCA.

Werkema (1995) diz que, quando o Ciclo PDCA é utilizado para manter resultados, a realização da coleta de dados é definida como ausência de interferência no processo, pois não são realizadas alterações na rotina de realização do processo. Já quando o Ciclo PDCA é utilizado para melhorar resultados a coleta de dados é definida como realização de interferência no processo, pois será necessário realizar mudanças na rotina do processo. A

Figura 2.4 mostra a integração das ferramentas da qualidade com os Ciclos PDCA para manter e melhorar resultados.

## **Ferramentas Básicas da Qualidade**

### **2.6.1 Estratificação**

A técnica de estratificação é muitas vezes usada para analisarem dados e pesquisar oportunidades de melhoria. Ela ajuda na análise dos casos cujos dados mascaram os fatos reais. Isto geralmente ocorre quando os dados registrados provêm de diferentes fontes, mas são tratados igualmente sem distinção.

Por exemplo, os dados sobre pequenos acidentes ocorridos numa indústria podem ser registrados com um simples valor, estejam eles aumentando ou diminuindo. Mas este número na realidade é a soma do total de acidentes:

- Por tipo: corte, queimaduras, arranhões, etc;
- Por local afetado: olhos, mãos, pernas, etc;
- Por departamento: manutenção, expedição, produção, etc.

Quando é necessário quebrar uma representação em categorias ou classes mais significativas a fim de direcionar as ações corretivas ou pesquisar oportunidades de melhoria.

Segundo Werkema (1995), a estratificação consiste na divisão de um grupo em diversos subgrupos com base em fatores de estratificação. Onde as principais causas de variação que atuam nos processos produtivos constituem possíveis fatores de estratificação de um conjunto de dados. Estes fatores são: equipamentos, insumos, pessoas, métodos, medidas e condições ambientais. A autora ressalta que é importante registrar todos os fatores de estratificação que sofrem alterações durante a coleta.



## 2.6.2 Folha de Verificação

São formulários planejados os quais os dados coletados são preenchidos de forma fácil e concisa. Registram os dados dos itens a serem verificados, permitindo uma rápida percepção da realidade e uma imediata interpretação da situação, ajudando a diminuir erros e confusões.

“Uma Folha de Verificação é um formulário no qual os itens a serem examinados já estão impressos, com o objetivo de facilitar a coleta e registro de dados” (WERKEMA, 1995). As folhas de verificação podem ser de vários tipos como se mostra a seguir no Quadro 2.4:

**Quadro 2.4: Tipos de Folhas de Verificação.**

<b>Folha de Verificação Para Distribuição do Processo de Produção</b>	É usado esse tipo de folha de verificação quando se quer coletar dados de amostras de produção. Lançam-se os dados em um histograma para analisar a distribuição do processo de produção, coletam-se os dados, calcula-se a média e se constrói uma tabela de distribuição de frequência. Na medida em que se coletam os dados, são comparados com as especificações.
<b>Folha de Verificação de Itens Defeituosos</b>	Este tipo de folha de verificação é usado quando se quer saber quais os tipos de defeitos mais frequentes com a frequência e as causas de cada defeito.
<b>Folha de Verificação Para Localização de Defeitos</b>	É usada para localizar defeitos externos, tais como: mancha, sujeira, riscos, pintas, e outros. Geralmente esse tipo de lista de verificação tem um desenho do item a ser verificado, no qual é assinalado o local e a forma de ocorrência dos defeitos;
<b>Folha de Verificação de Causas de Defeitos</b>	Este tipo de folha de verificação é geralmente usado para investigar as causas dos defeitos, sendo que os dados relativos à causa e os dados relativos aos defeitos são colocados de tal forma que torna-se clara a relação entre as causas e efeitos. Posteriormente os dados são analisados através da estratificação de causas ou do diagrama de dispersão.

Fonte: Werkema, 1995

Todas as folhas de verificação são ferramentas que questionam o processo e são relevantes para alcançar a qualidade:

- As folhas de verificação servem para;
- Facilitar a obtenção e análise dos dados;
- Dispor os dados de uma forma mais organizada;
- Verificar a distribuição do processo: coleta de dados de amostra da produção;
- Verificar itens defeituosos: saber o tipo de defeito e sua percentagem;

- Verificar a localização de defeito: mostrar local e a forma de ocorrência dos defeitos;
- Verificar as causas dos defeitos;
- Fazer uma comparação dos limites de especificação;
- Investigar aspectos do defeito: trinca, mancha, e outros;
- Obter dados da amostra da produção;
- Determinar o turno, dia, hora, mês e ano, período em que ocorre o problema;
- Servir de base para construir: diagrama de Pareto, diagrama de dispersão, diagrama de controle, histograma, etc.

Werkema (1995) diz que para utilização da folha de verificação é necessário que, primeiramente, seja feita a definição das categorias que serão utilizadas para a estratificação dos dados. O tipo de folha que será utilizada dependerá do objetivo da coleta de dados.

### **2.6.3 Gráfico de Pareto**

O princípio de Pareto, ferramenta importante na etapa de priorização, tem seu nome advindo da época de Vilfredo Pareto, economista italiano que viveu entre 1848 e 1923, estudou a distribuição da riqueza da época, concluindo que poucas pessoas detinham uma grande parcela do total e, muitos, uma pequena parcela (JURAN apud, WERKEMA, 1995).

Segundo (JURAN, apud WERKEMA, 1995), notável estudioso da Garantia da Qualidade da época, batizou esses fenômeno como o "Princípio de Pareto", traduzindo-o de maneira muito sintética como "Poucos Vitais e Muitos Triviais". Um dos principais usos desse princípio é a melhoria da qualidade industrial.

O gráfico de Pareto é uma ferramenta da qualidade que ilustra a proporção de cada falha geradora do problema, auxiliando dessa maneira, o analista para que o mesmo decida quais falhas que ele deve tratar para que o problema seja solucionado.

Como definição o gráfico de Pareto é um gráfico de barras verticais que dispõe a informação de forma a tornar evidente e visual a priorização de temas. A informação assim disposta também permite o estabelecimento de metas numéricas viáveis de serem alcançadas.

O Princípio de Pareto estabelece que os problemas relacionados à qualidade (percentual de itens defeituosos, números de reclamações de clientes, modos de falhas de máquinas, perdas de produção, gastos com reparos de produtos dentro do prazo de garantia, ocorrências de acidentes de trabalho, atrasos na entrega de produtos, entre outros), os quais se traduzem sob a forma de perdas, podem ser classificados em duas categorias: os “pouco vitais” e os “muitos vitais”. Os poucos vitais representam um pequeno número de problemas, mas que, no entanto resultam em grandes perdas para a empresa. Já os muito vitais são uma extensa lista de problemas, mas que apesar de seu grande número, convertem-se em perdas pouco significativas. Em outras palavras, o princípio de Pareto estabelece que forem identificados, por exemplo, cinquenta problemas relacionados à qualidade, a solução de apenas cinco ou seis destes problemas já poderá representar uma redução de 80 ou 90 % das perdas que a empresa vem sofrendo devido à ocorrência de todos os problemas existentes. O gráfico de Pareto dispõe a informação de forma a permitir a concentração dos esforços para melhoria nas áreas onde os maiores ganhos podem ser obtidos (WERKEMA, 1995).

Através do conhecimento quantitativo de cada falha, é possível planejar quais as que serão trabalhadas para atingir a meta traçada para o problema como sendo um todo. O gráfico de Pareto pode ser utilizado para:

- Identificar os problemas;
- Priorizar as causas de um defeito;
- Descobrir problemas e causas;
- Melhorar a visualização da ação;
- Priorizar as ações;
- Confirmar resultados de melhoria;
- Verificar comparações entre situação do processo antes e depois da adoção de medidas corretivas;
- Detalhar as causas principais em partes específicas;
- Estratificações;
- Identificar os itens responsáveis pelas maiores perdas.

Werkema (1995) ressalta que “custo é um importante indicador a ser considerado durante a construção de um gráfico de Pareto para a identificação de poucos problemas vitais”, pois as categorias que apresenta baixo número de ocorrência podem ter um alto custo associado a

elas, enquanto categorias numerosas podem apresentar custo pouco significativo. Além disso, a autora esclarece que se a categoria “outros” representar mais de 10% das observações, deve ser adotado um modo diferente de classificação das categorias.

Ainda segundo Werkema (1995), alguns cuidados devem ser tomados durante a construção do gráfico de Pareto. É importante construir um gráfico de causas, para que as possíveis causas do problema sejam melhor visualizadas e priorizadas. A autora também alerta que utilizar o bom senso é fundamental, visto que, em certos casos, as categorias mais frequentes ou de maior custo não são as mais importantes para a empresa.

### **2.6.3.1 Construção do Gráfico de Pareto**

Selecione os problemas a serem comparados e estabeleça uma ordem através de um “Brainstorming” ou da utilização de dados existentes. Selecione um padrão de comparação como unidade de medida e um período de tempo para ser analisado. No Quadro 2.5 visualiza-se as etapas para a construção de um Gráfico de Pareto

Reúna os dados necessários dentro de cada categoria. Compare a frequência ou o custo de cada categoria com relação a todas as outras categorias. Liste as categorias da esquerda para a direita no eixo horizontal em ordem decrescente de frequência ou custo.

Os itens de menor importância podem ser combinados na categoria “outros” que é colocada no extremo direito do eixo, como última barra. Acima de cada classificação ou categoria desenhe um retângulo cuja altura representa a frequência ou custo naquela classificação.

### **2.6.3.2 Interpretação Típica do Diagrama de Pareto**

Eventos mais frequentes ou de maior custo não são sempre os mais importantes, por exemplo, dois acidentes fatais requerem mais atenção que 100 cortes no dedo.

Marque o gráfico com clareza, mostrando a unidade de medida (media monetária, porcentagem ou quantidade).

Este tipo de gráfico é usado frequentemente para análise e apresentação. É possível avaliar a efetividade de uma ação corretiva, comparando-se dois diagramas de Pareto antes e depois da ação corretiva, conforme mostra a Figura 2.5.

**Quadro 2.5: Etapas para a Construção de um Gráfico de Pareto:**

1	Definir qual o tipo de problema a se analisado tais como itens defeituosos, reclamações acidentales, perdas financeiras, entre outros.
2	Deve-se listar os possíveis fatores de estratificação (categorias) do problema escolhido (tipo ou localização de defeito, turno, máquina, operadores, etc.), e criar a categoria “outros” para agrupar as ocorrências menos frequentes.
3	Em seguida estabelecer o método e o período de coleta de dados.
4	Depois elaborar uma folha de verificação apropriada para realizar a coleta de dados.
5	Próximo passo preencher a lista de verificação, registrando o total de vezes que cada categoria foi observada e o número de observações.
6	Em seguida deve-se elaborar uma planilha de dados para o gráfico de Pareto, contendo as seguintes colunas: Categoria, Quantidades (Totais Individuais), Totais Acumulados, Porcentagens do Total Geral e Porcentagens Acumuladas.
7	Após elaborar a planilha, deve-se preenchê-la, listando as categorias em ordem decrescente de quantidade. A categoria “outros” deve ficar na última linha da planilha, independente de seu valor, visto que ela é composta por um conjunto de categorias no qual cada elemento assume um valor melhor que a menor quantidade associada a cada categoria listada individualmente.
8	Depois de realizada a coleta e o preparo dos dados, o próximo passo é traçar dois eixos verticais de mesmo comprimento e um eixo horizontal.
9	Marcar o eixo vertical do lado esquerdo (ou direito) com a escala de zero até o total da coluna Quantidade (Q) da planilha de dados. Não esquecer de identificar o nome da variável representada neste eixo e a unidade de medida utilizada, caso seja necessário.
10	Em seguida marcar o eixo vertical do lado direito (ou esquerdo) com uma escala de 0 (zero) a 100%, identificando este eixo como Porcentagem Acumulada (%).
11	Após ser feita a escala, dividir o eixo horizontal em um número de intervalos igual a o número de categorias constantes na planilha de dados.
12	Depois, identificar cada intervalo do eixo horizontal escrevendo os nomes das categorias, na mesma ordem em que eles aparecem na planilha de dados.
13	Construir um gráfico de barras utilizando a escala de eixo vertical do lado esquerdo.
14	Logo após construir a curva de Pareto marcando os valores acumulados (Total Acumulado ou Porcentagem Acumulada), acima e no lado direito (ou no centro) do intervalo de cada categoria, e ligar os pontos por seguimento de reta.
15	E finalmente, registrar outras informações que devam constar no gráfico tais como: Título, Período de Coleta de Dados, Número Total de Itens Inspeccionados e Objetivos do Estudo Realizado.

Fonte: Werkema, 1995

#### 2.6.4 Diagrama de Causa e Efeito

“Uma representação gráfica que permite a organização das informações possibilitando a identificação das possíveis causas de um determinado problema ou efeito” (OLIVEIRA, apud WERKEMA, 1995). Também chamado de diagrama de Espinha de Peixe ou Diagrama de

Ishikawa. Mostra-nos as causas principais de uma ação, as quais dirigem para as sub-causas, em direção a um resultado final.

Esta ferramenta foi desenvolvida em 1943 por Ishikawa na Universidade de Tóquio. Ele a utilizou para explicar como vários fatores poderiam ser comuns entre si e estarem relacionados.

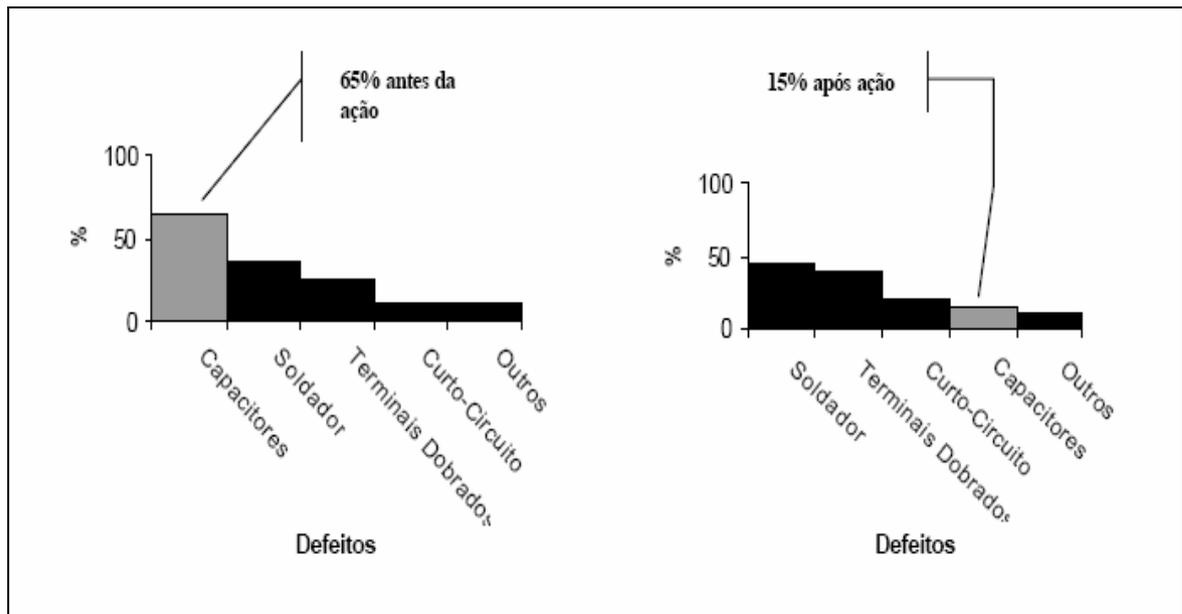


Figura 2. 5: Diagrama de Pareto antes e depois da ação corretiva

Fonte: Juran apud Werkema, 1995

O diagrama de causa e efeito é usado:

- Quando houver necessidade de identificar todas as causas possíveis de um problema;
- Para melhorar visualização da relação entre a causa e efeito delas decorrentes;
- Para classificar as causas em sub-causas, sobre um efeito ou resultado;
- Para saber quais as causas que estão provocando este problema;
- Para identificar com clareza a relação entre os efeitos, e suas prioridades;
- Em uma análise dos defeitos: perdas, falhas, desajuste do produto, etc. com o objetivo de identificá-los e melhorá-los.

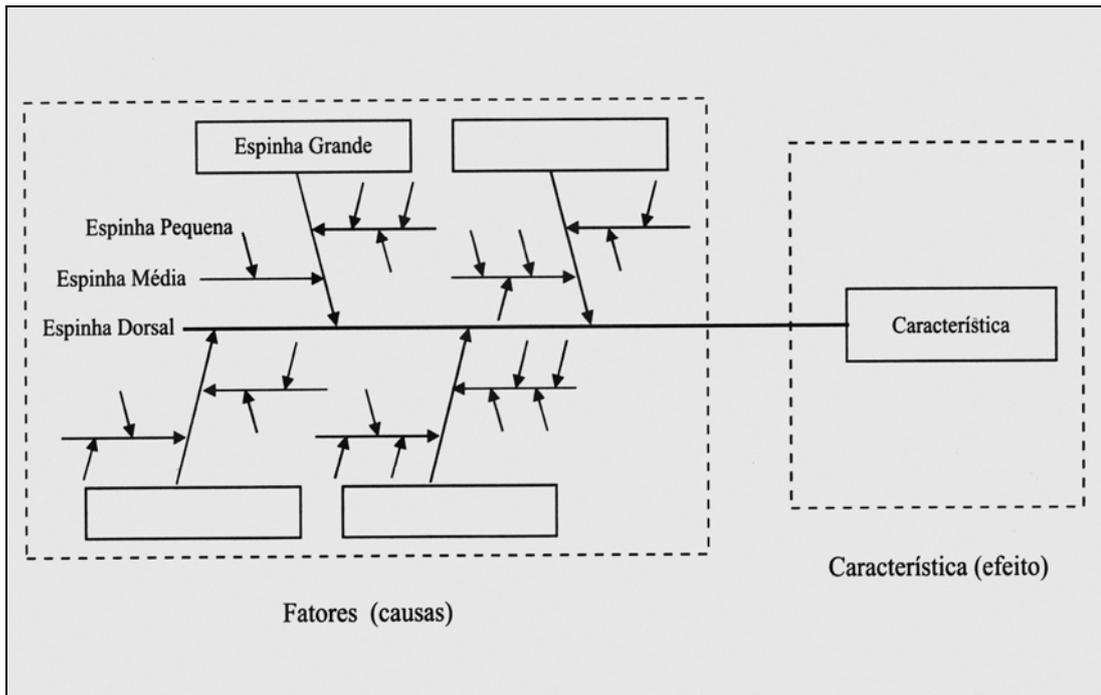
O diagrama de causa e efeito é construído: (OLIVEIRA, apud WERKEMA,1995).

- Com sugestões de possíveis causas do problema isto é. Com um *brainstorming* das pessoas envolvida no processo;
- Com definição do problema a ser analisado de forma objetiva;
- Escrevendo, *n* retângulo no lado direito do gráfico, o efeito ou problema, e na espinha dorsal ao lado esquerdo, as causas primárias e secundárias, fazendo a pergunta: Porque isto ocorre?
- Reunir um grupo de pessoas fazendo um *brainstorming* sobre as causas possíveis;
- Anotando as possíveis causas e, quando houver uma quantia razoável de idéias, agrupá-los por afinidade, preenchendo o diagrama;
- Revisando todo o diagrama para verificar se nada foi esquecido;
- Analisando o gráfico no sentido de encontrar a causa principal, observando as causas que aparecem repetidas, se estas estão relacionadas com o efeito. Se todos do grupo tem o consenso que eliminando a causa, reduz o efeito.

Segundo Werkema (1995), “o Diagrama de Causa e Efeito é uma ferramenta utilizada para representar a relação existente entre um resultado e um processo (efeito) e os fatores (causas) do processo que, por razões técnicas, possa afetar o resultado considerado”. Na Figura 2.6 observa-se a estrutura do Diagrama de Causa e Efeito e no Quadro 2.6 os passos para construir um Diagrama de Cause e Efeito.

### 2.6.5 Histograma

Gráfico de barras que dispõe as informações de modo que seja possível a visualização da forma da distribuição de um conjunto de dados e também a percepção da localização do valor central e da dispersão dos dados em torno deste valor central. A comparação de histogramas com os limites de especificação nos permite avaliar se um processo está centrado no valor nominal e se é necessário adotar alguma medida para reduzir a variabilidade do processo.



**Figura 2.6 – Estrutura do Diagrama de Causa e Efeito,**

**Fonte: Werkema, 1995**

Histograma foi desenvolvido por Guerry, em 1833, para descrever sua análise de dados sobre um crime. Desde então, o histograma tem sido aplicado em diversas áreas. Que tem por finalidade identificar anormalidades no processo e uma de suas vantagens é verificar a existência ou não de simetria no processo em relação à média.

De acordo com Paladini (2000), o histograma descreve a frequência com que variam os processos e a forma de distribuição dos dados como um todo. No entanto dispõe as informações de maneira a tornar fácil a visualização da forma de distribuição de um conjunto de dados. No histograma, sempre devem ser traçadas linhas correspondentes aos limites de especificação.

O histograma é aplicado para:

- Verificar o número de produtos não conformes;
- Determinar a dispersão dos valores de medidas;
- Processo que necessitam de ações corretivas;

- Encontrar e visualizar através do gráfico o número de unidade por cada categoria.

**Quadro 2.6: Passos para construir um Diagrama de Causa e Efeito**

1	Deve-se primeiramente definir qual a característica da qualidade ou o problema a ser analisado. Em seguida, escrever a característica ou o problema dentro do retângulo no lado direito de uma folha de papel. Depois, deve-se traçar a espinha dorsal, direcionada da esquerda para a direita, até o retângulo.
2	Após definir a característica ou o problema, deve-se reunir com o grupo de pessoas que estão envolvidas no processo, e fazer um “ <i>brainstorming</i> ” sobre as causas possíveis, anotando as possíveis causas sugeridas.
3	Em seguida relacionar dentro de retângulo, como espinhas grandes, as causas primárias que afetam a característica da qualidade ou o problema definido no primeiro item.
4	Logo após relacionar, como espinhas médias, as causas secundárias que afetam as causas primárias.
5	Relacione, com espinhas pequenas, as causas terciárias que afetam as causas secundárias.
6	Depois, deve-se identificar no diagrama as causas que aparecem exercer um efeito significativo sobre a característica da qualidade ou problema. No entanto é preciso utilizar todo o conhecimento disponível sobre o processo considerado e dados previamente coletados, ou se necessário, coletar novos dados.
7	Finalmente, é necessário registrar informações que constam no diagrama como: Títulos, Data de Elaboração do Diagrama, Responsável pela Elaboração.

Fonte: Werkema, 1995

Segundo Werkema (1995), o histograma é um gráfico de barras no qual o eixo horizontal, subdividido em vários pequenos intervalos, apresenta os valores assumidos por variável de interesse. Para cada um destes intervalos é construída uma barra vertical, cuja área deve ser proporcional ao número de observações na amostra. No Quadro 2.7 serão vistas os passos para construção de um Histograma.

Werkema (1995) descreve alguns princípios básicos que devem ser seguidos durante a construção de um histograma. A autora recomenda na Tabela 2.1 o passo a seguir para a construção de um histograma.

Quadro 2.7: Passos para construção de um Histograma

1	Inicialmente deve ser coletados $n$ dados referentes à variável de interesse. É aconselhável que o valor de $n$ seja superior a 50 para que possa ser obtido um padrão representativo da distribuição;
2	Depois deve escolher o número de intervalos ou classes ( $k$ ). A autora sugere a utilização da Tabela 2.1, elaborada por Ishikawa (1982):
3	Agora deve identificar o menor valor (MIN) e o maior valor (MAX) da amostra;
4	Em seguida, deve-se calcular a amplitude total dos dados ( $R$ ); $R = \text{MAX} - \text{MIN}$ (1)
5	Depois, deve-se calcular o comprimento de cada intervalo ( $h$ ); $h = \frac{R}{k}$ (2) $h$ é denominado amplitude de classe.
6	Deve-se arredondar o valor de $h$ . Este número deve ser múltiplo inteiro da unidade de medida dos dados da amostra.
7	Calcular os limites de cada intervalo, onde é feito da seguinte forma:  Primeiro Intervalo:  Limite Inferior: $LI_1 = \text{MIN} - \frac{h}{2}$ (3)  Limite Superior: $LS_1 = LI_1 + h$ (4)  Segundo Intervalo:  Limite Inferior: $LI_2 = LS_1$ (5) Limite Superior: $LS_2 = LS_1 + h$ (6)  i-ésimo Intervalo:  Limite Inferior: $LI_i = LS_{i-1}$ (7) Limite Superior: $LS_i = LI_i + h$ (8)  Continuar estes cálculos até que seja obtido um intervalo que contenha o maior valor da amostra (MAX) entre os seus limites. Seguindo este procedimento o número final de intervalos será igual a $k + 1$ .
8	Agora deve-se construir uma tabela de distribuição de freqüências, constituída pelas seguintes colunas.  Número de ordem de cada intervalo ( $i$ );  Limites de cada intervalo;  Os intervalos são fechados à esquerda e abertos à direita: as observações iguais ao limite superior

	<p>do intervalo <math>i - 1</math>.</p> <p>Ponto médio <math>x_i</math> do <math>i</math>-ésimo intervalo;</p> $x_i = \frac{(LI_i + LS_i)}{2} \quad (9)$ <p>Tabulação: contagem dos dados pertencentes a cada intervalo;</p> <p>Frequência (<math>f_i</math>) do <math>i</math>-ésimo intervalo;</p> <p><math>f_i</math> = número de observações do <math>i</math>-ésimo intervalo;</p> <p>Observar que a soma de todos os valores de <math>f_i</math> deve ser igual ao tamanho da amostra (<math>n</math>).</p> <p>Frequência Relativa <math>\left(\frac{f_i}{n}\right)</math> do <math>i</math>-ésimo intervalo;</p>
9	<p><b>Desenhe o Histograma:</b></p> <p>Primeiramente deve-se construir uma escala horizontal para representar os limites dos intervalos, em seguida construir uma escala vertical para representar as frequências dos intervalos. Depois desenhe um retângulo em cada intervalo, com base igual ao comprimento (<math>h</math>) e altura igual à frequência (<math>f_i</math>) do intervalo;</p>
10	<p>Finalmente registrar as informações importantes que devam constar no gráfico tais como: Título, Período de Coleta e Tamanho da Amostra.</p>

Fonte: Werkema, 1995

Tabela 2.1: Guia para a determinação do número de intervalos (k)

TAMANHO DA AMOSTRA (n)	NÚMERO DE INTERVALO (k)
< 50	5 – 7
50 – 100	6 – 10
100 – 250	7 – 12
> 250	10 – 20

Fonte: Ishikawa, 1982

### 2.6.6 Diagrama de Dispersão

Consiste na representação em um gráfico (X, Y), posteriormente a coleta de dados, dos pares dos mesmos. Cada um dos dados (X, Y) pertencem a um grupo de estudo. Após se designar os eixos, ajusta-se uma escala e marcam-se os pares de dados para analisar o formato das "nuvens" formadas e descobrir o tipo e a intensidade da relação. Segundo Werkema (1995), o diagrama de dispersão é um gráfico utilizado para a visualização do tipo de relacionamento existente entre duas variáveis. Estas duas variáveis apresentadas pela autora podem ser:

- Duas causas de um processo;
- Uma causa e um efeito de um processo;
- Dois efeitos de um processo.

Logo o diagrama de dispersão pode ser utilizado principalmente para:

- Visualizar a relação entre uma variável com outra e o que acontece se uma delas se alterar;
- Verificar se as duas variáveis estão relacionadas;
- Visualizar a intensidade do relacionamento entre as duas variáveis.

De acordo com Werkema (1995) a forma do Diagrama de Dispersão fornece informações sobre o tipo de relacionamento existente entre as variáveis consideradas. Se no gráfico obtido, à medida que X aumente, Y aumenta, significa que há uma elevada correlação positiva entre as variáveis. Se Y tende a aumentar com X, mas se a forma da relação é menos clara que a anterior, isso significa que o relacionamento entre as variáveis apresenta uma elevada variabilidade, logo há uma moderada correlação positiva entre elas.

Quando os valores assumidos por uma variável não está relacionados aos valores da outra variável, significa que não existe relação entre X e Y. Já quando Y tende a diminuir com o aumento de X, significa que a relação entre as duas variáveis é uma moderada correlação negativa. E, quando valores mais baixos de Y estão diretamente relacionados a valores mais elevados de X, significa que há uma forte correlação negativa consideradas. No Quadro 2.8 consta os passos para a construção de um Diagrama de Dispersão.

**Quadro 2.8: Passos para construção de um Diagrama de Dispersão**

1	<b>Primeiramente coletar pelo menos 30 pares de observações (x, y) das variáveis cujo tipo de relacionamento será estudado;</b>
2	<b>Em seguida registrar os dados coletados em uma tabela;</b>
3	<b>Depois, escolher a variável que será representado no eixo horizontal x. A variável escolhida para representar o eixo x deve ser a preditora da outra variável;</b>
4	<b>Determinar os valores máximos e mínimos das observações de cada variável;</b>
5	<b>Logo após escolher uma escala adequada para os eixos horizontal e vertical. O menor valor da escala deve ser menor que o mínimo e o maior da escala deve ser maior que o máximo das observações da variável correspondente. Os comprimentos dos eixos devem ser aproximadamente iguais;</b>
6	<b>Próximo passo desenhar a escala em papel milimetrado;</b>
7	<b>Depois deve-se representar no gráfico os pares de observações (x, y). Caso existam pares de observações repetidos, indicar este fato desenhando círculos concêntricos;</b>
8	<b>Finalmente, deve-se registrar no diagrama, informações como: Título, Período de Coleta, Números de Pares de Observações, Identificação e Unidade de Medida de Cada Eixo e o Responsável pela Construção do Diagrama.</b>

Fonte: Werkema, 1995

### 2.6.7 Gráfico de Controle

Segundo Feigenbaum (1994), os gráficos de controle são ferramentas gráficas mais recomendadas para o controle da qualidade de materiais, bateladas, itens e montagens, pois permitem avaliar se uma produção está sob controle, ou seja, apresentam o desempenho do processo de produção ao longo do tempo. Eles comparam a variação real na produção de itens com os limites de controle estipulados para esses mesmos itens.

De acordo com Werkema (1995), o “gráfico de controle é uma ferramenta utilizada para monitoramento da variabilidade e para a avaliação da estabilidade de um processo”.

Os gráficos de controle analisam o comportamento do processo de fabricação, permitindo que se possa atuar no processo de forma preventiva efetuando ações corretivas no momento em que ocorrerem desvios e assim permitam manter o processo dentro de condições preestabelecidas. Os gráficos de controle também podem ter um papel importante na aceitação

do produto, pois o controle estatístico verifica a estabilidade do processo e a homogeneidade do produto.

Existem gráficos de controle para atributos e para variáveis:

- **ATRIBUTOS:** estudam o comportamento de números e proporções. Exigem somente uma classificação de medições descontínuas como boa ou má;
- **VARIÁVEIS:** referem-se a aspectos como peso, comprimento, densidade, concentração, etc. Exigem medições em uma escala contínua.

A variação provocada por causas comuns é inerente ao processo de fabricação e esta presente mesmo que todas as operações sejam padronizadas. Assim, se apenas causas comuns atuam em um processo, esse está sob controle estatístico. Já as causas especiais de variação surgem quando o processo apresenta comportamento diferente do usual. Neste caso, quando causas especiais atuam sob um processo, ele está fora de controle estatístico. Assim, um gráfico de controle é capaz de informar se o processo está ou não sob controle estatístico.

Dados variáveis contêm mais informações que atributos e por isso são os preferidos para o Controle Estatístico do Processo (CEP) e essenciais diagnósticos.

Os gráficos de controle exibem três linhas paralelas ao eixo X.

- **Linha Central:** representa o valor médio do característico de qualidade exigido;
- **Linha Superior:** representa o limite superior de controle (LSC);
- **Linha Inferior:** representa o limite inferior de controle (LIC).

A faixa entre os limites de controle define a variação aleatória no processo. Se os pontos traçados no gráfico estiverem dentro dos limites de controle e estiverem dispostos de forma aleatória, pode-se dizer que o processo está sob controle estatístico. Caso contrário, se um ou mais pontos estiverem fora dos limites de controle ou estiverem dispostos de forma não aleatória, pode-se dizer que o processo está fora de controle estatístico. Então, indicam uma ou mais causas determináveis de variação, e assim precisa-se identificar os fatores que causam tais variações para que esses pontos sejam eliminados.

As causas de variação num processo podem ser classificadas em comuns ou especiais. As causas comuns são as causas difíceis de identificar. São causas relacionadas com o sistema e demandam ações gerenciais, porém ao serem descobertas devem ser logo corrigidas, como por exemplo, método de trabalho incorreto, dentre outros. Já as causas especiais são mais fáceis de resolver porque são mais claramente determinadas, são locais, como exemplo temos desgaste de ferramenta, matéria-prima fora das especificações, operador inexperiente.

A seguir no Quadro 2.9 e Quadro 2.10 serão vistas as fórmulas para a construção dos tipos de gráficos de controle para atributos e para gráfico de controle para variáveis. Serão vistas também na Quadro 2.11 as etapas para construção de um Gráfico de Controle.

**Quadro 2.9: Fórmulas dos Tipos de Gráficos de Controle de Atributos**

TIPOS DE GRÁFICOS	FÓRMULAS	
	Linha Média	Limites de Controle
<b>p</b> Proporção de Defeitos	$\bar{p} = \frac{\sum d}{\sum n}$	$\bar{p} \pm 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$
<b>np</b> Número Total de Defeituosos	$n\bar{p}$	$n\bar{p} \pm 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$
<b>c</b> Número de Defeitos na Amostra	$\bar{c} = \frac{\sum c}{m}$	$\bar{c} \pm 3\sqrt{\bar{c}}$
<b>u</b> Defeitos por Unidade	$\bar{u} = \frac{\sum c}{\sum n}$	$\bar{u} \pm 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$

Fonte: Galuch, 2002

Werkema (1995) ainda diz que quando os pontos caem fora dos limites de controle, significa que o processo está fora do controle estatístico.

## 2.7 *Brainstorming* (Busca de Soluções)

O termo *Brainstorming* significa “tempestade de idéias”. Este é o objetivo principal desta ferramenta: a geração de uma grande quantidade de idéias. Quanto mais idéias, melhores os resultados. Para que isso ocorra, o ideal é que o *Brainstorming* reúna uma grande e diversa equipe. Nesse ambiente, as idéias lançadas por uma pessoa acabam por inspirar outras pessoas e, assim, as idéias vão fluindo, a velocidades cada vez maiores.

O *Brainstorming* foi desenvolvido por Alex Osborn em 1930, trata-se de uma técnica bastante simples e agradável, utilizável em diversos tipos de reuniões, com a finalidade de explorar a criatividade do time.

**Quadro 2.10: Fórmulas dos Tipos mais comuns de Gráficos de Controle para Variáveis**

TIPO DE GRÁFICO	LIMITES DE CONTROLE	
	GRÁFICO	FÓRMULAS
$\bar{X}$ e $R$	Média	$LSC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 * \bar{R}$ $LMC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}}$ $LIC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 * \bar{R}$
	Amplitude	$LSC_R = D_4 * \bar{R}$ $LMC_R = \bar{R}$ $LIC_R = D_3 * \bar{R}$
$\bar{X}$ e $s$	Média	$LSC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_3 * \bar{s}$ $LMC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}}$ $LIC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_3 * \bar{s}$
	Desvio-Padrão	$LSC_s = B_4 * \bar{s}$ $LMC_s = \bar{s}$ $LIC_s = B_3 * \bar{s}$
$\tilde{X}$ e $R$	Mediana	$LSC_{\tilde{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 * \bar{R}$ $LMC_{\tilde{X}} = \bar{\bar{X}}$ $LIC_{\tilde{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 * \bar{R}$
	Amplitude	$LSC_R = D_4 * \bar{R}$ $LMC_R = \bar{R}$ $LIC_R = D_3 * \bar{R}$
$X$ e $R$	Individuais ( $X$ )	$LSC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + 2,660 * \bar{R}$ $LMC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}}$ $LIC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - 2,660 * \bar{R}$
	Amplitude	$LSC_R = 3,267 * \bar{R}$ $LMC_R = \bar{R}$ $LIC_R = 0$

Fonte: Galuch, 2002

**Quadro 2.11: Etapas para construção de um Gráfico de Controle.**

1	Inicialmente, é preciso escolher a característica da qualidade a ser controlada;
2	O segundo passo é coletar os dados. A autora recomenda que seja coletadas $m$ amostras (subgrupos racionais), cada uma contendo $n$ observações da característica da qualidade de interesse, em geral $m = 20$ ou $25$ , pelo menos, e $n = 4, 5$ ou $6$ . Deve-se coletar as amostras em intervalos sucessivos e registrar as observações na ordem em que foram obtidas;
3	Em seguida, calcular a média de cada amostra;
4	Depois, calcular a média global;
5	Logo após, calcular a amplitude $R_i$ de cada amostra;
6	Calcular a amplitude média;
7	Calcular os limites de controle;
8	Em seguida, traçar os limites de controle. Marcando o eixo vertical do lado esquerdo com os valores da média global e da amplitude de cada amostra, e o eixo horizontal com os números das amostras;
9	Marcar os pontos;
10	Deve-se registrar informações como: Título, Tamanho da Amostra ( $n$ ), Período de Coleta dos Dados, Nome do Processo e do Produto, Método de Medição, Responsável pela Construção do Gráfico;
11	Para em seguida interpretar os dados do gráfico construído;
12	Depois, deve-se verificar se os estados de controle avançado é adequado ao processo tendo em vista considerações técnicas e econômicas. Se o estado de controle verificado for adequado, adotar o gráfico para controle atual e futuro do processo. Caso contrário, conduzir ações de melhoria ate que seja atingido o nível de qualidade desejado para o processo;
13	Finalmente, deve-se reverter periodicamente os valores dos limites de controle.

Fonte: Werkema, 1995

Segundo comenta Chiavenato (1995):

O “*brainstorming*” é uma técnica de geração de idéias que vem conquistando notável espaço nas empresas preocupadas com a administração participativa e com a qualidade total. Na realidade, o “*brainstorming*” é uma espécie de bate-papo direcionado, uma troca de idéias a respeito de um determinado assunto. O bate-papo ocorre nas reuniões entre executivos, dirigentes e funcionários ou com fornecedores e clientes para criar um clima de descontração e facilitar o relacionamento, e pode favorecer ou não o surgimento de idéias novas que ajudem na solução de alguma situação ou problema. Mas o bate-papo carece de direcionamento e pode levar à dispersão. O “*brainstorming*” não é espontâneo. É uma técnica cujo princípio básico reside na ausência de julgamento ou de autocrítica. Todas as idéias são aceitas, mesmo aquelas aparentemente absurdas. O objetivo é incentivar o grupo a liberar todo seu conhecimento e

criatividade sem barreiras, temores ou restrições. A partir da quantidade de idéias geradas é que se pode chegar à qualidade ou até à solução da situação ou do problema. O mérito deixa de ser exclusivo de alguém para ser o resultado do trabalho de toda uma equipe. O número de participantes não é rígido e costuma variar de seis a doze pessoas sentados ao redor de uma mesa. Dura cerca de 15 minutos. A ordem seguida costuma ser o sentido horário, para que todos os participantes tenham oportunidade de expor suas idéias

De acordo com Campos (1996), *brainstorming* é uma técnica de reunião em grupo extremamente eficaz tanto para a escolha do problema a ser trabalhado como para seu entendimento e resolução. Também é conhecida pelos nomes: Tempestade Cerebral, Tempestade de Idéias. Baseia-se no princípio da suspensão do julgamento e na teoria de que quantidade origina qualidade, ou seja, quanto maior o número de idéias geradas, maior será a possibilidade de resolução dos problemas.

Em uma primeira fase, criativa, os participantes de uma equipe são encorajados a expor sem censura suas idéias. Eles devem estar desinibidos e externar as idéias tal qual aparecerem, de tal forma a relaxar todas as inibições durante a geração de idéias, permitindo assim aumentar o seu número num clima apropriado. É nesta fase que a quantidade prevalece à qualidade. “Quanto mais, melhor!”, pois assim será maior a chance de conseguir soluções aos problemas, diretamente ou por meio de novas associações. Os participantes são motivados a exercitar o hemisfério criativo do cérebro (direito), pois são proibidas tanto as autocensuras quanto às censuras às idéias dos outros evitando assim eventuais bloqueios por parte dos participantes.

Na fase seguinte, os esforços do grupo são direcionados para analisar e criticar as idéias apresentadas. Já nesta fase os participantes utilizam o hemisfério (esquerdo) racional do cérebro, analisando e criticando cada uma das sugestões apresentadas. É aconselhável combinar e melhorar as idéias já existentes, pois uma nova idéia é normalmente frágil e precisa ser reforçada para que seja considerada boa. Esta técnica pode ter muitos usos de acordo a necessidade, pois não só pode ser usado na geração de idéias, mas também na crítica de idéias ou na escolha de um problema, mas sempre respeitando as regras citadas acima.

O *Brainstorming* é utilizado por times, para gerar grande quantidade de idéias, em curto espaço de tempo para (CAMPOS, 1996):

- Levantar problemas;
- Identificar as causas do problema;
- Gerar alternativas para solução do problema;

- Antecipar futuros problemas ou causas;
- Desenvolver novos produtos;
- Em campanhas publicitárias;
- Em estratégia de marketing;
- E em outras várias aplicações, pois é uma ferramenta muito flexível.

## **2.7.1 O *Brainstorming* é realizado em 3 etapas:**

### **2.7.1.1 1ª - Definição do Problema**

- O líder/coordenador deve apresentar brevemente o assunto ou o problema que será abordado;
- O líder/coordenador deve expressar o problema na forma de uma pergunta que deverá ser iniciada por O QUE? COMO? ou POR QUE?, dependendo do problema escolhido e destacá-lo no quadro negro ou *flip-chart*;
- O objetivo é deixar os integrantes cientes sobre o que vão opinar.

### **2.7.1.2 2ª - Fase Criativa**

- O líder/coordenador deve conceder um tempo para que os integrantes pensem sobre o assunto;
- O líder/coordenador convida o time a apresentar as idéias;
- Cada integrante deve colocar suas idéias, verbalmente ou por escrito;
- Todos devem apresentar o maior número de idéias possíveis;
- Na medida em que os integrantes geram idéias, o líder ou outro integrante do time anota cada idéia no quadro negro ou *flip-chart*.

### **2.7.1.3 3ª - Fase Crítica**

- O time analisa as idéias: comparando e eliminando as que são iguais ou que tem o mesmo sentido, as inadequadas e selecionando as melhores idéias;

- Cada integrante deve esclarecer suas idéias, quando necessário;
- Depois da análise das idéias geradas é que se pode chegar a uma decisão bem fundamentada para solução do problema.

### **2.7.2 O *Brainstorming* tem regras que devem ser respeitadas (CAMPOS, 1996):**

- Não Criticar as Idéias - As pessoas não devem criticar as idéias de um colega. A participação de todos é necessária e a crítica poderá inibir o colega;
- Não Interpretar as Idéias dos Participantes - Elas deverão ir para o quadro negro ou *flip-chart* com as mesmas palavras em que foram expressas;
- Não Deve Haver Discussões Durante a Sessão - Debates paralelos não contribuem para a geração de idéias;
- Incentivar a Liberdade - As pessoas devem sentir-se à vontade para gerarem o máximo de idéias. Quanto mais idéias melhor. A capacidade de contribuição está acima, inclusive, das diferenças hierárquicas, pois, nesse instante, todos devem colocar-se como iguais;
- Vale a Carona na Idéia de um Colega - Se o sentido for o de acrescentar algum detalhe, pode-se aproveitar uma idéia anterior;
- Tempo de Duração - O tempo de duração de uma sessão está vinculado à capacidade de geração de novas idéias. Em geral 15 minutos são suficientes;
- Material Necessário - O time precisa de material individual para anotação (folha de papel) e um quadro negro ou um *flip-chart*.

### **2.7.3 Tipos de *Brainstorming*:**

#### **2.7.3.1 *Brainstorming* Estruturado (rodada)**

Cada integrante deve dar uma idéia a cada rodada (sentido do relógio). Se um integrante não tiver nada a sugerir quando for a sua vez, ele responde “passo” e aguarda a próxima rodada. O *brainstorming* termina quando nenhum dos integrantes tiver mais idéias e todos passam à vez em uma rodada

<b>Vantagens:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propicia a todos os integrantes a oportunidade igual de falar;</li> <li>• Envolvimento de todo o time, mesmo os que são tímidos;</li> <li>• Evita que algum integrante do time domine a discussão;</li> <li>• Permite a associação de idéias (carona).</li> </ul>
<b>Desvantagens:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enquanto os integrantes aguardam a sua vez, pode-se desenvolver um clima de ansiedade o que facilita o esquecimento de algumas idéias.</li> </ul>

### 2.7.3.2 *Brainstorming* Não Estruturado (livre direção)

Os integrantes do time simplesmente dão as idéias conforme elas surgem na mente. O *brainstorming* termina quando nenhum dos integrantes tiver mais idéias e todos concordam em parar.

<b>Vantagens:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• É a forma mais espontânea;</li> <li>• Facilita a proliferação de idéias;</li> <li>• Dificulta o esquecimento de idéias;</li> <li>• Favorece rápida combinação de idéias.</li> </ul>
<b>Desvantagens:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Favorece a inibição dos integrantes mais tímidos;</li> <li>• Facilita o domínio da sessão por alguns integrantes;</li> <li>• Pode-se criar certa confusão se todos falarem ao mesmo tempo.</li> </ul>

### 2.7.3.3 *Brainstorming* Fechado ou *Brainwriting* (organizado)

Cada integrante do time deve escrever 3 idéias em uma folha e passar para o seu colega da esquerda para acrescentar mais 3 idéias diferentes. Os papéis são passados a seguir, no mesmo sentido de rotação, repetindo o processo até que a mesma folha tenha passado 5 vezes pelo mesmo integrante. O *brainstorming* termina após ter passado 5 vezes pelo mesmo integrante ou quando esgotar a lista de idéias. Como vantagens deste tipo pode-se relacionar:

- Facilita o controle da técnica em times novos;
- Facilita a comunicação de integrantes mais tímidos;
- Inibe qualquer crítica antecipada.

A finalidade e as regras do *Brainstorming* são dirigidas no sentido de se conseguir acordo nos planos de ação. O acordo pode ser obtido entre os membros do grupo sobre os planos de ação,

força a consideração de todos os aspectos do problema e alerta cada um deles para possíveis objeções às linhas de ações escolhidas.

Um expediente útil para um concurso de opiniões é permitir ao grupo algum “tempo para pensar” antes, durante e depois das sessões de *Brainstorming*.

## 2.8 Plano de Ação 5W1H

Segundo Reyes e Vicino (2006), 5W1H é a sigla que dá o nome a um instrumento de gestão utilizado em programas de Gestão de Qualidade Total, que tem por objetivo a programação das ações de forma precisa e padronizada, evitando divagações e direcionando para resultados. Resulta da junção iniciais de seis palavras da língua inglesa:

O 5W1H é um tipo de lista de verificação utilizada para informar e assegurar o cumprimento de um conjunto de planos de ação, diagnosticar um problema e planejar soluções. Ultimamente, tem-se incluído mais um H de *How much* (quanto custa). Na medida em que os processos se tornam cada vez mais complexos e menos definidos, fica mais difícil identificar sua função e ser satisfeita, bem como os problemas, as oportunidades que surgem e as causas que dão origem aos efeitos sentidos.

Esta técnica consiste em equacionar o problema, descrevendo-o por escrito, da forma como é sentido naquele momento particular: como afeta o processo, as pessoas, que situação desagradável o problema causa. Com a mudança do final da pergunta, pode-se utilizá-lo também como um plano de ação para implementação das soluções escolhidas.

### 2.8.1 As seis perguntas: 5W1H (Identificar as Origens)

É uma ferramenta, muito usada em conjunto com o PDCA no estabelecimento de um plano de ação. À medida que os processos tornam-se mais complexos e menos definidos, fica mais difícil identificar sua função a ser satisfeita, bem como os problemas e as causas que dão origem aos efeitos sentidos. 5W1H é um *check-list* muito útil para enfrentar essas situações, garantindo que todos os ângulos de um problema sejam abordados, conforme explicado no quadro abaixo. A sigla vem das palavras em inglês podem ser entendida como.

<b>What (O que?)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que materiais utilizar?</li> <li>• Quais são os equipamentos?</li> <li>• O que envolve o serviço?</li> <li>• Quais são as condições de entrega?</li> <li>• O que será feito?</li> </ul>
<b>When (Quando?)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quando iniciar o serviço?</li> <li>• Quando verificar?</li> <li>• Qual é o prazo de execução?</li> <li>• Quando será feito?</li> </ul>
<b>Where (Onde?)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onde será feito o serviço?</li> <li>• Onde estão os materiais?</li> <li>• Onde armazená-los?</li> </ul>
<b>Why (Porque?)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por que se deve verificar o serviço?</li> <li>• Quais são os riscos da falta de controle?</li> <li>• Porque será feito?</li> </ul>
<b>Who (Quem?)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quem deve fazer o serviço?</li> <li>• Quem deve verificar?</li> <li>• Quem fará?</li> </ul>
<b>How (Como?)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como executar o serviço?</li> <li>• Como será feito</li> <li>• Como verificá-lo?</li> </ul> <p>Obs.: Atualmente acrescenta-se mais um “H”(How Much) – Quanto?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quanto de material será utilizado?</li> <li>• Quanto de mão-de-obra será utilizado?</li> </ul>

Logo as ferramentas 5W1H é utilizada segundo Reyes e Vicino (2005), para:

- Referenciar as decisões de cada etapa do desenvolvimento do trabalho;
- Identificar as ações e responsabilidades de cada um na execução das atividades.

### 3 ESTUDO DE CASO

Como o objetivo principal deste trabalho tem-se a melhoria da qualidade do produto e o índice de desperdício dos produtos. A seguir será realizada uma breve descrição da empresa onde o estudo de caso foi realizado.

#### 3.1 Descrição da Empresa

O GRUPO XYZW é formado por duas empresas que foram criadas, especialmente, para proporcionarem maior facilidade e rapidez no fornecimento de produtos descartáveis para área médica e odontológica. São as empresas XY Indústria e Comércio de Importação e Exportação Ltda. e a ZW Ltda.

A XY, Indústria e Comércio de Importação e Exportação Ltda. está situada no Parque Industrial na cidade de Maringá – Paraná, apresentando uma área total de aproximadamente 400 m<sup>2</sup>. A empresa obteve sua autorização de funcionamento em abril de 1999, entretanto inicialmente as atividades se restringiam a importação de produtos e sua venda. Em meados de 2002, frente à demanda do mercado, a indústria se deparou com a necessidade de fabricar seus próprios produtos. A finalidade da fabricação inicial consistia na produção de sugadores odontológicos descartáveis, entretanto com o passar dos anos a indústria expandiu sua atuação, e atualmente possui devidamente registrado cinco produtos, como também vários processos de registros em andamento.

A XY, Indústria de Comércio de Importação e Exportação Ltda., é uma unidade fabril responsável pela fabricação dos produtos. Sendo que, desenvolve seus produtos com técnicas, processos, tecnologia de ponta e mão-de-obra especializada, tudo para alcançar o máximo de qualidade e perfeição dos produtos.

Já a ZW Ltda. é responsável pela logística dos produtos fabricados e comercializada pelo grupo. Toda parte comercial, administrativa e financeira está centrada nesta unidade. Com experiência comercial na área de produtos médicos e odontológicos, desenvolve um elaborado sistema de telemarketing, tendo representação nos principais estados brasileiros.

### 3.1.1 Mix de Produção

A empresa é classificada pelo tipo de produção em produtos médicas e odontológicas, onde o seu mix de produtos é descrito a seguir.

- Sugadores Odontológicos;
- Máscaras Cirúrgicas Descartáveis;
- Toucas Sanfonadas Descartáveis;
- Caixas para aparelho Ortodôntico;
- Algodão Hidrófilo;
- Compressa de Gases;
- Lençol de Borracha (DIC);

A empresa somente industrializa os Sugadores Odontológicos, Máscaras Cirúrgicas e Toucas Sanfonadas, o restante dos produtos tem sua industrialização terceirizada, sendo que a empresa é somente responsável pela embalagem desses produtos e verificação da qualidade.

### 3.2 Setores da Empresa

A empresa XY é dividida em dois setores, produção e montagem. No setor de produção a fábrica trabalha em três turnos para produzir os Sugadores, as Máscaras e as Toucas, com aproximadamente 20 operários para os três turnos. Já o setor de montagem trabalha em dois turnos e nesse é feita à colagem do sugador e sua embalagem, embalagem das máscaras e toucas e de todos os outros produtos terceirizados. Ainda no setor de montagem os operários seguem rigorosamente o Procedimento Operacional Padrão (POP) para manter o controle de qualidade dos produtos, tendo um total de aproximadamente 50 funcionários.

A empresa possui um setor de qualidade, que é responsável por verificar a qualidade desses produtos. Sendo um Farmacêutico Industrial responsável pelas especificações dos produtos e do seu controle de qualidade e um Engenheiro de Produção gerencia todo o processo da empresa.

A empresa não realiza nenhum teste de qualidade quando dos recebimentos das matérias primas, pois o comprador, os funcionários e o encarregado de produção acreditam que as qualidades das matérias-primas dos fornecedores são de ótima qualidade.

A indústria não possui controle nenhum dos itens estocados, e nem utiliza os conceitos de estoque mínimo, estoque de segurança, ponto de pedido. Os pedidos de compra da matéria-prima são feitos quando o encarregado percebe que o seu estoque está chegando ao fim. Em alguns casos as máquinas ficam paradas por falta de matéria-prima. Os produtos usados para os Sugadores Odontológicos são o PVC e o arame. Nas Máscaras Cirúrgicas e Toucas Sanfonadas são usados o TNT, elástico e viés.

### **3.3 Análise da Produção**

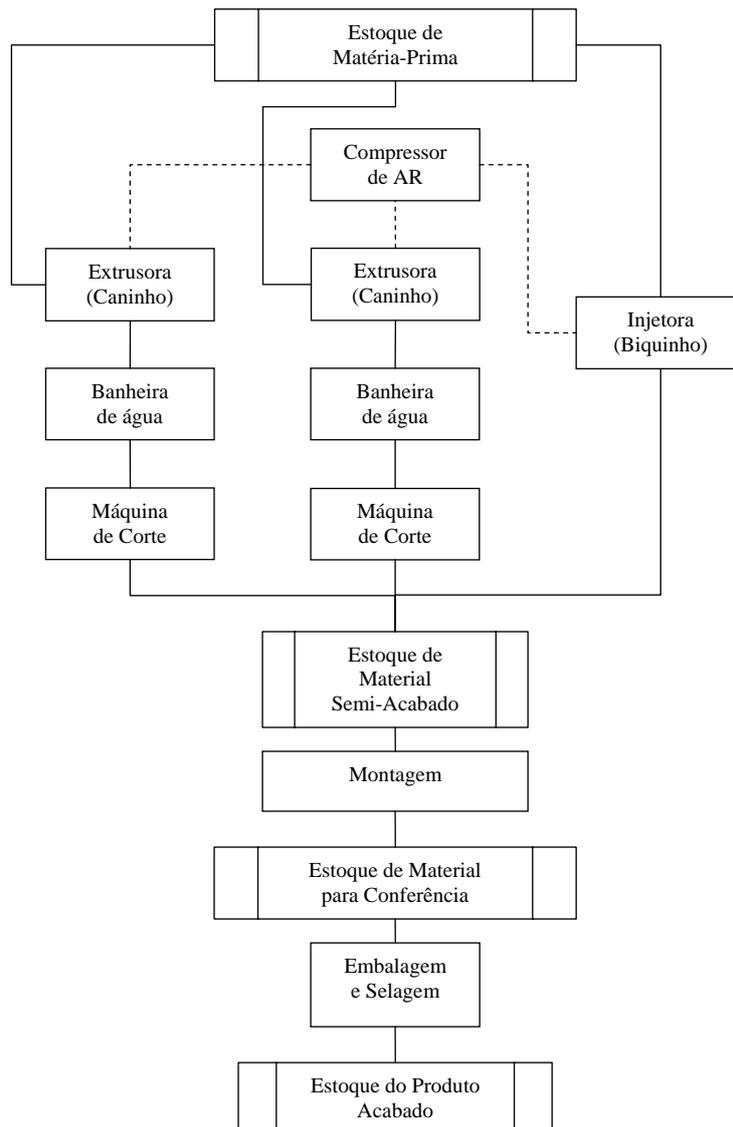
#### **3.3.1 Processo de Produção dos Sugadores Odontológicos Descartáveis**

O processo de fabricação dos sugadores está de modo simplificado, representado na Figura 3.1. As etapas do processo serão descritas a seguir.

As matérias-primas usadas na produção do sugador são o PVC e o arame. No processo equipamentos utilizados são duas extrusoras para produzir os caninhos de PVC com arame, e uma injetora para produzir os biquinhos de PVC.

No processo de produção de caninhos, o PVC é adicionado em um reservatório acoplado a extrusora, e rolo de arame de aproximadamente 30.000 metros também deve estar acoplado junto ao equipamento. O PVC é derretido a 180 °C junto com o arame, sendo que a extrusora deve estar bem regulada com uma pressão de ar constante e ajustada para que o caninho produzido tenha um diâmetro entre 6 mm a 7 mm. Este caninho sai com comprimento constante da extrusora como se fosse uma mangueira comprida, e em seguida passa por uma banheira de água para esfriar de 180 °C para a menor temperatura possível. Isto é feito para que se tenha uma forma regular. Logo em seguida, o caninho passa pela máquina de corte onde suas especificações de comprimento tem que estar rigorosamente dentro do padrão exigido pelo consumidor, medidas em torno de 10,50 cm a 12,00 cm de comprimento.

No processo de produção do biquinho, o equipamento usado é a injetora. Neste o PVC misturado com um pigmento (corante) é derretido a aproximadamente 180° C e é injetado no molde que gera 64 bicos a cada injeção. Neste processo não há muitos problemas já que o processo é bastante automático e regular.



**Figura 3.1: Fluxograma da Produção do Sugador Odontológico Descartáveis**

Após a produção dos componentes que formam o produto, estes são armazenados no setor de material semi-acabado, aguardando para serem montados. Já na área de montagem os biquinhos são colados no caninho em processo manual pelos operários. A cola utilizada é uma espécie de acetona, um pouco tóxico. Por isso os operários são obrigados a usarem equipamentos de proteção individual, como máscaras e luvas. Após a colagem os sugadores são armazenados para serem conferidos, embalados e selados. A conferência e a embalagem também são feitas manualmente pelos operários. Na conferência são descartados todos os sugadores que estiverem defeituosos, como tamanhos fora de padrão, caninhos queimados, biquinhos rachados e entre outros defeitos que estão fora do padrão exigido pelo consumidor.

Ao término desse processo, o produto é embalado em pacotes de 40 unidades. O produto acabado é estocado em caixa de 100 pacotes pronto, para expedição.

### **3.3.2 Processo de Produção das Máscaras Cirúrgicas Descartáveis**

A produção de máscaras atende um mix de 6 produtos:

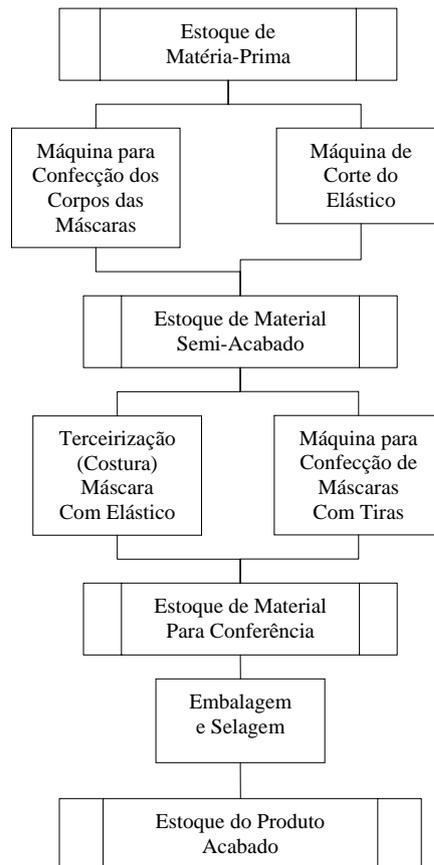
- Máscara Simples Elástica;
- Máscara Simples Tiras;
- Máscara Dupla Elástica;
- Máscara Dupla Tiras;
- Máscara Tripla Elástica;
- Máscara Tripla Tiras.

Todas as máscaras tem o mesmo tamanho padrão de 16 cm X 10 cm nos corpos, com o comprimento de 15 cm nas máscaras com tiras para amarrar e de 12 cm nas máscaras com elástico. A diferença entre as máscaras simples, duplas e triplas é somente na quantidade de camadas de TNT (tecido de polipropileno). Nas máscaras com elásticos, as costuras são terceirizadas, já as de tiras são produção interna. O processo de fabricação dos sugadores está de modo simplificado, representado na Figura 3.2. As etapas do processo são descritas a seguir.

As matérias-primas usadas para produção de máscaras são o TNT, viés e o elástico. O processo começa com os rolos TNT e de viés para produção dos corpos. Observando que uma mesma máquina faz os três tipos de corpos: a simples, duplas e triplas. Já em outra máquina é feito somente corte dos elásticos em tamanhos iguais para a confecção da alça da máscara. Após o processo, os componentes da máscara são armazenados em estoque, e em seguida, uma parte é expedida para terceirizados de costura, e a outra vai para a máquina de confecção de máscaras com tiras.

Na terceirização é feita somente a costura do elástico nos corpos das máscaras e também há um processo de conferência dos mesmos, observando se os produtos estão dentro do padrão. Já na produção de máscaras com tiras é colocado um rolo de viés e, em seguida, inseridas os corpos, um por um, de modo que o viés e o corpo se unifiquem para formar a máscara. Depois de feito todo o processo, os produtos são estocados a espera de conferência e a embalagem é

feita manualmente por operadores. Na conferência são descartadas as máscaras que estiverem fora do padrão exigido pelo consumidor. Estes defeitos são do tipo: tamanho do corpo fora do padrão, comprimento das alças, costuras erradas ou que não esteja bem firme, entre outros defeitos que prejudicam o produto. Ao término desse processo, o produto é embalado em Box de 50 unidades ou pacotes de 50 ou 100 unidades e a embalagem de embarque com caixas 40 unidades são estocados a espera da expedição.

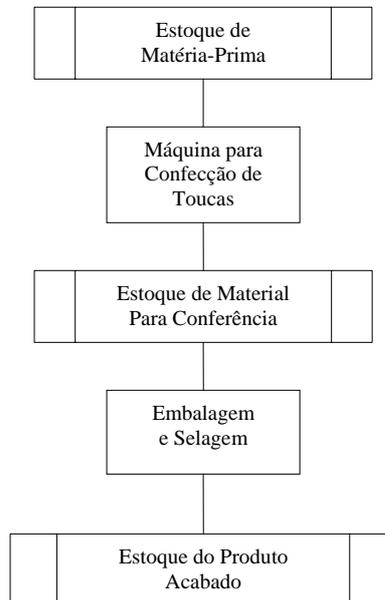


**Figura 3.2: Fluxograma da Produção das Máscaras Cirúrgicas Descartáveis**

### 3.3.3 Processo de Produção das Toucas Sanfonadas Descartáveis

Este produto é o mais simples de ser produzido. A máquina faz todo o processo de produção, e ao operador basta somente adicionar as matérias-primas que são os rolos de TNT e rolos de elástico. Este elástico é mais fino, diferente do elástico das máscaras. A Figura 3.3 apresenta o fluxograma do processo de produção. Após a produção o produto é estocado a espera para conferência e embalagem. Na conferência são descartados os produtos que estão fora do padrão. Ao término desse processo, o produto é embalado em pacotes de 50 ou 100 unidades

e Box de 100 unidades. O produto acabado é estocado em caixas de 24 unidades, prontas para expedição.



**Figura 3.3: Fluxograma da Produção das Toucas Sanfonadas Descartáveis**

### 3.4 Coleta e análise de dados

Para a viabilização deste estudo, formou-se um grupo constituído por integrantes de vários setores da empresa, principalmente por funcionários do chão-de-fábrica, que acompanharam as atividades desenvolvidas e atuaram de forma participativa na análise dos problemas encontrados e na busca de soluções.

Para o desenvolvimento do trabalho, primeiramente coletou-se dados sobre o faturamento da empresa em cada uma das linhas de produção, pois devido aos poucos dados históricos disponíveis, escolheu-se o faturamento como fator de estratificação. Assim, de acordo com os dados obtidos, utilizou-se o Gráfico de Pareto para facilitar a análise.

Depois de restringir o escopo do trabalho à linha que representa o maior faturamento da empresa, uma segunda estratificação foi levada em consideração à quantidade de defeitos. A partir dessas informações, iniciou-se um trabalho de coleta de dados a fim de identificar qual (is) era(m) o(s) defeito(s) mais significativo(s) do produto selecionado. Para realizar esse levantamento coletaram-se informações e dados das quantidades de possíveis defeitos. Assim

fora analisados dados em 2 meses, e a partir desses dados foi feita uma média da quantidade de defeitos por produtos. Esses dados foram sintetizados em tabelas. Logo após, utilizou-se Gráficos de Pareto para priorizar os defeitos do produto selecionado, visto que optou-se por estudar o defeito do produto de maior faturamento.

Iniciando o Ciclo PDCA, na etapa de Planejamento (*PLAN*), utilizou-se para a identificação do problema a tabela obtida através dos dados coletados. Nesse momento também foi definido o grupo de trabalho, a fim de se nomear responsáveis e líderes. Através do Gráfico de Pareto observamos que o produto Sugador Odontológico tem a maior produção e maior faturamento na empresa. Logo estudou-se quais os problemas existente. Depois, na fase de análise, foram realizadas algumas sessões de *brainstorming* com os envolvidos no processo, a fim de identificar as possíveis causas dos defeitos (problemas) selecionados. Uma análise das causas mencionadas foi realizada pelos envolvidos a fim de descobrir quais delas procediam. Em seguida um Diagrama de Causa e Efeito foi elaborado a fim de facilitar a visualização das causas selecionadas como prováveis. Na fase de elaboração do plano, elaborou-se um roteiro para a correção de alguns processos e para a implementação de algumas atividades para bloquear as causas fundamentais dos problemas. Esse plano de ação foi elaborado juntamente com o Gerente de Produção (Engenheiro de Produção), a Farmacêutica Industrial, com o grupo de trabalho e com pessoas de vários setores diferentes. Várias soluções propostas foram analisadas, principalmente em termos de qualidade. O plano de ação foi elaborado utilizando-se o Plano de Ação 5W2H.

Na etapa de Execução (*DO*) o plano de ação foi amplamente divulgado em várias reuniões/treinamentos para conduzir a correta execução do mesmo. Essa foi à etapa mais difícil de ser implementada, pois houve resistência de várias pessoas que se recusavam a mudar a forma de execução de suas atividades rotineiras, e essas atividades da forma como eram executadas, de acordo com os dados levantados, eram as causas de alguns problemas.

Na etapa de Verificação (*CHECK*), novos dados sobre a qualidade do produto foram coletados, e a partir da análise de tais dados foram constatadas a efetividade das ações executadas. Na etapa seguinte, Atuação (*ACTION*), as ações que foram efetivas no bloqueio foram adotadas como padrão, já as consideradas não efetivas passarão por nova análise.

Vale a pena ressaltar que neste trabalho foi implementado somente primeiro giro do Ciclo PDCA, os próximos giros ficarão por conta dos funcionários da empresa.

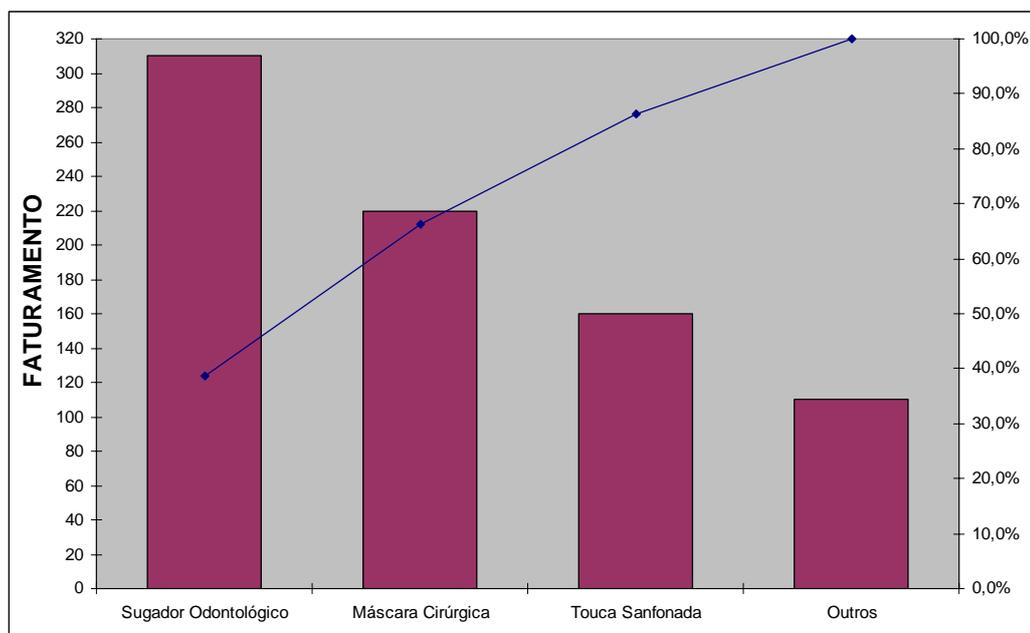
### 3.5 Seleção dos Produtos Abortados no Trabalho

Como mencionado no item anterior, na etapa de planejamento (*PLAN*), primeiramente foi realizada uma coleta de dados para identificar qual o produto seria enfocado nesse trabalho. Os dados sobre o faturamento estão apresentados na Tabela 3.1.

**Tabela 3.1: Faturamento Médio Mensal de Todos os Produtos**

Produto	Faturamento Mensal	Porcentagem(%)
Sugador Odontológico	310.000,00	38,75
Máscaras Cirúrgicas	220.000,00	27,50
Toucas Sanfonadas	160.000,00	20,00
Outros	110.000,00	13,75
<b>TOTAL</b>	<b>800.000,00</b>	<b>100,00</b>

Para facilitar a análise e visualização, um Gráfico de Pareto foi construído com os dados sobre o faturamento dos produtos. Através da Análise de Pareto, apresentado na Figura 3.4, visualiza-se que a maior parte do faturamento da empresa é o do sugador odontológico. Assim optou-se por focar tal linha.



**Figura 3.4: Faturamento Médio Mensal**

Depois de restringir o produto ao de maior faturamento, analisamos em seguida quais os seus tipos de problemas.

### **3.6 Aplicação da Etapa do Planejamento (P) do Ciclo PDCA**

#### **3.6.1 Fase de Identificação do Problema**

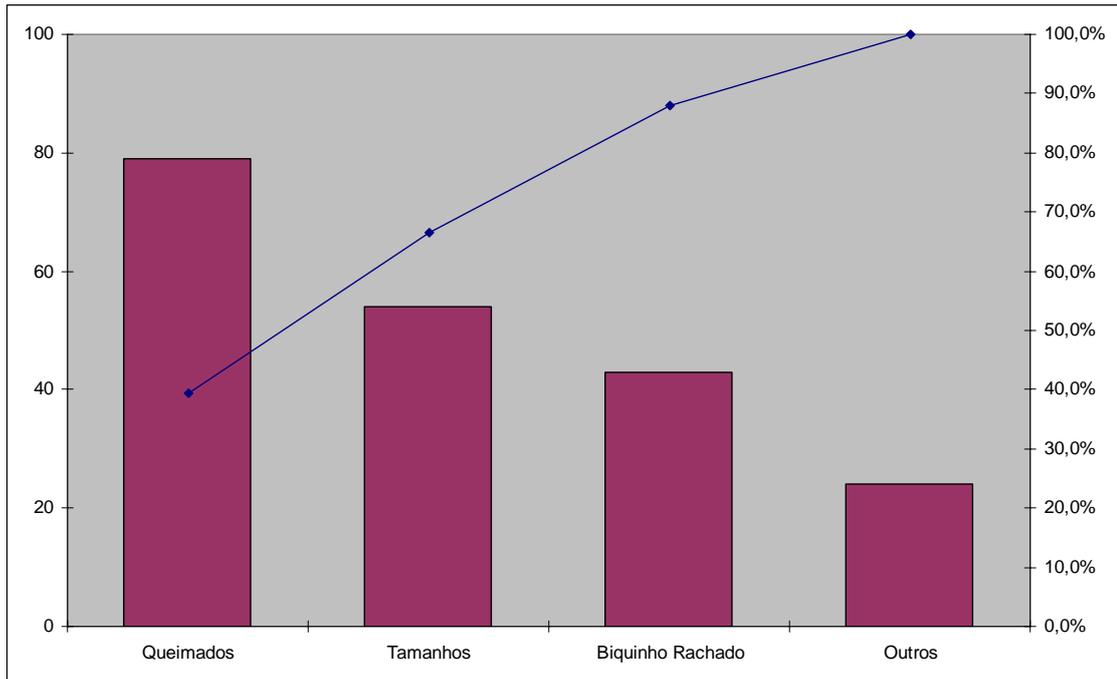
Na fase de identificação do problema da etapa P do ciclo PDCA, o principal objetivo foi identificar quais eram os problemas que esse produto apresentava. Em seguida foram tiradas algumas amostras do produto e através desses dados foi elaborado outro Gráfico de Pareto só com os defeitos encontrados. Estas amostras retiradas foram de 1000 unidades, tendo aproximadamente 200 unidades com defeito. Um valor de 20% de defeitos apresentados. Tais dados foram sintetizados na Tabela 3.2.

#### **3.6.2 Fase de Observação**

Nesta etapa P, um Gráfico de Pareto, utilizando as informações na Tabela 3.2, foi construído. De acordo com as informações apresentada na Figura 3.5, os defeitos que apresentam em maior quantidade nesse produto foram: Caninho Queimado, Tamanho e Biquinho Rachado.

**Tabela 3.2: Defeitos Apresentados por Lote de 1000 Unidades.**

<b>Defeitos</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
<b>Queimados</b>	<b>79</b>	<b>39,50</b>
<b>Tamanhos</b>	<b>54</b>	<b>27,00</b>
<b>Biquinho Rachado</b>	<b>43</b>	<b>21,50</b>
<b>Outros</b>	<b>24</b>	<b>12,00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>200</b>	<b>100,00</b>



**Figura 3.5: Total de Defeitos do Produto Selecionado**

### 3.6.3 Fase de Análise

Na fase de análise, sessões de *brainstorming* foram realizadas a fim de descobrir possíveis causas dos defeitos. A partir delas foram elaborados diagrama de causa e efeito para cada um dos defeitos identificados. A Figura 3.6 consolida todos os diagramas elaborados.

Na Figura 3.7 observamos quais os possíveis problemas que podem queimar o caninho do sugador. Na discussão em grupo na análise dos defeitos, especificamente queimar o caninho, foi observado que as origens principais são a falta de atenção dos operadores e temperatura alta dos equipamentos. Esses problemas ocorrem na operação com a máquina extrusora que é responsável pela fabricação dos caninhos para o sugador odontológico.

Na figura 3.8 observamos os possíveis problemas que podem causar no corte do tamanho dos caninho do sugador. Na análise dos defeitos referente ao tamanho foi observado que, as origens principais são a falta de atenção dos operadores e falta de regulagem das máquinas de corte que está acoplada na extrusora.

Na figura 3.9 foi observado quais os problemas que poderiam causar rachaduras no biquinho dos sugadores odontológicos. Na análise dos defeitos ocasionando biquinho rachado, a causa

dos problemas foi na falta de atenção dos operadores quando utilizavam à máquina injetora. Algumas das causas também foram na dosagem errada do pvc, temperaturas altas do equipamento e na sua limpeza.

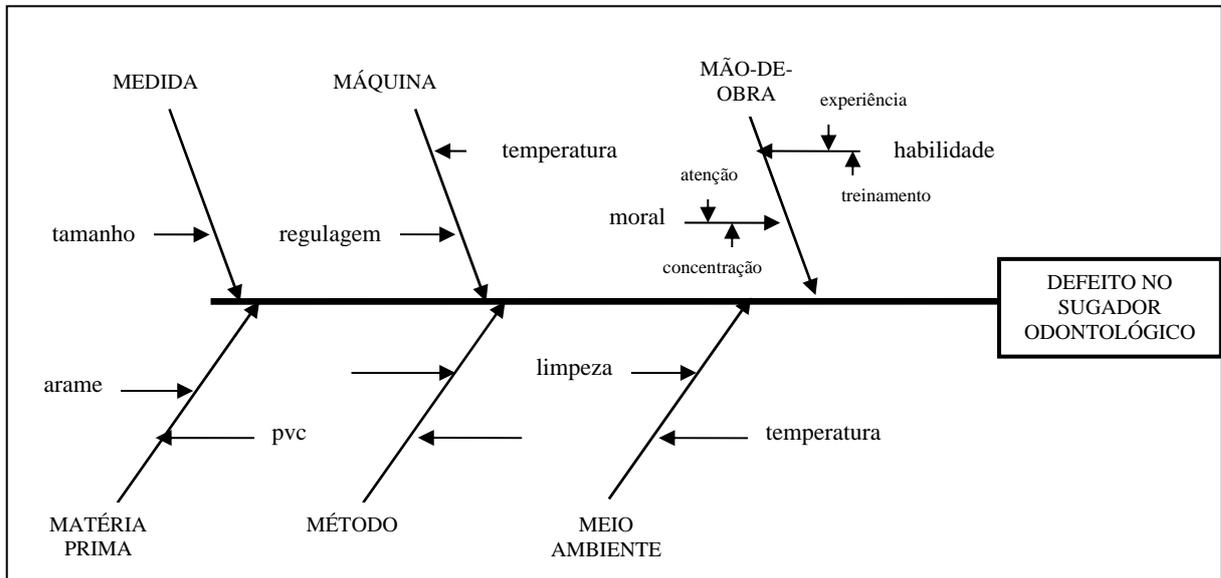


Figura 3.6: Diagrama de Causa e Efeito para os Defeitos no Sugador Odontológico

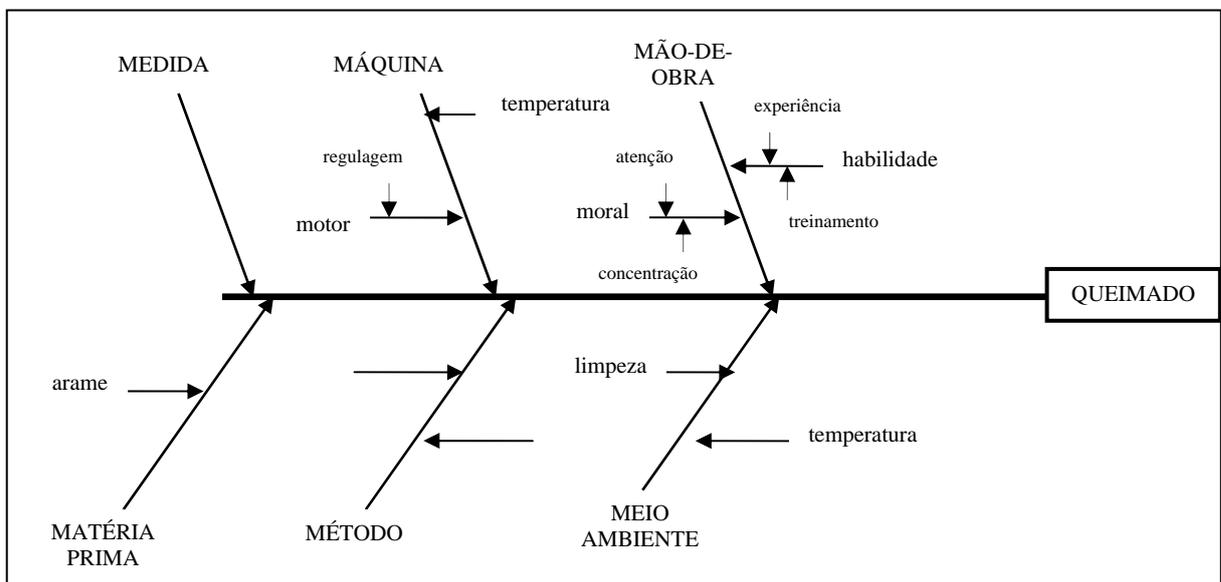
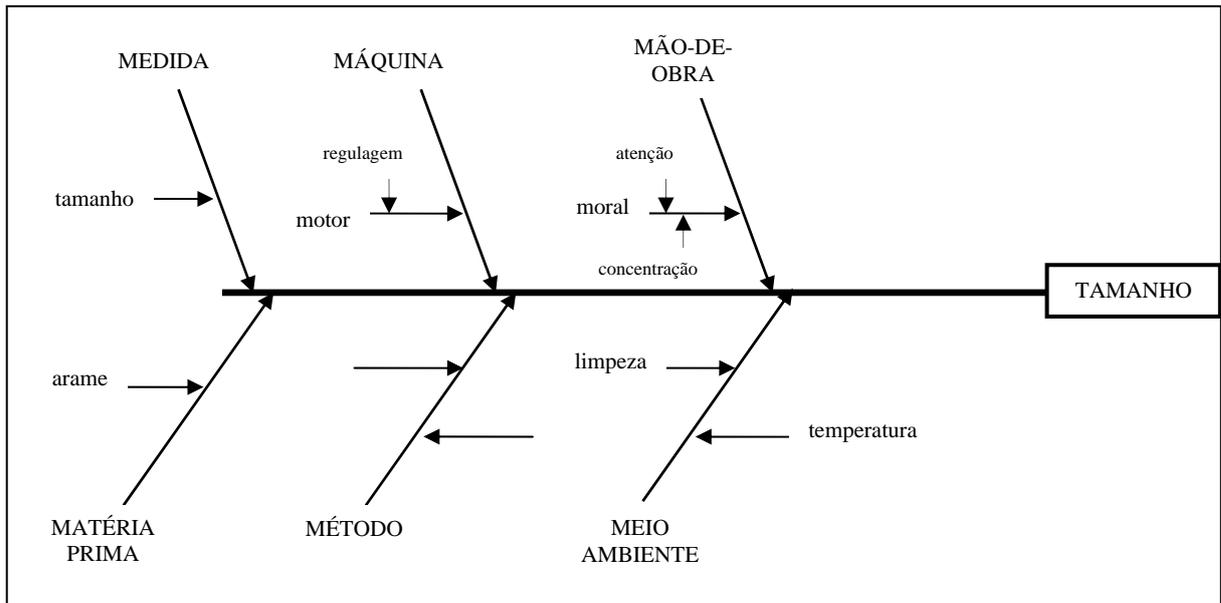
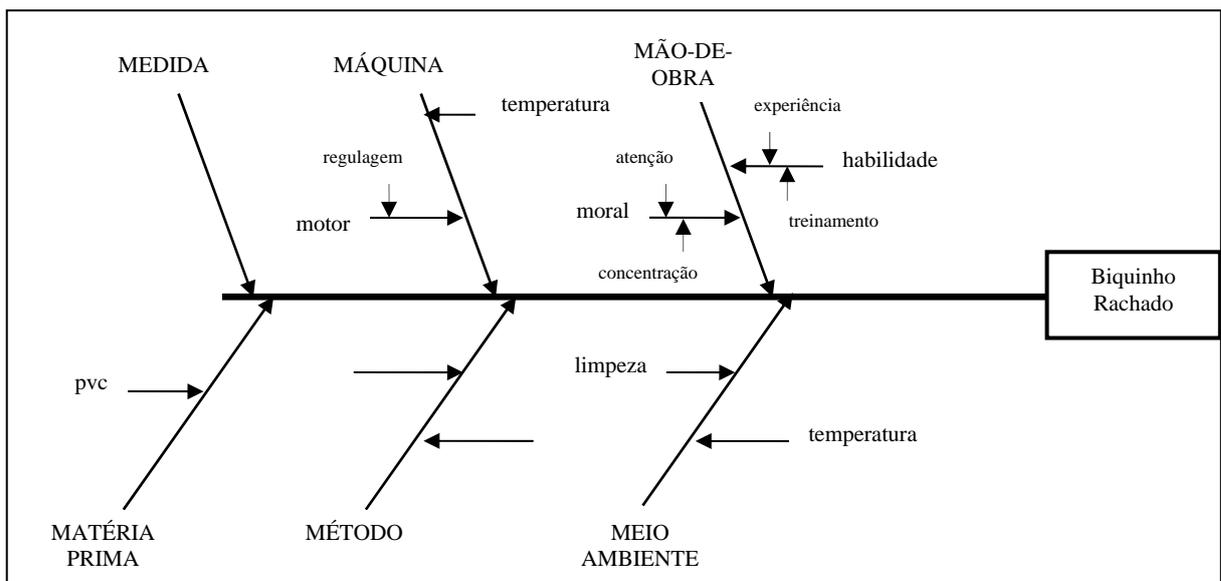


Figura 3.7: Diagrama de Causa e Efeito para os Defeitos no Sugador Queimado.



**Figura 3.8: Diagrama de Causa e Efeito para os Defeitos no Tamanho.**



**Figura 3.9: Diagrama de Causa e Efeito para os Defeitos no Biquinho.**

### 3.6.4 Fase de Elaboração do Plano

No plano de ação, após a análise das possíveis causas para os defeitos selecionados, um plano de ação foi elaborado para bloquear uma dessas causas. Para o defeito “queimado” foi elaborado um plano de ação 5W1H apresentado no Quadro 3.1. Para o bloqueio das causas do defeito “tamanho” foi elaborado o plano no Quadro 3.2. E, para o defeito “biquinho rachado” foi elaborado o plano de ação apresentado no Quadro 3.3.

### 3.7 Aplicação da Etapa de Execução (D) do Ciclo PDCA

Como já mencionado, o plano de ação foi elaborado por tipo de defeito, visto que, as causas dos mesmos são comuns a todos os componentes selecionados. Assim, na etapa de execução algumas das atividades para bloquear as causas foram realmente implementadas.

Para a execução dessa atividade, uma reunião foi realizada a fim de incentivar os operadores a não cometerem erros por falta de atenção. Foram feitos treinamentos a todos os operadores a fim de poder evitar a ocorrência dos defeitos identificados.

**Quadro 3.1: Plano de Ação para Bloqueios das Causas dos Caninhos Queimados**

<b>O que (What)</b>	<b>Quando (When)</b>	<b>Onde (Where)</b>	<b>Por que (Why)</b>	<b>Quem (Who)</b>	<b>Como (How)</b>
<b>Treinamentos operários da Extrusora</b>	<b>Imediatamente</b>	<b>XY</b>	<b>Para minimizar erros</b>	<b>Responsável das máquinas</b>	<b>Seguir o POP</b>
<b>Manutenção da máquina</b>	<b>Constante</b>	<b>XY</b>	<b>Sempre ocorrer problemas de a máquina ficar parada</b>	<b>Técnicos</b>	<b>Fazendo manutenção preventiva</b>
<b>Incentivo aos operários</b>	<b>Imediatamente</b>	<b>XY</b>	<b>Para minimizar erros decorrentes a falta de atenção e de motivação</b>	<b>Diretoria</b>	<b>Pagando bônus no caso da meta ser atingida</b>

**Quadro 3.2: Plano de Ação para Bloqueios das Causas dos Defeitos do Tamanho dos Caninhos**

<b>O que (What)</b>	<b>Quando (When)</b>	<b>Onde (Where)</b>	<b>Por que (Why)</b>	<b>Quem (Who)</b>	<b>Como (How)</b>
<b>Treinamentos operários da máquina de corte</b>	<b>Imediatamente</b>	<b>XY</b>	<b>Para minimizar erros tamanhos do corte</b>	<b>Responsável das máquinas</b>	<b>Seguir o POP</b>
<b>Manutenção da máquina</b>	<b>Constante</b>	<b>XY</b>	<b>Do desgaste da lâmina de corte</b>	<b>Técnicos</b>	<b>Fazendo manutenção preventiva</b>
<b>Retirar amostras</b>	<b>Após os operários terem os seus treinamentos</b>	<b>XY</b>	<b>Para ter melhor controle de qualidade</b>	<b>Farmacêutico industrial</b>	<b>De uma em uma hora</b>

**Quadro 3.3: Plano de Ação para o Bloqueio das Causas do Defeito dos Biquinhos Rachados**

<b>O que (What)</b>	<b>Quando (When)</b>	<b>Onde (Where)</b>	<b>Por que (Why)</b>	<b>Quem (Who)</b>	<b>Como (How)</b>
<b>Treinamentos operários Injetora</b>	<b>Imediatamente</b>	<b>XY</b>	<b>Para minimizar erros tamanhos do corte</b>	<b>Responsável das máquinas</b>	<b>Seguir o POP</b>
<b>Manutenção da máquina</b>	<b>Constante</b>	<b>XY</b>	<b>Do desgaste da lâmina de corte</b>	<b>Técnicos</b>	<b>Fazendo manutenção preventiva</b>
<b>Incentivo aos operários</b>	<b>Imediatamente</b>	<b>XY</b>	<b>Para minimizar erros decorrentes a falta de atenção e de motivação</b>	<b>Diretoria</b>	<b>Pagando bônus no caso da meta ser atingida</b>

### 3.8 Preparação para a Etapa de Verificação (C) e de Atuação (A)

De acordo com a implementação do Ciclo PDCA, as atividades de bloqueio às causas dos defeitos começaram a fazer parte do processo da empresa. Assim depois de um período de adaptação das atividades, foi realizada uma nova coleta de dados a fim de que se pudesse analisar as mudanças que elas provocaram no processo da empresa. Essa coleta foi necessária para a implementação das etapas de Verificação (*CHECK*), e de Atuação (*ACTION*).

### 3.9 Aplicação da Etapa de Verificação (C) do Ciclo PDCA

Elaborou-se a Tabela 3.6, para facilitar a análise, as quantidades de defeitos antes de depois da implementação das atividades de bloqueio. Observa-se que houve uma redução de 28 unidades, o que corresponde uma redução de 35,44% do defeito dos caninhos queimados. Dessa forma, considerou-se que as atividades de instruções aos operadores foram efetivas e o resultado obtido foi satisfatório.

Ainda na Tabela 3.3, observou-se que houve uma redução de 15 unidades no defeito do tamanho do sugador, que corresponde a uma redução de 27,78%. Estas reduções significativas confirmam a efetividade das ações implementadas para reduzir tais defeitos.

**Tabela 3.3: Comparativo das quantidades de defeito antes e depois da implementação das atividades de bloqueio para o sugador odontológico**

<b>Defeitos</b>	<b>Quantidade Antes</b>	<b>Quantidade Depois</b>	<b>Resultado</b>	<b>Porcentagem de Redução</b>
<b>Queimados</b>	<b>79</b>	<b>51</b>	<b>-28</b>	<b>35,44%</b>
<b>Tamanhos</b>	<b>54</b>	<b>39</b>	<b>-15</b>	<b>27,78%</b>
<b>Biquinhos Rachados</b>	<b>43</b>	<b>22</b>	<b>-21</b>	<b>48,84%</b>
<b>Outros</b>	<b>24</b>	<b>28</b>	<b>+4</b>	<b>+16,67%</b>

Observa-se também, que houve uma redução de 21 unidades do defeito biquinho rachado, que corresponde a uma redução de 48,84%. Visto que todas as ações descritas foram implementadas, esses dados confirmam a sua efetividade.

Além dos resultados acima mencionados, as ações implementadas provocaram um efeito secundário positivo que foi no aumento de 4 unidades em outros tipos de defeitos, isso equivale a um aumento de 16,67% nos seus defeitos. Não se sabe qual a causa desse aumento.

### **3.10 Avaliação da Efetividade do Bloqueio das Causas dos Problemas**

Depois da coleta de dados, foi realizada uma reunião com o grupo de qualidade, com o gerente da produção, a farmacêutica industrial e com a gerência da empresa para se avaliar a efetividade das ações adotadas. Através da análise da Tabela 3.6 houve um consenso de que as ações foram efetivas para o bloqueio das causas dos defeitos considerados.

### **3.11 Aplicação da Etapa de Atuação (A)**

#### **3.11.1 Fase de Padronização**

Como as ações implementadas foram consideradas efetivas, a empresa optou por melhorar o Procedimento Operacional Padrão (POP). Da mesma forma, foi estabelecido que treinamentos regulares sejam realizados com outros operadores a fim de diminuir ainda mais os problemas de defeitos. Foi estabelecido que ainda se o operador das máquinas que atingirem produção máxima semanal, com uma porcentagem mínima de erros e defeitos receberá uma bonificação. Esta bonificação foi adotada pela empresa para que cada operário se dedique mais as atividades de seu posto de trabalho.

#### **3.11.2 Fase de Conclusão**

Nessa fase um levantamento dos problemas remanescente foi realizado. Através da análise dos resultados obtidos, percebeu-se que apesar de ter ocorrido uma redução significativa dos defeitos. Ainda ocorre grande quantidade de problemas na produção. Acredita-se que isto se deva ao fato de que nem todas as ações de bloqueio propostas foram realmente implementadas. Dessa forma, sugeriu-se à empresa que este estudo faça parte do próximo giro do Ciclo PDCA.

## 4 CONCLUSÃO

Acredita-se que este trabalho atingiu seus objetivos ou pelo menos uma parte dele, pois uma metodologia de controle e melhoramento contínuo (Ciclo PDCA) foi introduzida na rotina da empresa, fato que proporcionou uma redução nas quantidades de defeitos nos sugadores odontológicos descartáveis, identificando os seus pontos críticos do processo de fabricação e a causas de seus defeitos. Sendo que foram utilizadas algumas ferramentas do CEP e de controle de qualidade para verificação dos problemas na empresa.

Após a análise observou-se que houve uma redução de 35,44% nos defeitos dos caninhos queimados, 27,78% de redução nos defeitos dos tamanhos dos sugadores e ainda uma redução 48,84% nos defeitos dos biquinhos rachados. Mas, por outro lado houve um aumento de 16,67% em outros tipos de defeitos, ou seja, surgiram novo defeitos nos produtos. Estes resultados foram positivos para o melhoramento da produção dos sugadores odontológicos.

Admite-se que, talvez, a forma de escolha do produto abordado no trabalho possa não ter sido a ideal, visto que os outros produtos, apesar de apresentarem um faturamento menor, podem apresentar mais defeitos do que o produto considerado. Porém, o faturamento foi o fator de estratificação mais confiável disponível no momento. Caso as máscaras cirúrgicas descartáveis ou toucas sanfonadas descartáveis tivessem sido abordadas, outros tipos de análises teriam que ser realizadas.

Como os operários nunca participavam das decisões tomadas, o estudo proporcionou uma maior integração entre os níveis hierárquicos da empresa, pois optou-se pela busca conjunta por soluções, ou seja, todos – operários, gerente de produção, farmacêutico industrial, proprietário – eram a oportunidade de participar e opinar em todas as fases do estudo. Assim, a valorização profissional contribuiu para a colaboração dos funcionários na execução das atividades propostas e para uma maior satisfação no trabalho.

Outra mudança que foi incorporada à rotina da empresa foi o estabelecimento de metas. Esta atividade não fazia parte da cultura da empresa. Diante dos resultados positivos, os gerentes passaram a estabelecer metas atingíveis em todos os setores. Logo, o operário que conseguir ter uma produção máxima semanal, com uma porcentagem mínima de erros e defeitos nos produtos, receberá uma bonificação por seu esforço e dedicação. A empresa também passou a

considerar que os treinamentos, palestras e reuniões realizadas com os colaboradores podem proporcionar uma melhoria considerável na execução das atividades.

#### **4.1 Sugestões Para Trabalhos Futuros**

Acredita-se que o gerente de qualidade, juntamente com o grupo de apoio formado no início desse estudo, pode prosseguir como a aplicação de método PDCA para outras linhas de produtos da empresa, visto que eles participaram de todo o processo de implantação do ciclo e que todas as atividades realizadas foram documentadas e disponibilizadas para a empresa. Espera-se também que a empresa prossiga com as atividades iniciadas, realizando o segundo giro do Ciclo PDCA abordando os defeitos remanescentes de forma a manter os resultados obtidos e a continuar a busca por um padrão superior de qualidade.

Sugere-se à empresa, num segundo momento, a implantação do Controle Estatístico de Processo (CEP), pois esta metodologia pode auxiliar na busca da satisfação dos clientes por meio da otimização dos processos produtivos. Além disso, o CEP pode proporcionar um aumento de produtividade e lucratividade através da redução dos níveis de retrabalho e perdas no processo.

## 5 REFERÊNCIAS

AGUIAR, Silvio. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e a Programa Seis Sigma**. Belo Horizonte - MG Ed. Desenvolvimento Gerencial, 2002. 234 p.

ARANTES, G. A.. **Modelo de Avaliação e Lista de Verificação para Projetos de Sistemas Hidrossanitários Prediais (Pós-Graduação)** – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003 P. 21-23. Disponível em: < <http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/9811.pdf> > Acesso em: 5 jul. 2006.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC – Controle de Qualidade Total (no estilo japonês)**: Nova Lima - MG: Ed. INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004. 256p.

CONTE, A. L.; DURSKI, G. R.. **Qualidade**. Disponível em: <<http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/empresarial/5.pdf> >. Acesso em 5 jul. 2006.

CHIAVENATO, I. **Manual de Reengenharia**: um guia para reinventar e humanizar a sua empresa com a ajuda das pessoas. São Paulo: Makron Books, 1995. 236p.

FEIGENBAUM, Armand V. **Controle de Qualidade Total**. São Paulo - SP: Ed. Makron Books, 1994. 313p.

GALUCH, L. **Modelo para Implementação das Ferramentas Básicas do Controle Estatístico do Processo (CEP) em Pequenas Empresas Manufatureira**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) UFSC, Florianópolis, 2002. 86p. Disponível em: <<http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/7969.pdf> > Acesso em 6 jul. 2006

GARVIN, David A. **Gerenciamento da Qualidade: A Visão Estratégica e Competitiva**. Rio de Janeiro - RJ. Ed. Qualitymark, 2002. 356p.

ISHIKAWA, K.. **Guide to Quality Control**. Tokyo, Asian Productivity Organization, 1982.

ISHIKAWA, Kaoru. **Controle de Qualidade Total: A Maneira Japonesa**. Rio de Janeiro - RJ: Ed. Campus, 1993. 221p.

PAIM, I., NEHMY, R. M., GUIMARÃES, C. G.. **Problematização do Conceito "Qualidade" da informação.** Disponível em:

<<http://www.eci.ufmg.br/pcionline/viewarticle.php?id=13>>. Acesso em: 15 jul. 2006.

PALADINI, E. P.. **Gestão da Qualidade no Processo**, Editora Atlas S.A. São Paulo, 1995

PALADINI, E. P.. **Gestão da Qualidade – Teoria e Prática**, 1ª edição Editora Atlas S.A. São Paulo, 2000.

REYES, A. L.; VICINO, S. R.. **Brainstorming.** Disponível em:  
<<http://www.esalq.usp.br/qualidade/ferramentas/brainst.htm>> . Acesso em: 10 jun. 2006.

WERKEMA, Cristina. **Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos: Controle de Qualidade.** Belo Horizonte - MG: Ed. Werkema. 1995. 290p.

**Universidade Estadual de Maringá  
Departamento de Informática  
Curso de Engenharia de Produção  
Av. Colombo 5790, Maringá-PR  
CEP 87020-900  
Tel: (044) 3261-4324 / 4219 Fax: (044) 3261-5874**