

**NOEL TORRES JÚNIOR**

**FATORES CONTRIBUINTES PARA A OBTENÇÃO DA  
QUALIDADE DO PRODUTO NUMA EMPRESA  
PRESTADORA DE SERVIÇOS DE MANUFATURA  
CONTRATADA DE PRODUTOS ELETRÔNICOS**

**Escola de Engenharia - Departamento de Engenharia de Produção  
Universidade Federal de Minas Gerais  
Belo Horizonte – Minas Gerais  
2001**

**NOEL TORRES JÚNIOR**

**FATORES CONTRIBUINTES PARA A  
OBTENÇÃO DA QUALIDADE DO PRODUTO  
NUMA EMPRESA PRESTADORA DE SERVIÇOS  
DE MANUFATURA CONTRATADA DE  
PRODUTOS ELETRÔNICOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

**Área de concentração:** Dinâmica dos Sistemas Produtivos

**Orientador:**

Prof. Lin Chih Cheng

Departamento de Eng. de Produção

Escola de Engenharia - UFMG

**Escola de Engenharia - Departamento de Engenharia de Produção**

**Universidade Federal de Minas Gerais**

**Belo Horizonte – Minas Gerais**

**2001**

À Laís,

Exemplo diário de alegria e vitalidade.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Lin Chih Cheng pela orientação,  
pela confiança demonstrada e  
pelo exemplo de otimismo e de profissionalismo.

A empresa pesquisada pela oportunidade oferecida.

Aos professores do DEP,  
pela receptividade e pelo curso oferecido.

Aos meus familiares, pela compreensão.

À Heloisa,  
pelo amor e ajuda recebidos durante este período.

Aos meus pais pelo forte e carinhoso apoio  
que tornaram este sonho uma realidade

## SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	7
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE GRÁFICOS	9
LISTA DE TABELAS	10
RESUMO	11
<i>CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO</i>	<i>13</i>
<i>CAPÍTULO 2: CARACTERIZANDO O SETOR ELETRÔNICO</i>	<i>20</i>
2.1 Introdução	21
2.2 Características Gerais	22
2.3 Características do Ciclo de Vida do Produto	23
2.4 A tendência à terceirização dos serviços de manufatura	25
<i>CAPÍTULO 3: CARACTERIZANDO AS EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVIÇOS DE MANUFATURA</i>	<i>30</i>
3.1 Introdução	31
3.2 Entendendo o crescimento da receita das Empresas de EMS	31
3.3 Atividades executadas pelas empresas de EMS	35
3.4 A operacionalização das Empresas de EMS	37
3.5 Requisitos desejáveis nas Empresas de EMS	40
3.6 Tendências no Setor	42
3.7 A atuação das Empresas de EMS no Brasil	42
<i>CAPÍTULO 4: GESTÃO DA QUALIDADE- CONCEITOS E TENDÊNCIAS</i>	<i>44</i>
4.1 Introdução	45
4.2 A Gestão da Qualidade em JURAN	46
4.3 Gerenciamento da Qualidade Total (TQM)	51

4.3.1 O Desenvolvimento do Controle da Qualidade Total	51
4.3.2 A Evolução da Garantia da Qualidade	53
4.3.3 Do TQC para o TQM	54
<b>4.4 Programa Seis Sigma</b>	<b>57</b>
<b>4.5 Tendências na área de qualidade</b>	<b>61</b>
<b>CAPÍTULO 5: METODOLOGIA DE PESQUISA</b>	<b>65</b>
<b>CAPÍTULO 6: PESQUISA DE CAMPO</b>	<b>71</b>
<b>6.1 Introdução</b>	<b>72</b>
<b>6.2 A Empresa Pesquisada</b>	<b>72</b>
6.2.1 A Estrutura Organizacional da Empresa	74
<b>6.3 Pesquisa de Campo</b>	<b>75</b>
6.3.1 Período:	75
6.3.2 Abrangência das atividades pesquisadas:	75
<b>6.4 Visão das atividades acompanhadas:</b>	<b>77</b>
<b>6.5 A primeira etapa: O planejamento do processo de montagem dos aparelhos de fax e sua respectiva qualificação e aprovação.</b>	<b>78</b>
6.5.1 Revisão do projeto do produto para verificação da sua clareza e exeqüibilidade	79
6.5.2 Escolha do processo de fabricação, das operações a serem realizadas e das suas seqüências.	80
6.5.2.1 O conceito de dominância	83
6.5.2.2 Planejando o processo para reduzir os erros humanos	84
6.5.2.3 Estabelecendo a relação entre as variáveis do processo aos resultados do produto	88
6.5.2.4 Controle de Processo	88
6.5.2.5 Planejamento para processos críticos	92
6.5.3 Comprovação da capacidade do processo em atender as metas	93
6.5.3.1 Teste do equipamento	93
6.5.3.2 Teste-piloto	93
6.5.4 Transferência do processo produtivo para a produção	96

6.5.4.1 Transferência de know-how	96
<b>6.6 A segunda etapa: Montagem de aparelhos de fax em escala de produção e estruturação das atividades de Controle da Qualidade</b>	<b>99</b>
6.6.1 A pirâmide de controle	99
6.6.2 Execução do Controle da Qualidade	101
6.6.2.1 Controle da Qualidade executado na linha	102
6.6.2.2 Controle da Qualidade executado pelo Operador	104
6.6.3 O Treinamento e a Certificação das pessoas	107
6.6.4 Controle das alterações de processo e produto	109
6.6.5 Monitoramento da Linha pela Empresa NORTE	109
<b>6.7 A terceira etapa: Ações de melhoria da qualidade e atendimento aos requisitos avaliados pela empresa NORTE</b>	<b>111</b>
<b>CAPÍTULO 7: RESULTADOS</b>	<b>114</b>
<b>7.1 Introdução</b>	<b>115</b>
<b>7.2 O setor Eletrônico e as empresas de EMS</b>	<b>115</b>
7.2.1 Tendências em gestão da qualidade e o setor de EMS	116
7.2.2 O Gerenciamento da Qualidade Total e a Empresa SUL	116
7.3.3 O Programa Seis Sigma, o Melhoramento da Qualidade e a Empresa	118
<b>7.3 Um nível satisfatório de Qualidade</b>	<b>118</b>
<b>7.4 As três etapas da intervenção e a Trilogia de Juran</b>	<b>118</b>
7.4.1 Primeira Etapa	120
7.4.2 Segunda Etapa	121
7.4.3 Terceira Etapa	123
<b>7.5 Obtendo um nível satisfatório de Qualidade</b>	<b>123</b>
<b>7.6 Limitações da Pesquisa</b>	<b>126</b>
<b>7.7 Reflexões sobre a Teoria Utilizada</b>	<b>127</b>
<b>7.8 Estudos futuros</b>	<b>128</b>
<b>GLOSSÁRIO</b>	<b>131</b>

***ABSTRACT*** \_\_\_\_\_ **132**

***REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*** \_\_\_\_\_ **133**

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**BGA** – Ball Grid Array  
**CAD** – Computer Aided Design  
**CAE** – Computer Aided Engineering  
**CEO** - Chief Executive Office  
**CM** – Contract Manufacturing  
**CQ** – Controle da Qualidade  
**DFM** – Design for Manufacturability  
**DFT** – Design for Testability  
**EMS** – Electronic Manufacturing Services  
**EP** – Engenharia de Produção  
**GQT** - Gerenciamento da Qualidade Total  
**IEC** – International Electrotechnical Commission  
**IPC** – Institute for Interconnection and packaging ICs  
**IPI** – Imposto sobre Produtos Industrializados  
**IR** – Imposto de Renda  
**NPI** – New Product Introduction  
**OEM** – Original Equipment Manufacturer  
**P&D** – Pesquisa e Desenvolvimento  
**PCI** – Placas de Circuito Impresso  
**PIB** – Produto Interno Bruto  
**PPM** – Parte por milhão  
**QFD** – Quality Function Deployment  
**SMT** – Surface Mount Technology  
**TQC** – Total Quality Control  
**TQM** – Total Quality Management

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.1</b> - Discrepância na Qualidade e seus elementos.....	16
<b>FIGURA 1.2</b> - Exemplificando o Novo Modelo de Produção .....	18
<b>FIGURA 2.1</b> - Exemplificando o Ciclo de Vida do Produto no Setor Eletrônico Atual.....	25
<b>FIGURA 3.1</b> - A evolução dos serviços prestados pelas empresas de serviços de manufatura de produtos eletrônicos .....	38
<b>FIGURA 4.1</b> - Diagrama da Trilogia de Juran .....	50
<b>FIGURA 4.2</b> – Estratégia de Inovação .....	59
<b>FIGURA 6.1</b> – Exemplo de estrutura matricial adotada pela empresa SUL .....	76
<b>FIGURA 6.2</b> - Exemplo de uma sistemática de escalamento para tomada de análise na ocorrência de problemas de processo/produto. ....	105
<b>FIGURA 6.3</b> – Exemplo dos cargos responsáveis pela certificação e cargos certificados em uma linha de produto. ....	109
<b>FIGURA 7.1</b> – Relação entre as três etapas da intervenção e a Trilogia de Juran . ....	120
<b>FIGURA 7.2</b> – Três fatores/pilares que compõem a gestão da qualidade na empresa pesquisada e que permitiram alcançar níveis satisfatórios de qualidade. ....	126

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO 3.1</b> -Previsão de Mercado para as EMS na América do Norte até 2003 .....	33
<b>GRÁFICO 3.2</b> -Participação das Empresas de EMS no mercado, por Faturamento.....	35
<b>GRÁFICO 3.3</b> -Mercados atendidos pelas Empresas de EMS .....	35
<b>GRÁFICO 3.4</b> -Participação no Mercado pelos tipos de serviços oferecidos em 1996 e 2001 .....	37
<b>GRÁFICO 6.1</b> - Exemplo de Projeto e Melhoramento da Qualidade .....	114

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 2.1</b> – Comparação do mercado eletroeletrônico mundial com o crescimento econômico .....	22
<b>TABELA 2.2</b> - Fatores a favor e contra a CM .....	30
<b>TABELA 3.1</b> - Quantidade de Plantas no Brasil das maiores CMs .....	44
<b>TABELA 6.1</b> - Mercado Mundial das CMs por Região Geográfica em Milhões de dólares .....	74
<b>TABELA 6.2</b> – Tipos de erros humanos e ações para sua redução .....	86

## RESUMO

O trabalho retrata a gestão da qualidade em empresas prestadoras de serviços de manufatura de produtos eletrônicos (CMs). Neste novo modelo de produção, as atividades de controle e melhoria da qualidade, pertencentes ao processo de Produção, são realizadas externamente pela CM, mas a grande maioria das atividades de planejamento da qualidade, pertinentes ao Desenvolvimento, permanecem realizadas internamente pela própria empresa detentora da marca (OEM - Original Equipment Manufacturer). Inicialmente o setor eletrônico e as empresas prestadoras de serviços de manufatura existentes no mesmo são analisadas. As características gerais, a operacionalização das empresas de EMS e os motivos da adoção da estratégia de subcontratação no setor são descritos. Posteriormente foram apresentados conceitos e tendências na área de gestão da qualidade, neste capítulo o conceito adotado de gestão da qualidade é explicitado. Em seguida, a pesquisa de campo e as conclusões obtidas são descritas. O estudo foi baseado numa intervenção realizada em uma CM instalada no Brasil, onde o processo de interação realizado entre a CM e seu cliente, OEM, para a efetivação da Gestão da Qualidade de três novas linhas de montagem de produtos finais foi analisado. Apesar da separação existente entre o Desenvolvimento e a Produção, a pesquisa constatou que a OEM conseguiu assegurar níveis competitivos de qualidade de seus produtos. Verificou-se que a distância existente entre o Desenvolvimento e a Produção foi minimizada através de uma ativa participação da OEM na condução das atividades de gestão da qualidade na CM. O trabalho conclui com a descrição dos três fatores que possibilitaram a obtenção de níveis satisfatórios de qualidade dos produtos: 1º) Estrutura organizacional celular que permitiu uma maior comunicação, focalização e agilidade da CM com o seu cliente; 2º) Controle de Processo Produtivo Robusto, onde os erros humanos foram reduzidos e as atividades produtivas foram

monitoradas pela OEM de maneira intensa; 3<sup>o</sup>) Tecnologia da informação e Intensa Padronização Técnica que possibilitaram uma grande uniformidade de conhecimento e rápida disponibilidade e transferência de informações. Apesar da metodologia utilizada não permitir generalizações, baseando-se apenas numa intervenção, devido à existência de uma grande uniformidade de procedimentos no setor, as conclusões obtidas no trabalho podem ser indicativas de aspectos gerais sobre a gestão da qualidade em CMs. Finalmente, sugeriu-se diretrizes para futuros estudos.

***CAPÍTULO 1:***  
***INTRODUÇÃO***

---

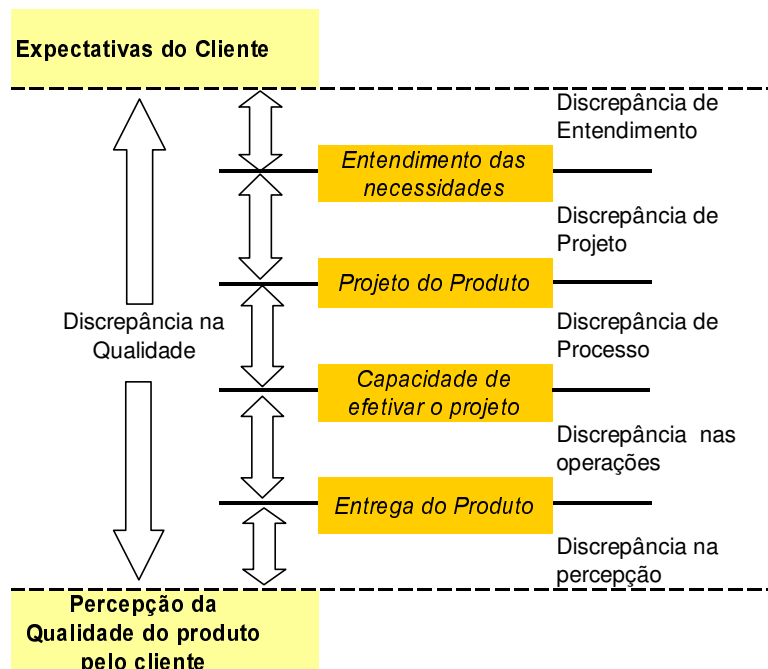
Ao recapitularmos a história, considerando-se o ponto de partida como o período das guildas, perceberemos uma mudança na gestão da qualidade. Neste período, os produtos eram manufaturados pelos artesãos e as guildas atuavam intensivamente em todas as etapas da gestão da qualidade. Elas detinham o domínio sobre o produto de maneira que estabeleciam as especificações para as matérias-primas, as especificações sobre o processo produtivo e o produto final bem como os métodos para as realizações de inspeção e testes. Com o advento da revolução industrial, a divisão das tarefas acentuou-se, sendo necessário o estabelecimento de departamentos para a realização dessas atividades. Ao mesmo tempo em que se conseguiam economias de escala e aumento da produtividade, o crescimento da especialização e da divisão do trabalho se acentuaram. Já no início do século, surgiu o Taylorismo que implementou a separação entre a concepção e execução. Inicialmente, nas guildas, o artesão-mestre concebia o produto e interagiu em todas as etapas do seu ciclo de vida. Com a revolução industrial e com o advento do taylorismo estas atividades eram realizadas por departamentos e pessoas distintas. Isso criou novos problemas para a condução das atividades de gestão da qualidade. (JURAN et al, 1995).

Atualmente, o desenvolvimento de um produto se inicia com a identificação das necessidades e percepções dos clientes. Após essa identificação, um produto é projetado visando atendê-las, com o projeto do produto concretizado, um processo produtivo é construído para fabricação do produto concebido, finalmente após sua manufatura, o produto é entregue ao cliente. É fato que entre as necessidades percebidas pelos clientes e a qualidade alcançada pelo produto entregue pela empresa existe uma Discrepância na Qualidade. A Discrepância na Qualidade é originada nas várias etapas do ciclo de vida do produto, de maneira que esta pode

ser dividida em vários componentes. O primeiro componente é a Discrepância de Entendimento que é a falta de entendimento do que o cliente realmente necessita, originada durante o entendimento das necessidades do cliente. O segundo componente é a Discrepância de Projeto, originada durante o projeto do produto. Mesmo que a empresa tenha a exata noção e conhecimento das necessidades dos clientes o projeto criado falha em atendê-las completamente. O terceiro componente é a Discrepância de Processo, onde o produto fabricado não é capaz de atender plenamente o projeto do mesmo. O quarto componente é a Discrepância nas Operações, pois, a maneira como o processo é operado e controlado, cria deficiências adicionais ao produto final que é entregue ao cliente. O quinto elemento é a Discrepância na Percepção, pois o cliente não é capaz de perceber todas as características existentes no produto adquirido. A Discrepância da Qualidade e seus componentes podem ser melhor visualizadas na Figura 1.1, abaixo.( EARLY, & COLETTI , 1999).

**FIGURA 1.1- Discrepância na Qualidade e seus elementos**

Fonte: Adaptada de EARLY, & COLETTI, 1999, p. 3.2



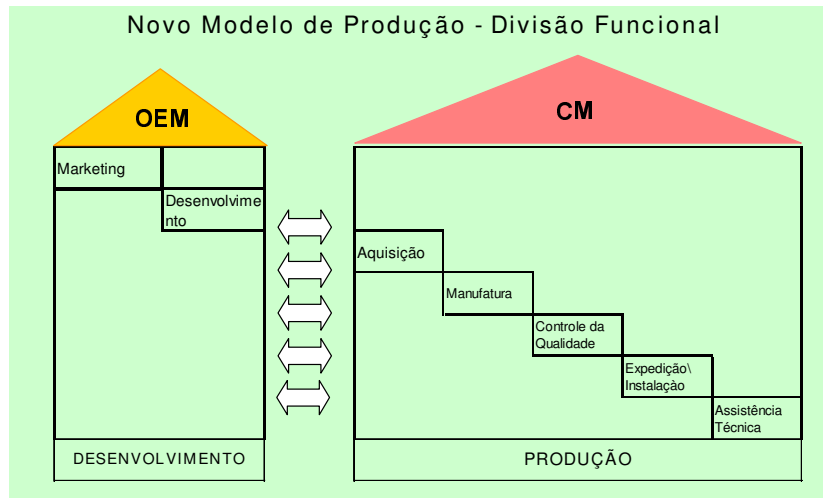
Ao se analisar esta recente historia, à luz do conceito de discrepância da qualidade proposto acima, percebe-se que a gestão da qualidade foi afetada negativamente. Os resultados obtidos pelas empresas japonesas líderes em qualidade evidenciaram o efeito positivo da maior interação entre as áreas funcionais e a maior participação das pessoas nas atividades de gestão da qualidade. WOMACK et al (1992), JURAN (1990, 1992, 1995 e 1999) e ISHIKAWA (1993) ressaltam a importância da efetiva interação e maior proximidade de todas as funções e responsáveis pelo Desenvolvimento e Produção dos produtos para a redução da Discrepância na Qualidade.

Diferentemente a esta tendência, grandes e conhecidas empresas americanas de produtos eletrônicos, líderes em seus setores, têm adotado, com sucesso, a estratégia de subcontratação dos serviços de manufatura que passam a ser realizados pelas empresas de Contract Manufacturing (CMs). Isto ocorre num setor extremamente competitivo, caracterizado por curtos ciclos de vida dos produtos e alta inovação. Muitas vezes as CMs estão localizadas geograficamente a milhares de quilômetros de distância das funções/pessoas responsáveis pelo planejamento da qualidade dos produtos.

Baseando-se numa intervenção em uma empresa prestadora de serviços de manufatura de produtos eletrônicos, instalada no Brasil, este trabalho objetiva conhecer o processo de gestão da qualidade neste novo modelo de produção, onde as atividades de controle e melhoria da qualidade, pertencentes ao processo de Produção, são realizadas por uma CM, mas a grande maioria das atividades de planejamento da qualidade, pertinentes ao Desenvolvimento, é realizada pela OEM (Original Equipment Manufacturer), veja Figura 1.2, mostrada a seguir.

## FIGURA 1.2- Exemplificando o Novo Modelo de Produção

Fonte: Pesquisa do Autor, 2000



Utilizando-se do conceito de Gestão da Qualidade concedido por JURAN (1990, 1992 e 1999), a pesquisa objetiva compreender como a OEM, apesar de não realizar atividades de manufatura, consegue assegurar níveis competitivos de qualidade de seus produtos de maneira que a Discrepância na Qualidade, mais precisamente, a discrepância de processo e nas operações são controladas satisfatoriamente pela OEM e CM.

Proposições utilizadas:

- Para a obtenção de níveis satisfatórios de qualidade é necessário que, a Gestão da Qualidade na CM possibilite uma efetiva interação e coordenação entre o Desenvolvimento, realizado pela OEM, e a Produção, conduzida pela CM.
- A Gestão da Qualidade na CM possibilita uma efetiva interação e coordenação entre o Desenvolvimento e a Produção pois está sustentada por três fatores: 1o) Estrutura organizacional celular; 2o) Controle de

Processo Produtivo Robusto; 3o) Tecnologia da informação e Intensa Padronização Técnica .

Estes objetivos pretendem ser alcançados pela pesquisa através do entendimento do processo de interação realizado entre a empresa prestadora do serviço de manufatura (CM) e seu cliente (OEM) para a efetivação da Gestão da Qualidade de três novas linhas de montagem de produtos finais.

Este assunto merece ser analisado na medida em que este novo modelo de produção está crescendo e ganhando cada vez mais importância no mundo globalizado.

Esta dissertação está estruturada em sete capítulos, incluindo esta introdução.

Pelo seu recente surgimento e por se constituir em um novo modelo de produção, segundo STURGEON (1997), optou-se por analisar o setor eletrônico e o setor de EMS, descritos nos capítulos 2 e 3, respectivamente.

Primeiramente, no capítulo 2 , o setor eletrônico foi analisado de maneira a entender sua dinâmica e as razões que têm levado as grandes empresas de produtos eletrônicos (OEMs) a terceirizarem seus serviços de manufatura e a se concentrarem nas atividades de marketing e P&D.

Dentro do setor eletrônico, o capítulo 3 procurou analisar as empresas prestadoras de serviços de manufatura. Inicialmente foram discutidos os motivos que têm levado estas empresas a crescerem a taxas tão elevadas. Foi abordado o escopo das atividades que as CMs inicialmente prestavam e as atividades que as mesmas tendem a oferecer. Foi descrita a maneira como as CMs são operacionalizadas e os motivos que têm levado as CMs a serem mais competitivas que as próprias OEMs nas atividades de manufatura. Foram expostas também as tendências existentes no setor. Finalmente, foi tratado a presença das CMs no Brasil.

No capítulo 4, analisou-se a Gestão da Qualidade. Inicialmente, no item 4.2, foi abordado o conceito de Gestão da Qualidade elaborado por Juran, em sua Trilogia, que a concebe como sendo constituída de três processos gerencias. No item seguinte, 4.3, foi abordada a Gestão da Qualidade pelo Gerenciamento da Qualidade Total (GQT). A abordagem de GQT utilizada foi a adotada pelos Japoneses e estruturada principalmente pelos autores ISHIKAWA (1993) e KUME (1995). Esta abordagem foi escolhida por representar o estado da arte em termos de GQT. As características e tendências existentes no GQT Japonês foram descritas. No item 4.4, por sua recente divulgação e importância no setor eletrônico, o programa Seis Sigma foi discutido. Finalmente, no item 4.5, abordou-se as tendências existentes em Gestão da Qualidade. Os conceitos expostos neste capítulo não têm a pretensão de esgotar os temas, servem apenas como alicerces para abordar o problema proposto pelo estudo.

A metodologia de pesquisa utilizada foi apresentada no capítulo 5. Neste capítulo, descreveram-se os pressupostos presentes na metodologia escolhida, as limitações da estratégia tomada e os objetivos da pesquisa dentro da metodologia.

No capítulo 6, descreveu-se a pesquisa propriamente dita. Com o intuito didático de favorecer a compreensão do objetivo traçado, a intervenção realizada foi dividida em três etapas. Cada etapa foi descrita relacionando-a a uma referência teórica de gestão da qualidade aplicável, de maneira que as características mais relevantes fossem realçadas e discutidas.

No capítulo 7, mostrou-se os principais resultados e conclusões obtidas com a pesquisa. Finalmente, sugeriu-se diretrizes para futuros estudos.

## ***CAPÍTULO 2:***

---

### ***CARACTERIZANDO O SETOR ELETRÔNICO***

## 2.1 Introdução

Neste capítulo, o setor eletrônico como um todo é descrito. Inicialmente as características econômicas existentes são enumeradas. Logo em seguida, as especificidades do ciclo de vida do produto no setor são analisadas e comparadas com a visão tradicional existente. Finalmente, são expostos os motivos que têm levado as empresas desse setor a adotarem a estratégia de subcontratação das atividades de manufatura.

Vale ressaltar a importância do mesmo, se comparada aos outros setores. De acordo com LACERDA (1999), a tendência de curto prazo, para o ano de 2000, aponta para que a indústria eletroeletrônica passe a representar 68% do mercado total mundial. Uma análise histórica do desempenho do mercado eletroeletrônico mundial, ao longo das décadas, revela seu dinamismo, pois este setor cresce a uma taxa média de 7,4% ao ano. Veja na Tabela 2.1, abaixo, a comparação entre as taxas de crescimento do mercado eletroeletrônico mundial e o PIB mundial.

**TABELA 2.1 – Comparação do mercado eletroeletrônico mundial com o crescimento econômico**

Fonte: ABINEE, extraída de LACERDA, 1999, p.57.

Crescimento médio (em % a.a.)	1960/1970	1970/1980	1980/1990	1990/2000
Mercado Eletroeletrônico Mundial	10,2	7,5	7,4	6,9
Produto Interno Bruto	5,6	3,8	2,8	2,4

Um dos objetivos deste capítulo é o de apresentar as especificidades do setor eletrônico no que concerne as suas características econômicas que denotam uma grande dinamicidade e crescimento, de modo que a estratégia de subcontratação das atividades de manufatura é adotada em concordância com as tendências existentes no setor.

## **2.2 Características Gerais**

De acordo com ERNST (1997), o setor eletrônico pode ser caracterizado por uma competição global. As grandes empresas do setor são forçadas a competirem simultaneamente nos maiores mercados mundiais, notadamente Europa, América do Norte e Ásia.

A maioria dos produtos eletrônicos têm se tornado "high-tech commodities", pois combinam características de produção de massa, com ciclos de vida muito curtos, com periódicas e substanciais mudanças tecnológicas. Como resultado, a competição baseada no custo deve ser combinada com uma estratégia de diferenciação do produto, juntamente com uma grande rapidez de introdução do mesmo no mercado. Produção em massa implica em grandes investimentos necessários para se alcançar economias de escala. Curtos ciclos de vida do produto implicam na rápida depreciação das plantas, dos equipamentos e dos investimentos em P&D. Apenas aquelas empresas que são capazes de colocar o produto certo, no tempo certo, com o mais alto volume para o segmento alvo de mercado, podem sobreviver. A entrada no mercado no tempo certo pode ser muito lucrativa, mas a entrada tardia pode ser desastrosa. A necessidade de combinar tamanho e velocidade implica que a empresa deve ser capaz de rapidamente alcançar os níveis de produção plenos, com níveis competitivos de rendimento e qualidade. A empresa deve alcançar a capacidade plena de produção com grande velocidade, bem como diminuí-la: tudo isso acaba exigindo um curto tempo de resposta às mudanças no mercado e na tecnologia. (ERNST, 1997)

Estes pré-requisitos competitivos formam barreiras aos novos entrantes, o que torna o mercado com alto grau de concentração. Mas ao contrário de outros mercados concentrados, o mercado eletrônico é muito instável e a posição de mercado alcançada pelas empresas é volátil. Poderíamos classificar este mercado como um

“oligopólio global altamente instável”. Portanto a economia de escala não é o fator mais importante neste mercado, o crucial para ser competitivo neste setor são as atividades de pesquisa e desenvolvimento e outras formas de investimento necessárias ao aumento da velocidade de resposta às mudanças na tecnologia, no mercado e nas regulações legais. (ERNST, 1997)

### **2.3 Características do Ciclo de Vida do Produto**

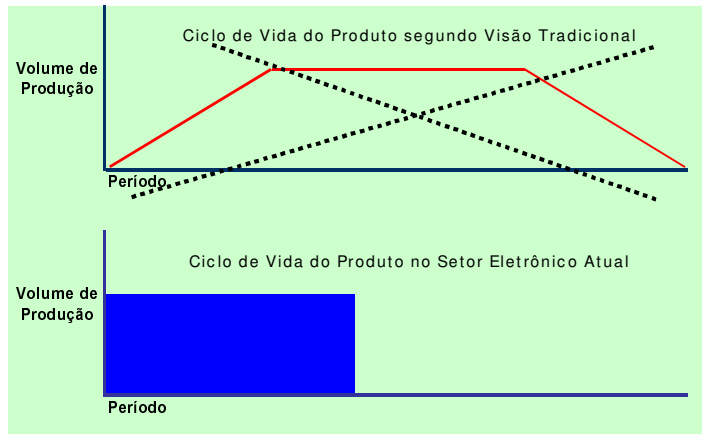
Segundo uma visão tradicional do Ciclo de Vida do Produto, a produção de um novo produto torna-se internacional, de uma maneira gradual, ou seja:

- a) A produção pode ser realizada em outros países apenas se o produto já está maduro, de maneira que os aspectos de projeto e especificações de processo já estão bem consolidados e padronizados;
- b) A competição de preço se intensifica apenas após certo período de tempo;
- c) Finalmente, os mercados externos surgem após considerável tempo do lançamento do produto. (ERNST, 1997)

Mas o Ciclo de Vida do Produto, na visão tradicional, não se aplica ao setor eletrônico atual, veja Figura 2.1 a seguir.

Figura 2.1- Exemplificando o Ciclo de Vida do Produto no Setor Eletrônico Atual

Fonte: Adaptada de CRAMER, 1998



Isto não se deve apenas ao menor tempo de vida dos produtos eletrônicos, ou seja:

- a) As empresas neste setor trabalham sob grande pressão para reduzir seus custos unitários, através da economia de escala, e isto necessariamente implica que essas empresas devem expandir o produto de forma global e rápida, imediatamente após o lançamento de um novo produto.
- b) Além disso, um grande número de países, principalmente os países do leste asiático, desenvolveram capacidades tecnológicas e organizacionais, podendo projetar e fabricar a maioria dos produtos eletrônicos, além de contarem com sofisticados sistemas de incentivo para investimentos estrangeiros.
- c) Deve-se também considerar a revolução das telecomunicações, possibilitando uma rápida difusão de novas informações, aumentando a comunicação.
- d) Outro fator a ser considerado foi a mudança no projeto, de maneira que

os produtos eletrônicos passaram, em sua maioria, a ser feitos de componentes plásticos, ao invés de metálicos, reduzindo-se assim, a importância da engenharia mecânica de precisão, além da redução do custo de transporte.

- e) Deve-se ainda considerar a ampla divulgação da padronização nas Placas de Circuito Impresso (PCIs) que têm reduzido o número de componentes, que por sua vez têm facilitado a automação.
- f) Finalmente, tanto o projeto e produção de componentes eletrônicos tem se tornado crescentemente automatizado. (ERNST, 1997)

Assim sendo, as empresas eletrônicas estão numa melhor posição para acelerar a transferência da produção internacionalmente, mesmo para novos e complexos produtos. Apesar das vantagens de manter a produção internamente ou próxima, as empresas eletrônicas quase que invariavelmente têm levado sua produção para outros países. (ERNST, 1997)

## **2.4 A tendência à terceirização dos serviços de manufatura**

Conforme STURGEON (1997), face as características e pressões existentes no setor, desde meados de 1980, e particularmente nos anos de 1990, a terceirização das atividades de manufatura tem aumentado consideravelmente em importância. Grandes e conhecidas empresas de produtos eletrônicos como Apple, IBM, NCR, Philips, ATT, Hewlett Packard, e DEC têm abandonado suas operações internas de manufatura e encaminhado estas atividades para empresas de serviços de manufatura. Ao mesmo tempo, muitas empresas jovens, muitas delas provenientes do Vale do Silício têm usado as EMS para fabricar seus produtos. Algumas empresas como: Sun Microsystems, Silicon Graphics e Cisco, têm crescido sem construir uma capacidade de manufatura interna. A estratégia adotada pelas empresas detentoras

das marcas é a terceirização de todas as atividades que não têm relação direta com o estabelecimento e a manutenção do poder da marca. A definição do produto e projeto, e marketing são mantidos em casa, enquanto que a manufatura, logística, a distribuição e a maioria das funções de suporte têm sido terceirizadas. Portanto a capacidade de Desenvolvimento tem sido mantida internamente enquanto que a capacidade produtiva tem migrado para economias externas que podem ser divididas pela indústria como um todo. A capacidade de Desenvolvimento para o mercado tem sido organizacionalmente separada da capacidade de produção.

As empresas podem escolher a empresa prestadora de serviços de manufatura que melhor se enquadre em seus objetivos de custo, qualidade e performance de entrega. Dependendo do tipo de contrato, as empresas podem até escolher o local onde as operações deverão ser realizadas.

Esta prática tem crescido de maneira que a capacidade produtiva está sendo construída em forma de uma rede de produção "Turnkey". Esta rede consiste em fornecedores altamente capazes de prover as indústrias com uma série de serviços de manufatura. Com este modelo a capacidade de manufatura é grandemente compartilhada pela indústria como um todo. As empresas que terceirizam grande parte de suas atividades de manufatura não têm que arcar com os custos de capital fixo (por exemplo: equipamentos, locação, etc.), bem como as atividades administrativas e técnicas relacionadas com a produção. Isto também permite que as empresas focalizem na inovação e se tornem organizacionalmente e geograficamente mais flexíveis. (STURGEON, 1997)

No modo de produção Turnkey a empresa contratada é responsável por todos os aspectos da manufatura como a aquisição, montagem e testes. Neste arranjo, a EMS atua como emprestador para seus clientes pela compra e por arcar com o inventário dos componentes. O dinheiro investido é repostado apenas após o produto final ter sido

entregue para o cliente.

Rapidez de colocação de um produto no mercado é um dos fatores mais importantes para o sucesso de uma empresa no setor eletrônico. As Empresas de EMS conseguem acelerar a entrada do produto no mercado, mundialmente.

Tomadas as Empresas de EMS como um grupo, elas fornecem a opção aos seus clientes de uma rede mundial de produção com várias plantas espalhadas geograficamente no mundo. Utilizando dessa rede, de uma maneira dinâmica, muitas grandes empresas detentoras de marca com penetração no mercado mundial tais como IBM, DEC, Sun Microsystems, Ericsson e Hewlett Packard têm ganhado a capacidade de re-configurar geograficamente suas operações de manufatura sem arcar com os custos, riscos, e tempos associados com estas atividades. (STURGEON, 1997)

As empresas estão aumentando a confiança nas estratégias de terceirização das atividades de fabricação, para lidar com problemas de capacidade de manufatura. Por exemplo: se uma empresa detentora de uma grande marca desenvolve um computador pessoal com características bastante competitivas em termos de preço e performance em relação as seus competidores, com sistema “Turnkey” de produção, esta empresa, via Empresas de EMS, pode mais rapidamente atingir o volume de produção adequado sem correr os riscos e custos tradicionais desta atividade. Neste sistema, a necessidade de construir uma grande capacidade produtiva deixa de ser uma barreira de entrada aos novos participantes ou concorrentes. O elo entre capacidade de inovação e participação de mercado, de um lado, tamanho e escopo da empresa de outro é de certo modo quebrado. (STURGEON, 1997)

Como a administração e os custos de investimentos na planta, em equipamentos e compra de materiais são de responsabilidade das empresas de EMS, a empresa detentora da marca necessita apenas investir no desenvolvimento e no marketing de novos produtos. Com isto, ela consegue introduzir mais rapidamente novos produtos no mercado e com menos riscos porque a economia de escala necessária e as atividades para o aumento de produção se tornam responsabilidades da EMS contratada. Por outro lado, a posição de mercado das empresas dominantes não está mais protegida pela necessidade dos novos entrantes precisarem realizar investimentos de larga tais como: aquisição de equipamentos e instalações. Com esse sistema um novo entrante pode utilizar as Empresas de EMS e conseguir uma capacidade de produção global. A nível de indústria, o sistema de produção “Turnkey” torna possível que uma empresa aumente sua participação no Mercado sem necessariamente investir em sua capacidade produtiva. (STURGEON, 1997)

A decisão do escopo de terceirização dos serviços de manufatura pela OEM é governada por vários fatores como: proteção de suas competências principais, custo total de manufatura, retorno no investimento, necessidades tecnológicas existentes e riscos no negócio. (KUMAR, 1999). A tabela 2.2, a seguir, mostra de maneira simplificada os fatores pró e contra a CM na terceirização pela OEM dos serviços de manufatura.

**TABELA 2.2 - Fatores a favor e contra a CM**

Fonte: Adaptado de KUMAR, 1999, p. 401

<b>A favor das CMs</b>	<b>Contra às CMs</b>
1. Alto custo total de manufatura do produto	1. Risco para OEM de possíveis perdas de algumas das suas principais competências
2. Aumento do retorno nos investimentos na OEM	2. Perda de domínio sobre os requerimentos tecnológicos futuros
3. Alto investimento para aquisição de novos equipamentos de montagem de Placas de Circuito Impresso, atualmente uma nova linha de SMT (Surface Mount Technology) custa em torno de 3,5 milhões de dólares.	3. OEM não tem um controle direto sobre qualidade, entrega, flexibilidade e gerenciamento do custo.
4. Limitado nicho de mercado para o produto	
5. Custo de manufatura reduzido para OEM	
6. Curto tempo para atingir produção plena com altos níveis de qualidade	
7. Demanda de mercado volátil	
8. Risco potencial de queda devido desaceleração econômica	
9. Risco do negócio	

### ***CAPÍTULO 3:***

---

## ***CARACTERIZANDO AS EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVIÇOS DE MANUFATURA***

### **3.1 Introdução**

Este capítulo aborda as empresas prestadoras de serviços de manufatura do setor eletrônico. Apesar de serem desconhecidas do grande público em geral e dos próprios consumidores de “seus” produtos manufaturados, essas empresas têm demonstrado um espantoso crescimento e participação no mercado, mesmo tendo uma história recente.<sup>1</sup>

O objetivo deste capítulo é caracterizar as empresas de EMS, de maneira que se entendam: as razões que têm levado o setor a crescer à taxas elevadas; as atividades que o setor realiza e tende a realizar; a operacionalização das empresas de EMS e as razões que as têm levado a serem mais competitivas que as próprias OEMs, nas atividades de manufatura; as tendências existentes no setor; finalmente, a participação das empresas de EMS no Brasil.

### **3.2 Entendendo o crescimento da receita das Empresas de EMS**

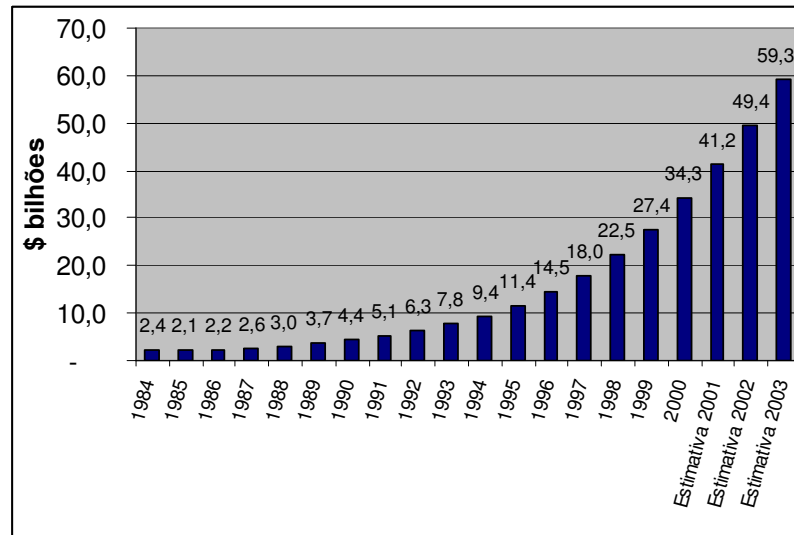
O crescimento da terceirização das atividades de manufatura pelas OEMs tem criado um aumento sem precedentes na receita das Empresas de EMS, especialmente durante os últimos anos. Ver gráfico 3.1, a seguir.

---

<sup>1</sup> The Economist. Business: Have factory, will travel, 12 de Fevereiro de 2000, p. 61-62.

### GRÁFICO 3.1- Previsão de Mercado para as EMS na América do Norte até 2003

Fonte: SMT Magazine: Partners in Manufacturing, Maio de 2000, p. 100.



A previsão do mercado mundial da indústria de EMS para 2001 é de 101 bilhões de dólares contra 30,76 bilhões de dólares atingidos em 1996. (SHERMAN, 1998)

A indústria de EMS tende a continuar expandindo nos próximos cinco anos, por uma série de razões, dentre elas:

- a) Aumento da terceirização dos serviços de manufatura por razões estratégicas;
- b) A proliferação da utilização de produtos eletrônicos. A indústria eletrônica está crescendo três a quatro vezes mais rápido que o produto interno bruto, isto tanto nos Estados Unidos como mundialmente;
- c) Crescimento do mercado atual, com conseqüente introdução de novos entrantes. (GREEN, 1999)

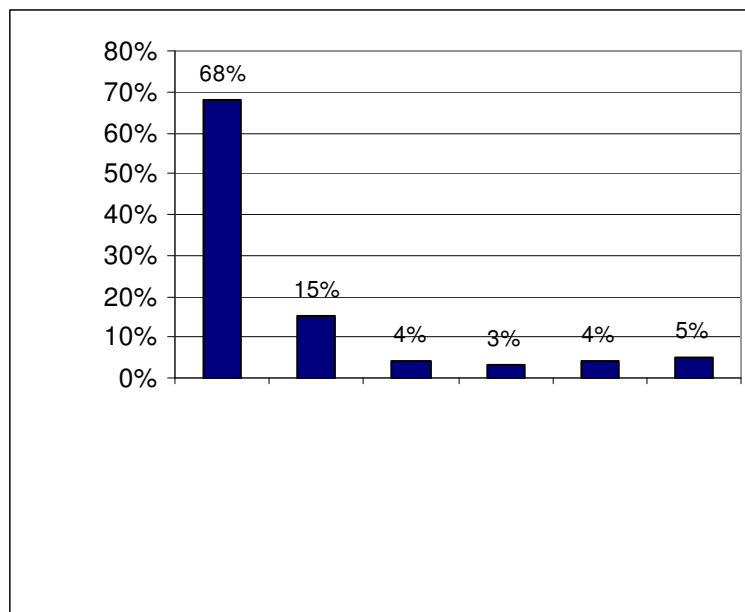
Alem disso, o grande crescimento da receita por parte das Empresas de EMS provém

de várias fontes. Normalmente a compra de uma planta produtiva pela EMS implica num contrato de médio prazo para a fabricação da produção corrente e futura dos produtos que a antiga dona da planta detinha. Além do aumento do volume de produção, a EMS aumenta a receita pela compra de componentes e realização de novos serviços. Se a EMS compra os componentes para seus clientes isto é conhecido atualmente na indústria como contrato “Turnkey”. Neste arranjo, a EMS atua como prestador para seus clientes pela compra e por arcar com o inventário dos componentes. O dinheiro investido é repostado apenas após o produto final ter sido entregue para o cliente. Os componentes “Turnkey” aumentam o fluxo de capital, aumentando as receitas e criando fortes vínculos com os fornecedores das partes. (STURGEON, 1997)

O crescimento das Empresas de EMS através das aquisições é visivelmente predominado pelas grandes Empresas de EMS, pois estas empresas têm mais recursos para adquirir o capital necessário para as aquisições. Além disso, muitas grandes OEMs estão formando alianças estratégicas com estas empresas, de maneira que as Empresas de EMS recebem juntamente com a aquisição, os equipamentos da OEM, o pessoal e os negócios existentes nestas empresas. Espera-se que esta tendência de crescimento continue, conseqüentemente algumas empresas de EMS tendem a crescer muito e o setor tende a uma concentração, veja Gráfico 3.2 abaixo. (GREEN, 1999)

### GRÁFICO 3.2- Participação das empresas de EMS no mercado, por Faturamento

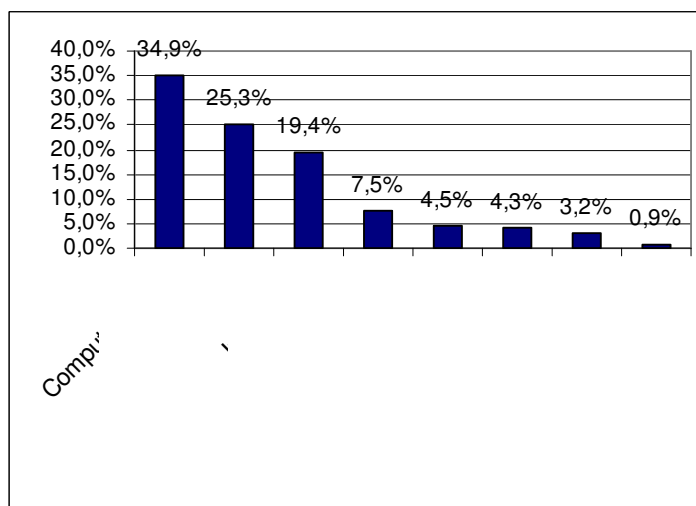
Fonte: GREEN, 1999, p. 26



As empresas de EMS atendem a oito diferentes mercados: computadores, comunicações, industrial, instrumentação, automotivo, negócio de revenda, eletrônica de consumo e governo/forças armadas, veja gráfico 3.3 abaixo. (GREEN, 1999).

### GRÁFICO 3.3 - Mercados atendidos pelas empresas de EMS

Fonte: GREEN, 1999, p. 25.



A baixa participação das CMs na área militar deve-se ao temor das OEMs do setor de

perda de competência estratégica (KUMAR,1999).

### **3.3 Atividades executadas pelas empresas de EMS**

Inicialmente percebidas como meros “board stuffers” que produziam os volumes excedentes de produção das empresas eletrônicas, as Empresas de EMS não conseguiam se manter atualizadas em termos de tecnologia de fabricação, mas conseguiam produzir com custos baixos. Com o enorme crescimento da terceirização dos serviços de manufatura, as Empresas de EMS estão produzindo uma grande gama de produtos eletrônicos, utilizando-se de avançada tecnologia. Mais ainda, estão fornecendo uma gama variada de serviços a um preço inferior que a OEM conseguiria obter se realizasse internamente estas atividades. (CRAMER, 1998)

Também, as Empresas de EMS têm se tornado verticalizadas em relação a sua especialidade que é a manufatura. Além do seu negócio principal que é a montagem de placas de circuito impresso, muitas empresas de EMS adicionam atividades de serviços como P&D de processo, projeto para manufaturabilidade/testabilidade DFM/DFT, desenvolvimento de produtos específicos e sua documentação, várias formas de testes, montagem final do produto, embalagem final do produto, colocação de software, documentação, entrega e distribuição. (STURGEON, 1997)

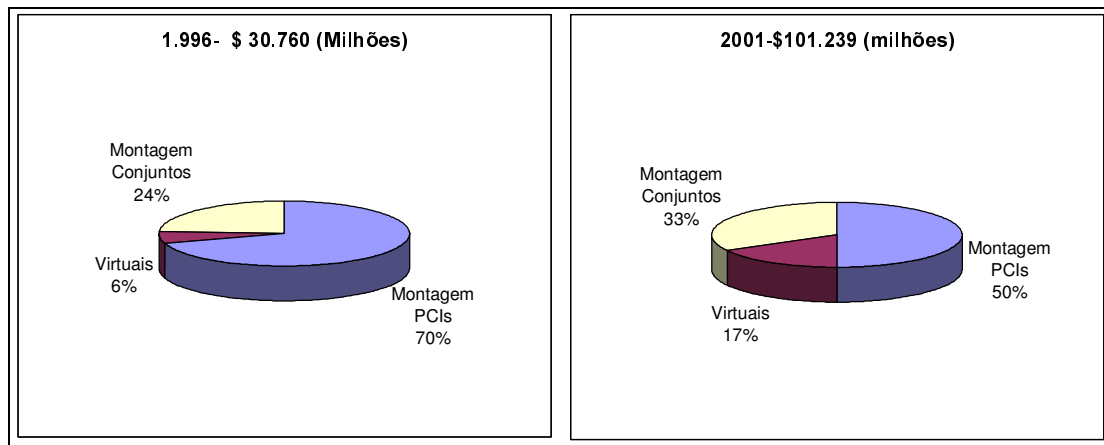
O último grau de relacionamento com a OEM se dá quando uma empresa de EMS assume a responsabilidade por todas atividades relacionadas à manufatura e distribuição dos produtos. Neste caso, a OEM se torna uma “empresa virtual” que “nunca toca nos seus produtos”.(CRAMER, 1998)

O desenvolvimento dos serviços oferecidos pelas CMs pode ser visualizado no Gráfico 3.4 abaixo, onde se verifica uma diminuição do percentual das receitas provenientes de serviços de montagem de PCIs, com o conseqüente aumento das atividades de montagem final de conjuntos e serviços virtuais (atividades tais como: projeto,

DFM/DFT, Assistência Técnica, Reparação, Distribuição).

**GRÁFICO 3.4- Participação no Mercado pelos tipos de serviços oferecidos em 1996 e 2001**

Fonte: SHERMAN, 1998, p. 148.



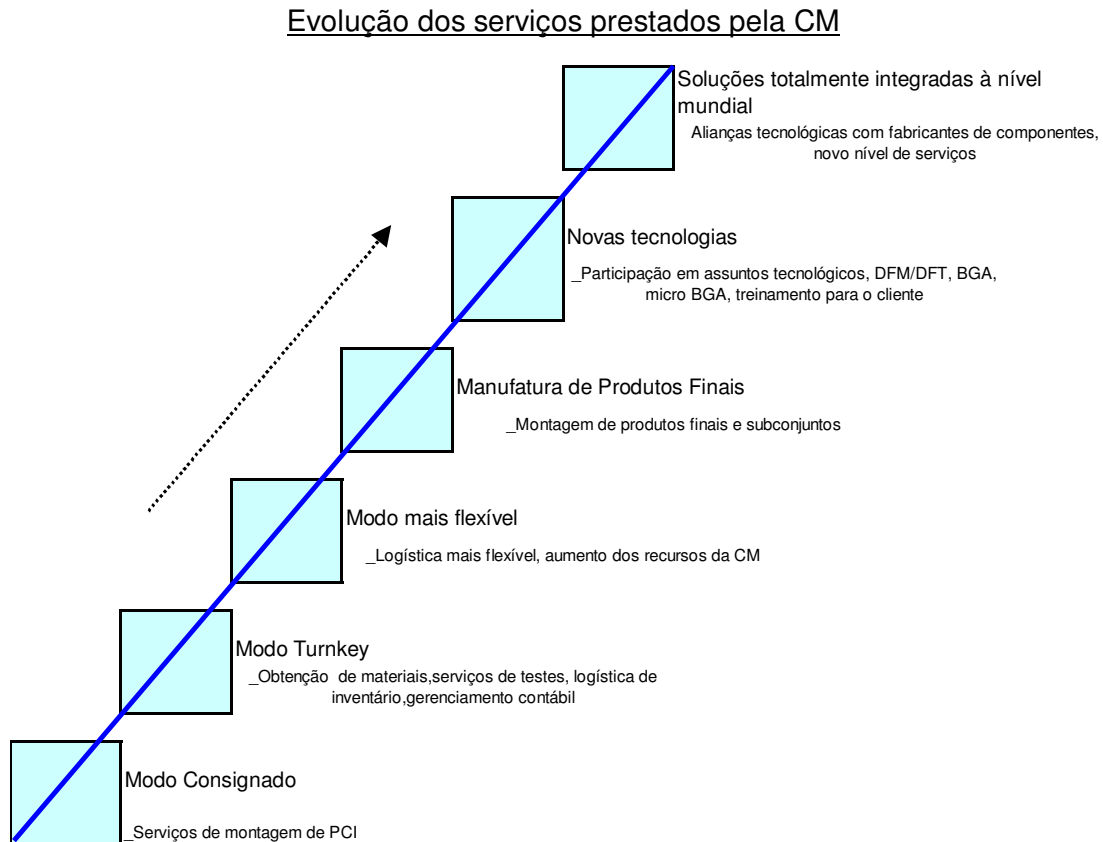
A fim de se qualificar como uma empresa prestadora de serviços de manufatura, a empresa deve ser capaz de desenvolver uma considerável capacidade tecnológica e competência organizacional, particularmente, para atender as demandas em termos de produção, de realização de investimentos e de adaptação às solicitações de engenharia do cliente. Estas capacidades devem ser continuamente melhoradas. (ERNST, 1997)

As empresas eletrônicas estão cada vez mais utilizando componentes menores e mais leves. Essa tendência faz com que as Empresas de EMS procurem utilizar tecnologias mais avançadas de montagens de PCs, implicando na realização de investimentos em novos equipamentos e no desenvolvimento de capacidades de projeto. (NORMAN, 1998)

A evolução das atividades prestadas pelas CMs pode ser melhor visualizada na Figura 3.1 abaixo.

**FIGURA 3.1 - A evolução dos serviços prestados pelas empresas de serviços de manufatura de produtos eletrônicos**

Fonte: Adaptada de KUMAR , 1999, p.396.



### 3.4 A operacionalização das Empresas de EMS

As Empresas de EMS e seus clientes, as empresas detentoras de grandes marcas, procuram manter uma divisão dos negócios. Cada cliente deve representar no máximo vinte por cento do negócio da EMS. Com esta regra informal de participação, as consequências da dissolução de um contrato é de certa forma neutralizada. Além disso, as Empresas de EMS tendem a focalizar seu negócio como um conjunto de atividades funcionais coerentes que têm uma grande aplicação na indústria na qual operam. Isto facilita a mudança ou a aquisição de um novo cliente. Apesar de muitas Empresas de EMS atuarem apenas no setor eletrônico, neste setor existe uma grande

variação de produtos. Apesar da variação existente nos produtos, as atividades de manufatura são bastante automatizadas. Isto permite que os processos produtivos das Empresas de EMS possam ser programados e reprogramados em curto tempo para atender as especificidades dos diferentes produtos. (STURGEON, 1997)

Ainda segundo STURGEON (1999), os fornecedores das Empresas de EMS do tipo “Turnkey” não estão presos a um único cliente e podem fornecer componentes para um novo entrante. Estes fornecedores preferem aplicar sua capacidade produtiva nas empresas que estão aumentando a participação no mercado. Neste sentido, as barreiras de mercado são reduzidas e o mercado torna-se mais fluido, porque a participação de mercado não está associada ao tamanho da empresa e sua capacidade de investimentos em capital fixo para produção em larga escala. Com isso, a competição entre as empresas se situa no nível da inovação de produtos.

Apesar do crescimento da separação entre Desenvolvimento e produção na indústria eletrônica parecer contraditório, face às literaturas recentes sobre desenvolvimento de produtos que argumentam uma melhor coordenação entre o projeto e a manufatura dentro da empresa, a intensa padronização existente no setor atua como um agente neutralizador das dificuldades decorrentes desta separação. Certos tipos de conhecimento existentes no setor têm se tornado cada vez mais codificados. Entidades como ISO (International Organization for Standardization) e IEC (International Electrotechnical Commission) têm atuado na padronização de componentes e processos. Além disso, grandes empresas detentoras das marcas, têm aumentado a utilização de componentes padronizados, de maneira a reduzir custos e tempo para a introdução de novos produtos. Deve ainda considerar que as empresas eletrônicas estão utilizando a tecnologia da informação para se comunicarem entre com as Empresas de EMS. Por exemplo: muitas empresas estão utilizando a tecnologia da informação para se comunicarem com as Empresas de EMS

utilizando-se um sistema padronizado de dados e de processamento dos mesmos Computer Aided Engineering / Computer Aided Design (CAE/CAD). Os componentes e demais dados técnicos como, por exemplo, layout da placa de circuito impresso, são enviados em arquivos compatíveis com o sistema CAE/CAD da EMS. Os componentes com sua exata especificação podem ser localizados e comprados utilizando-se sistemas informatizados de compra. (STURGEON, 1997)

Na indústria eletrônica, máquinas e processos mais produtivos e caros como SMT surgiram a partir de 1985, requerendo uma maior e intensa utilização dos mesmos para que sua depreciação seja realizada a contento. Aliado a isto, a crescente tendência de miniaturização de componentes tem tornado o investimento em novos equipamentos uma necessidade constante no setor. Como as Empresas de EMS trabalham com diferentes clientes e produtos, elas conseguem depreciar o equipamento a contento, conseguindo economias de escala. Como os equipamentos da tecnologia SMT são controlados por computador, eles conseguem ser rapidamente reprogramados para trabalhar com diferentes produtos (STURGEON, 1997). Por exemplo: segundo KUMAR, 1999, uma nova linha de SMT, do tipo classe mundial, custa em torno de três e meio milhões de dólares, este tipo de linha vem sendo largamente adotado pela indústria como um todo, deve-se ainda adicionar a este valor, custos referentes à engenharia de processo e controle da qualidade das operações.

Algumas Empresas de EMS estão se tornando capazes de oferecer serviços de manufatura que incluem todas as etapas de engenharia de processo bem como serviços de aquisição de componentes. Estas empresas conseguem operar desta maneira para uma grande variedade de clientes, de maneira cada vez mais independente. (STURGEON, 1997)

Os relacionamentos entre as empresas contratantes e a EMS não deve ser caracterizado como uma relação fortemente dependente, pelo contrário, pois a EMS,

do tipo “Turnkey” especifica seu próprio processo, compra seus próprios produtos e detém uma autonomia financeira. Necessita de pouco suporte ou “input” de seu cliente. No caso de montagem de placas de circuito impresso, a EMS necessita apenas das especificações de projeto por parte do cliente. Isto não significa que elas sejam pouco freqüentes ou que envolvam pouco volume de dinheiro, pelo contrário. Este tipo de sistema de produção é muito permeável, permitindo que as OEMs facilmente se conectem e desconectem de ampla gama de Empresas de EMS que por sua vez, possuem um conjunto variado de atributos técnicos e geográficos específicos. O sistema como um todo pode ser caracterizado por relacionamentos fluidos, geograficamente flexíveis, baixos custos, rápida difusão tecnológica e poderosa economias externas de escala, de velocidade e de escopo. (STURGEON, 1997)

### **3.5 Requisitos desejáveis nas Empresas de EMS**

Segundo KUMAR (1999), as grandes CMs estão se tornando verdadeiras fabricas virtuais das OEMs. A mudança pela OEM da produção de uma CM para outra envolve custos e é uma decisão séria para a mesma. A ligação entre a CM e a OEM tem caminhado para uma relação de parceria. A perfeita parceria ocorre quando ambos parceiros acreditam e confiam entre si e desenvolvem um relacionamento do tipo “ganha-ganha”. É desejável que a ambas apresentem as seguintes características:

1. *“Habilidade da CM em atender a OEM em preço, tecnologia, qualidade e entrega,*
2. *Muito de dar e tomar,*
3. *Confiança, divisão do risco e da recompensa,*
4. *Comunicação aberta tanto para assuntos estratégicos como táticos,*
5. *Competências sinérgicas,*
6. *Parceira perfeita baseada numa lucrabilidade e crescimentos mútuos,*
7. *Cliente Perfeito e fornecedor satisfeito”*

(KUMAR: 403-404: 1999)

Segundo estimativas, mais de duas mil CMs estão disponíveis no mercado. Considerando a diversidade de fornecedores e serviços oferecidos por elas, a seleção das CMs pela OEM é feita considerando os seguintes atributos:

- A estabilidade da taxa de crescimento da CM;
- A capacidade de aquisição de material;
- Sua presença nos diferentes países e mercados,
- Seu portfólio de clientes. (KUMAR, 1999)

Segundo DOUGLASS (2000), a seleção das potenciais CMs pela OEM normalmente é realizada considerando os seguintes critérios:

- Certificação ISO 9000; a inexistência de certificação pode remover a CM do processo de seleção,
- Conhecimento e experiência em áreas específicas importantes para o sucesso do projeto do cliente,
- O nível e grau de atualização das tecnologias utilizadas pela CM,
- Referências dos clientes atuais da CM.

### **3.6 Tendências no Setor**

Com os avanços tecnológicos existentes e com o desenvolvimento e evolução do setor, algumas tendências se fazem presentes:

- Para conseguir se manter competitivas no mercado, as OEMs tendem a envolver as CMs nos estágios de desenvolvimento e projeto do produto. (LYELL, 1998)
- As CMs se diferenciarão entre si pela identificação e concentração em nichos de negócios ou especialidades. Isto dependerá muito de sua habilidade em conseguir atender aos desafios dos novos requisitos dos clientes. Por exemplo: sistemas de comunicação de dados via EDI, análise da manufaturabilidade do projeto do produto, aumento da densidade das PCIs, diminuição do “lead time”. (KUMAR, 1999)

### **3.7 A atuação das Empresas de EMS no Brasil**

Os principais clientes das CMs solicitam uma presença global que permita assisti-los logisticamente de maneira a otimizar suas cadeias de valor. Como parte da sua estratégia de expansão no mercado mundial, algumas das principais CMs do mundo têm adquirido ou mesmo desenvolvido plantas no Brasil. Veja na Tabela 4.1 abaixo, a quantidade de plantas no país das maiores CMs mundiais.

**TABELA 3.1- Quantidade de Plantas no Brasil das maiores CMs**

Fonte : Informações descritas nos sites oficiais das empresas disponíveis na Internet (04/10/00).

CM	Quantidade de Plantas /Região
Benchmark	01/ Campinas - SP
Celestica	01/ Hortolândia - SP
Flextronics	01/ Sorocaba - SP
Jabil Circuit	01/ Contagem - MG
Manufactures Services Ltda	Não tem planta no país
NatSteel Electronics	Não tem planta no país
Plexus	Não tem planta no país
Sanmina	Não tem planta no país
SCI Systems	01/ Hortolândia - SP
Solelectron	02/ Hortolândia - SP São José dos Campos - SP

Obs: Necessariamente, as novas aquisições existentes nas empresas não são divulgadas imediatamente nos sites oficiais das mesmas.

## ***CAPÍTULO 4:***

---

### ***GESTÃO DA QUALIDADE- CONCEITOS E TENDÊNCIAS***

## **4.1 Introdução**

O objetivo deste capítulo é apresentar alguns conceitos e definições sobre gestão da qualidade que foram utilizados na pesquisa.

Ao se analisar a gestão da qualidade contemporânea, pode-se visualizar vários sistemas estruturados de qualidade. Alguns destes modelos têm merecido um maior destaque sobre os demais. A escolha dos modelos de gestão da qualidade descritos neste capítulo foi baseada na diferença de abrangência e enfoque que cada modelo tem sobre os demais.

O primeiro sistema estruturado de qualidade abordado foi o concebido por Juran em sua famosa Trilogia, que descreve a gestão da qualidade como sendo composta de três processos gerenciais. Neste modelo a qualidade é vista sob a ótica do produto, onde cada produto percorre as etapas descritas por ele, ao longo do seu ciclo de vida.

O segundo sistema estruturado de qualidade discutido foi o de Gerenciamento da Qualidade Total (GQT). Pela sua importância e maturidade, o GQT Japonês foi abordado. O GQT é visto como a Gestão da Qualidade em sua forma mais elaborada. Neste modelo a qualidade é entendida como algo estratégico para a empresa. As pessoas formam a base para que o GQT seja implementado. A qualidade não deve ser apenas obtida nos produtos e processos, ela é alcançada e sustentada pelas pessoas. A dimensão empresarial e estratégica da qualidade é reforçada com o surgimento do TQM, ou novo TQC.

Pelo seu recente surgimento e pelo crescente interesse das empresas eletrônicas em adotá-lo, o Programa Seis Sigma foi analisado neste capítulo. O programa seis sigma pode ser definido como um sistema estruturado da qualidade que se situa à nível de produtos e processos com o objetivo de atingir melhorias nos mesmos.

Apesar de ser um requisito quase que mandatário no setor, o sistema estruturado de qualidade, segundo as normas para Garantia de Sistemas da Qualidade da Série ISO 9000, não foi discutido neste capítulo, pois muitos dos conceitos e objetivos da norma já foram cobertos pelos temas abordados. Neste sistema a qualidade deve ser obtida segundo a perspectiva do cliente que exige uma comprovação externa através da certificação do sistema da qualidade existente, realizada por organismos certificadores de terceira parte.

Finalmente, descreveu-se algumas tendências existentes na área da qualidade.

Não se pretendeu esgotar os tópicos abordados. O objetivo deste capítulo é o de expor os conceitos necessários para se abordar os problemas propostos pela pesquisa.

## **4.2 A Gestão da Qualidade em JURAN**

O gerenciamento pela qualidade, segundo JURAN (1990), é feito utilizando-se três processos gerenciais. O primeiro processo é o de Planejamento da Qualidade, o segundo de Controle da Qualidade, e o terceiro de Melhoramento da Qualidade.

Planejamento da Qualidade: É a atividade de desenvolver os produtos e processos necessários para atender às necessidades dos clientes. Envolve uma série de seis etapas desde a determinação dos clientes e suas necessidades até a transferência dos planos, necessários para fabricação dos produtos que respondem às necessidades dos clientes, às forças operacionais.

A primeira etapa consiste no estabelecimento do projeto. Nesta etapa são identificados quais projetos são requeridos, é definida a missão para cada projeto escolhido e é estabelecido uma equipe para conduzir cada projeto.

A segunda etapa consiste na identificação dos clientes para o projeto, tanto dos

clientes internos quanto dos clientes externos.

A terceira etapa consiste em descobrir as necessidades dos clientes, externos e internos, para o produto.

A quarta etapa consiste em projetar um produto que melhor atenderá as necessidades.

A quinta etapa consiste em determinar a maneira pela qual o produto será produzido e entregue de modo contínuo, isto pode ser também denominado de desenvolvimento de processo.

A sexta etapa consiste no desenvolvimento de controles para o processo produtivo planejado, na organização para que todo plano de produto e processo elaborado seja transferido para a força operacional e que a implementação desta transferência seja feita e validada. (EARLY & COLETTI, 1999)

Controle da Qualidade: Este processo consiste em avaliar o desempenho da qualidade real, compará-lo com as metas de qualidade, atuando nas diferenças encontradas. O controle da qualidade se efetiva através da Alça de Feedback .

A Alça de Feedback se aplica a todos os tipos de operação e a todos os níveis de hierarquia em uma empresa. Genericamente ela pode ser dividida em etapas. A primeira etapa consiste na escolha do objeto de controle, que pode ser uma característica de qualidade de um produto ou de um processo. A segunda etapa é o estabelecimento de meios para a medição da atual performance da característica escolhida. Isto inclui a definição do sensor a ser utilizado, da frequência de medição, a maneira como o dado será registrado, o formato, a análise que será necessária realizar e quem realizará tal medição. A terceira etapa consiste no estabelecimento do

objetivo de performance a ser comparado com a performance existente. A quarta etapa é a atividade de medição da atual performance da característica escolhida e sua comparação com objetivo estipulado. A última etapa consiste na tomada de ação corretiva caso a meta não esteja sendo atingida. A ação corretiva consiste na eliminação de problemas esporádicos e não visa eliminar problemas crônicos. Neste sentido, a ação corretiva visa descobrir o que mudou no processo, para que o mesmo retorne aos limites previstos. (JURAN & GODFREY, 1999)

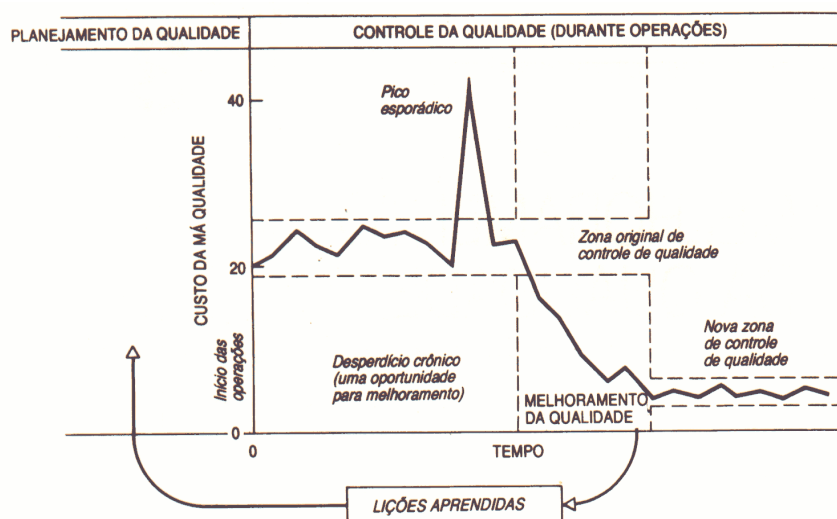
Melhoramento da Qualidade. Este processo consiste em elevar o desempenho da qualidade a níveis inéditos. O melhoramento da qualidade objetiva reduzir perdas oriundas de deficiências crônicas. No melhoramento da qualidade, as metas para o produto bem como os próprios processos produtivos para estes produtos já existem; como consequência o método para reduzir as deficiências crônicas é diferente do utilizado no planejamento da qualidade. As melhorias são obtidas projeto por projeto. O melhoramento da qualidade se inicia com a seleção dos projetos a serem conduzidos. Para cada projeto selecionado deve-se criar uma missão, onde o resultado final esperado é definido. Um time deve ser estabelecido a cada projeto, bem como uma infra-estrutura organizacional de suporte, promoção e coordenação dos mesmos. Cada projeto enfrentará duas grandes fases: a primeira vai do sintoma do problema à determinação da causa do mesmo. Esta fase inclui a análise dos sintomas, teorização das possíveis causas, testes das teorias levantadas e estabelecimento das verdadeiras causas. A segunda fase vai da causa à eliminação do problema. Inclui o desenvolvimento de ações corretivas, teste e implementação das medidas corretivas sob condições de operação, gerenciamento das resistências às mudanças, o estabelecimento de controles e manutenção dos ganhos obtidos com as ações implementadas. (JURAN, 1999)

A esses três processos chamam-se de Trilogia Juran. Estes três processos estão

interligados e a Figura 4.1, abaixo mostra esta inter-relação.

FIGURA 4.1 - Diagrama da Trilogia de Juran

Fonte: JURAN, 1990, p. 25.



A atividade inicial é o planejamento da qualidade. Os planejadores definem quem são os clientes e quais são suas necessidades. Os planejadores então desenvolvem o produto e projetam os processos para atender a estas necessidades. Finalmente eles entregam as operações às forças produtivas. As operações se iniciam e os processos produtivos não são capazes de produzir zero por cento de produtos defeituosos. A Figura 4.1 mostra que mais de vinte por cento do trabalho deve ser refeito em razão de deficiências de qualidade. Estas deficiências são denominadas de deficiências crônicas, pois estão presentes nos processos produtivos porque os mesmos foram planejados para operarem deste modo. As forças operacionais não conseguem eliminar as deficiências crônicas, mas conseguem mantê-las em determinado nível de controle. Algumas vezes um evento especial ocorre e o mesmo deve ser eliminado para que o problema esporádico seja eliminado e o processo volte a operar nos níveis anteriores, que no exemplo da Figura 4.1 está em torno de vinte por cento. Através do

melhoramento da qualidade as deficiências crônicas podem ser reduzidas, como mostrado na Figura 4.1. (JURAN, 1990)

### **4.3 Gerenciamento da Qualidade Total (TQM)**

Apesar do termo TQM ser utilizado abrangendo uma série de conceitos, filosofias, métodos e ferramentas (GODFREY, 1999), este termo será utilizado referindo-se ao TQM Japonês. A escolha do TQM Japonês foi feita devido a sua maior importância e relevância sobre os demais.

#### *4.3.1 O Desenvolvimento do Controle da Qualidade Total*

Anteriormente à Segunda Guerra Mundial, o desenvolvimento e a aplicação do Controle da Qualidade (CQ) moderno, no Japão, eram limitados. Os conceitos e técnicas de Controle da Qualidade moderno foram introduzidos, imediatamente após a Segunda Guerra Mundial, pelos Estados Unidos, através de seminários principalmente ministrados por Juran e Deming. Nestes seminários ensinou-se os métodos estatísticos utilizados nas atividades de controle da qualidade dos processos produtivos. (JURAN & GRYNAL, 1993)

A JUSE (Union of Japanese Scientists and Engineers) foi criada em 1946 para ajudar no desenvolvimento industrial, através da criação, aplicação e promoção da ciência e tecnologia avançadas de Controle da Qualidade. Esta entidade tem grande papel na divulgação e no desenvolvimento do CQ no Japão. (JURAN & GRYNAL, 1993)

Em reconhecimento à amizade e à contribuição de Deming ao Japão, foi criado, em 1951, o Prêmio Deming. Os Prêmios Deming de Aplicação são concedidos todos os anos às empresas (inclusive públicas) que tiverem um destacado aperfeiçoamento em suas atividades de controle da qualidade, por meio da aplicação de conceitos e métodos de controle estatístico da qualidade. O Prêmio Deming de Aplicação fornece um incentivo poderoso para a promoção e realização de atividades de controle da qualidade nas empresas Japonesas. (JURAN & GRYNAL, 1993)

Inicialmente os engenheiros japoneses descobriram que os métodos estatísticos eram muito eficazes para determinar as causas de variação nos processos de manufatura, para esclarecer a correlação entre as condições de manufatura e a qualidade do produto, etc. Durante a primeira década, a aplicação desses métodos ficou limitada às áreas de manufatura e inspeção. Embora a aplicação dos métodos estatísticos nos processos de manufatura e inspeção tenha dado excelentes resultados, muitos engenheiros e gerentes japoneses enxergaram a necessidade de uma ruptura com o modelo Americano de CQ. O Conceito de Controle da Qualidade foi então expandido para operações em quase todos os ramos da empresa, formando o TQC. Ou seja, as atividades de controle da qualidade foram definidas amplamente para incluir os departamentos de marketing, projeto, manufatura, inspeção, vendas e administração, e os subcontratados. Uma segunda característica do TQC japonês é a disposição dos empregados em participar das atividades de CQ da empresa. (JURAN, 1993)

Segundo Ishikawa o TQC Japonês apresenta dez características, essas estão listadas abaixo e foram identificadas em 1987:

1. *“As atividades de CQ são realizadas com a participação de todos os departamentos e o envolvimento de todos funcionários liderados pela alta administração”.*
2. *Uma ampla aceitação pela gerência, do princípio de Primazia pela Qualidade.*
3. *Desdobramento e o gerenciamento pelas diretrizes*
4. *A auditoria de CQ e sua aplicação*
5. *Programas para assegurar a qualidade estendem do planejamento e desenvolvimento até as vendas e serviços*
6. *Atividades de CCQ*
7. *Educação e Treinamento em CQ*
8. *O desenvolvimento e a aplicação de métodos de CQ*
9. *A aplicação de CQ da manufatura para as outras indústrias*
10. *Campanhas Nacionais para a promoção de CQ.”*

(ISHIKAWA, 1993: 12)

#### *4.3.2 A Evolução da Garantia da Qualidade*

A garantia da qualidade dentro do TQC é uma conquista e um estágio avançado de uma empresa que tenha praticado de maneira correta o controle da qualidade em cada projeto e processo, conseguindo manter um sistema confiável de produção de produtos ou serviços satisfazendo totalmente as necessidades de clientes. (CAMPOS, 1992)

No TQC Japonês a Garantia da Qualidade avançou juntamente com o TQC. A garantia da qualidade passou por vários estágios no decorrer dos anos:

- a) Garantia da qualidade orientada pela inspeção. Neste modelo, a qualidade do produto é garantida via inspeção do produto, normalmente feita por um departamento independente da produção. Esse modelo tem conduzido a direção das empresas a muitos enganos na sua administração, sendo o maior deles a crença de que o custo aumenta com a melhoria da qualidade.
- b) Garantia da qualidade orientada pelo controle de processos. A Qualidade passa a ser garantida durante o processo de fabricação. Uma melhoria da qualidade implica na diminuição de defeituosos e aumento da produtividade e confiabilidade. Mas esta abordagem não garante a qualidade, pois pode-se ter um processo perfeito, fazendo um produto sem defeitos com especificações que não atendem às necessidades do cliente.
- c) Garantia da qualidade com ênfase no desenvolvimento de novos produtos. Os problemas de qualidade podem ter sua origem no projeto e desenvolvimento do produto e estes não podem ser resolvidos com esta abordagem orientada pelo controle de processos. Daí a garantia da

qualidade só pode ser efetivamente efetuada se for conduzida durante o estágio de desenvolvimento de novos produtos.

Estes estágios não se excluem a diferença é a ênfase. Se uma empresa está no estágio da ênfase no desenvolvimento de novos produtos, deverá ter um bom controle de processos e manter um sistema de inspeção. (ISHIKAWA, 1993)

#### *4.3.3 Do TQC para o TQM*

O termo TQC (Total Quality Control) começou a ser substituído no Japão pelo termo TQM (Total Quality Management), ver KUME (1995) e em 1997, a JUSE anunciou oficialmente a mudança do termo TQC para o TQM. O comitê para o TQM na JUSE explicou oficialmente esta mudança em quatro publicações. Esta mudança ocorreu porque o termo TQM é internacionalmente melhor compreendido, já que o termo “controle” do TQC pode ser percebido no seu sentido restrito e também porque esta mudança propiciou uma oportunidade para revisar a origem do termo Controle da Qualidade e modificar os conceitos existentes do TQM para um Novo TQC de maneira que os mesmos atendam aos novos desafios existentes.

Segundo a JUSE, em seu Manifesto do TQM (1997), um novo TQC deve responder às seguintes mudanças no mundo dos negócios:

- As empresas estão cada vez mais diante de desafios para fornecer produtos e serviços com maior qualidade e diversidade.
- O progresso na tecnologia de informação reduziu as restrições do tempo e da distância física. As empresas necessitam cada vez mais responderem adequadamente às tendências de globalização e internacionalização das economias.
- Ocorreram mudanças nos sistemas sociais. As expectativas da sociedade

com relação às empresas mudaram.

- Ocorreram mudanças na consciência e no ambiente de trabalhador.
- Aumento da incerteza. A velocidade das mudanças sejam elas políticas, econômicas, sociais ou tecnológicas acelerou enormemente.

Um aspecto que deve ser também considerado sobre o Gerenciamento da Qualidade Total no Japão é que segundo KONDO & KANO (1999), de acordo com uma visão amplamente divulgada, o GQT foi facilmente disseminado no país, como um todo, por três razões especificamente locais, são elas: 1) O Japão é uma sociedade uniforme composta de pessoas da mesma raça que falam a mesma língua; 2) O Japão tem um nível educacional elevado; 3) As empresas japonesas adotam a prática do emprego vitalício e o “turnover” é muito baixo. Mas apenas o segundo aspecto tende a continuar existindo no Japão, pois existe uma escassez de mão-de-obra e verifica-se uma crescente relutância dos jovens de trabalharem na indústria e de permanecerem durante toda a sua vida numa única empresa.

Para responder melhor a estas mudanças, o TQM enfatiza a importância da visão e estratégias de médio e longo prazo bem como a liderança da alta administração. Ele também enfatiza a importância das pessoas e da informação de maneira que a organização seja excelente em termos de autonomia, aprendizagem, velocidade, flexibilidade e criatividade.

Segundo a JUSE em seu Manifesto do TQM (3) (1997), ele pode ser visto como método de gerenciamento caracterizado pelos seguintes elementos:

- *“Sob uma forte liderança da alta administração, estabelecer claramente a visão e estratégias de médio e longo prazo.*
- *Utiliza adequadamente os conceitos, valores e métodos científicos do TQM.*
- *Considera os recursos humanos e a informação como*

*infraestrutura organizacional vital.*

- *Sob sistema de gerenciamento apropriado, efetivamente opera o sistema de qualidade assegurada e outros sistemas de gerenciamento interfuncional como custo, entrega, ambiente e segurança.*
- *Suportado pelas forças fundamentais da organização como a tecnologia fim , velocidade e vitalidade, assegurando relações sólidas com os clientes, empregados, sociedade, fornecedores e acionistas.*
- *Continuamente realiza os objetivos corporativos de maneira a alcançar a missão da organização, construindo uma organização com respeitável presença e continuamente assegurando dividendos ”*

#### **4.4 Programa Seis Sigma**

O programa seis sigma se iniciou na Motorola em 1987, para maiores detalhes consultar WILSON-PEREZ (2000), e atualmente tem sido implantado com sucesso em grandes empresas como General Electric, Allied Signal Inc., Asea Brown Boveri, Polaroid entre outras. Tem merecido destaque pela imprensa e obtido apoio de importantes executivos como Jack Welch , CEO da General Electric (MAGUIRE, 1999).

A filosofia do programa seis sigma reconhece que existe uma correlação direta entre o número de defeitos no produto, o custo dispendido nas operações e o nível de satisfação dos clientes. Portanto uma melhoria nos processos de maneira a atingir quase zero defeito, ou melhor dizendo seis sigma (3,4 PPM), resultaria numa melhor performance em campo do produto, numa maior satisfação dos clientes e num custo menor de produção. Este objetivo é alcançado através da Estratégia de Inovação. (HARRY, 1998)

A Estratégia de Inovação possibilita que o Melhoramento da Qualidade (ver item 4.2) seja continuamente alcançado.

Existem oito passos ou estágios fundamentais envolvidos na Estratégia de Inovação para se atingir a performance de seis sigma. Estes oito passos são: reconhecer, definir, medir, analisar, melhorar, controlar, padronizar e integrar. Veja a figura 4.2. Cada fase é projetada para assegurar que a empresa aplicará a estratégia de maneira disciplinada, que os projetos foram definidos e executados corretamente e que os resultados dos projetos estão sendo incorporados no dia-a-dia do negócio. A Estratégia de Inovação se aplica aos três níveis da empresa: nível do negócio, nível das operações e a nível dos processos. (HARRY & SCHROEDER, 2000)

**FIGURA 4.2 – Estratégia de Inovação**

Fonte: Adaptada de HARRY & SCHROEDER, 2000, p. 112.

Estratégia de Inovação para se atingir Seis Sigma	Estágio	Fase na Estratégia	Objetivo		
	Identificação	Reconhecimento	Identificar os negócios/processos-chaves que afetam a lucrabilidade		
		Definição			
	Caracterização	Medição	Compreensão dos níveis de performance atuais	Projetos dos faixas-pretas	
		Análise			
	Otimização	Melhoria	Atingir as inovações (Define-se e executa-se as etapas para melhorar os processos e reduzir as causas principais da variação)		
		Controle			
	Institucionalização	Padronização	Transformar o modo como o dia-a-dia do negócio deve ser conduzido		
		Integração			

A Estratégia de Inovação utilizada para se atingir a performance de seis sigma está assentada em uma hierarquia de funções na seguinte ordem, do mais alto para o mais baixo:

- Campeão: sua função principal é a de fornecer alta visibilidade de gerenciamento, comprometimento e suporte para fortalecer os membros da equipe para seu sucesso. Fornece um direcionamento estratégico para os estudos e projetos e asseguram que mudanças, melhorias ou soluções sejam implementadas.
- “Faixa-Preta” Master: oferece suporte às equipes e aos Faixas-Pretas de sua área. Atua como mentor da equipe para eliminar os obstáculos que lhe impedem o sucesso. Dedicar-se integralmente a esta atividade
- “Faixas-Pretas”: São os responsáveis por implementar a metodologia que vai alcançar o seis sigma nos seus projetos. São membros ativos da equipe e

estão encarregados da coordenação geral das atividades e progresso da equipe. Muitas vezes dedicam-se integralmente a esta atividade.

- Faixas-Verdes: São funcionários que mantêm suas funções regulares, mas são designados a uma ou mais equipes, de acordo com seu know-how ou histórico em estudos e projetos selecionados. (WILSON-PEREZ,2000).

Segundo BLAKESLEE (1999), o programa seis sigma para ser bem sucedido deve respeitar sete princípios, são eles:

1. Os esforços de implementação devem ser liderados pela alta gerência.
2. Os esforços para o programa seis sigma devem estar integrados com as iniciativas existentes, com a estratégia de negócio e com indicadores de performance.
3. Os esforços do programa seis sigma devem ser suportados por uma estrutura orientada para o processo. A capacidade de examinar a discrepância entre o que o processo produz e o que os clientes desejam é a essência do programa seis sigma.
4. O programa seis sigma requer da empresa uma capacidade disciplinada para coletar dados sobre os seus clientes e o mercado.
5. Os projetos conduzidos no programa seis sigma devem produzir resultados financeiros positivos. No mínimo, o programa deve se pagar, já no segundo ano de implementação.
6. O programa requer uma sistemática disciplinada de treinamento com o comprometimento e dedicação intensa dos participantes.
7. O programa seis sigma deve ser sustentado pelo contínuo reforço e

recompensa dos líderes que suportam as iniciativas e equipes de melhoria que as implementam.

Segundo Harry, um dos fundadores do programa seis sigma, o que move as empresas é o dinheiro em caixa. Segundo ele *“o TQM foi uma grande coisa se você tinha trinta anos para realizar os ganhos obtidos com ele. Atualmente, os acionistas não estão querendo esperar trinta dias”*. (MAGUIRE, 1999) Portanto o programa seis sigma se caracteriza pelo enfoque em resultados financeiros imediatos e concentra-se nas atividades de Melhoria da Qualidade (ver item 4.2).

#### **4.5 Tendências na área de qualidade**

Segundo JURAN (1995), algumas novas forças têm cada vez mais atuado na sociedade. Estas forças tem exigido respostas que afetam de maneira revolucionária o gerenciamento da qualidade. O século vinte tem sido conhecido como o século da produtividade, mas o século vinte e um será conhecido como o século da qualidade.

As principais forças que têm demandado esta grande mudança são:

- Aumento da complexidade e precisão dos produtos. As novas tecnologias têm requerido projetos complexos e precisão na execução.
- As falhas nos produtos produzem interrupções na continuidade dos serviços. Muitas destas falhas são pequenas, mas algumas falhas podem ser muito sérias, representando uma verdadeira ameaça à segurança e/ou saúde humanas . Por exemplo: uma falha na operação de uma usina nuclear.
- Aumento da regulação dos órgãos governamentais sobre as empresas no sentido de proteção à saúde e segurança dos usuários e sociedade.
- Aumento da pressão e poder econômico e político dos consumidores que passam a atuar coletivamente.
- Intensificação da competição pela qualidade.

Segundo JURAN (1999), as práticas adotadas pelas empresas líderes em qualidade para responder a estas tendências apresentam muitos aspectos em comum. São eles:

- Focalização no cliente;
- Qualidade se tornou prioridade formalmente na organização;
- Inclusão do planejamento estratégico para a qualidade dentro do planejamento

estratégico do negócio;

- Utilização de “benchmarking” para definição de metas baseadas nas melhores performances existentes ;
- Melhoria contínua de maneira que o plano de negócio inclua metas de melhoramento contínuo para a qualidade;
- Adoção da Qualidade no sentido amplo ou conforme JURAN no “Q grande”, onde os clientes são vistos pela empresa como todas as pessoas que afetam os produtos/serviços e os processos são vistos como todos os processos existentes na organização;
- Treinamento para qualidade incluindo todas as áreas da organização;
- Adoção de parcerias entre os departamentos da empresa, entre a empresa e seus clientes e entre a empresa e seus fornecedores;
- Maior treinamento e participação dos funcionários nas atividades de planejamento e melhoria da qualidade, com a existência de reconhecimento e premiação para as melhorias atingidas;
- Desenvolvimento de indicadores para capacitar a gerência a monitorar o progresso da qualidade com relação à satisfação dos clientes, à competidores, etc.;
- A alta administração lidera o gerenciamento da qualidade exercendo pessoalmente várias atividades como por exemplo: participação no conselho de qualidade, estabelecimento de metas para qualidade, estimulando a melhoria da qualidade,etc.

Segundo A. V. Feigenbaum & D. S. Feigenbaum (1999) existem cinco grandes

forças que estão direcionando as mudanças na qualidade no século vinte e um:

- A primeira grande força que afeta a qualidade é a mudança das expectativas dos clientes com relação à qualidade. Os compradores não mais expressam sua concepção de qualidade em termos de funções, dimensões ou características do produto ou serviço. Eles estão integrando qualidade com valor. Qualidade torna-se então o valor total percebido do produto ou serviço, considerando além do produto/serviço, a organização, a entrega e a manutenção de uma rede que provê e suporta o mesmo.
- A segunda grande força que afeta a qualidade é uma consequência da primeira mudança. Devido a mecanismos, como por exemplo a internet, que possibilitam um amplo acesso dos clientes ao mercado, as empresas, para serem bem sucedidas, devem ter estratégias para a satisfação dos clientes, que contemplem objetivos e resultados que conduzam a uma melhora na cadeia de valor do cliente. Apenas melhorias com base na redução de defeitos não é mais suficiente. Deve-se para isto construir programas que visem a criação de valor na cadeia do cliente.
- A terceira grande força que afeta a qualidade é a demanda para que exista uma forte integração entre comprador-fornecedor para uma efetiva gestão da cadeia de valor. Flexibilidade, vontade e habilidade para trabalhar com rapidez e afinco na rede de valor do cliente é um fator-chave para desenvolvimento da qualidade.
- A quarta grande força que afeta a qualidade é o veloz desenvolvimento de demandas para qualidade devido aos rápidos avanços tecnológicos, particularmente em duas áreas.

A primeira área é que a tecnologia tem se tornado uma commodity com muita

velocidade, portanto isto tem resultado numa maior dependência da capacidade dos sistemas de qualidade de velozmente atingirem o volume pleno de produção, devido ao encurtamento dos ciclos de vida dos produtos.

A segunda área é a ênfase na instalação e operação de sistemas de informação da qualidade, capazes de fornecer informações gerenciais relevantes, com integridade dos dados.

- A quinta grande força de mudança que afeta a qualidade é a necessidade de desenvolvimento de um eficaz sistema, baseado na contabilidade de custos, que reporte a economia da qualidade.

## ***CAPÍTULO 5:***

---

### ***METODOLOGIA DE PESQUISA***

Neste capítulo será discutida a metodologia de pesquisa adotada e as razões da sua escolha.

Inicialmente faz-se necessário posicionar a Engenharia de Produção (EP) frente às outras engenharias. As outras engenharias e ciências ditas exatas interessam-se pelo desvendamento das legalidades naturais. A EP se distingue da engenharia em geral por incorporar também a dimensão do ser social. O elemento humano faz parte da análise do problema estudado pelo engenheiro de produção. A EP só se justifica na medida que o fator humano permanece na produção e onde e quando este intervém de maneira direta. (LIMA, 1994)

Fenômenos físico-químicos não têm vontade própria, são homogêneos e em determinado grau previsíveis. Ao acrescentar a variável Homem no problema estudado, aumenta-se enormemente a complexidade e imprevisibilidade do mesmo. Neste sentido, a abordagem metodológica e os pressupostos aplicados a EP devem ser diferenciados dos aplicados nas ciências ditas exatas.

Segundo uma visão positivista, a pesquisa deve ser conduzida respeitando certos pressupostos tais como:

- Não-interferência do observador;
- Isolamento de variáveis, de maneira que só as variáveis de interesse sejam significativas nos experimentos;
- Os participantes do fenômeno estudado não devem desempenhar um papel ativo;
- Quantidade de dados coletados devem ser confiáveis estatisticamente para se inferir conclusões.(THIOLLENT, 1998)

Segundo SUSMAN & EVERED (1978), os pressupostos positivistas são inadequados para gerar conhecimento a respeito da organização (considerando organização como sinônimo de sistemas produtivos integrados que envolvem homens, materiais e equipamentos) e mais especificamente para desenvolver métodos que permitam solucionar os problemas existentes nas mesmas. Deve-se considerar que:

- *“1. As organizações são artefatos criados pelo homem para servir aos seus fins, ou seja, elas (organizações) obedecem a leis que são afetadas pelos propósitos e ações humanas;*
- *2. Organizações são sistemas de ações humanas nos quais os meios e fins são guiados por valores;*
- *3. Observações empíricas e reconstruções lógicas de organizações não são suficientes para a ciência das organizações porque: a) Organizações são planejadas de acordo com a concepção de futuro de seus membros, entretanto pressupostos sobre o futuro não possuem valor real segundo os critérios de confirmações aceitos pela ciência positivista e b) Organizações podem ser entendidas experimentalmente por pesquisadores organizacionais, de modo que a validação de vários pressupostos organizacionais não necessita ser fundamentada empiricamente ou validada logicamente.”*

Segundo SUSMAN & EVERED (1978), a Pesquisa-Ação pode corrigir várias das deficiências existentes na ciência positivista e apontadas acima, pois a Pesquisa-Ação: é orientada para o futuro é colaborativa, existe uma interdependência entre pesquisador e objeto pesquisado; incentiva o desenvolvimento da capacidade do sistema a facilitar, manter e regular o processo cíclico de diagnosticar, planejar a ação, atuar, avaliar a ação e especificar o aprendizado; gera teorias baseadas nas ações; é agnóstica; reconhece que muitas das relações entre as pessoas, objetos e eventos são função da situação .

Considerando os aspectos expostos acima, o autor optou por adotar a estratégia de Pesquisa-Ação. Esta estratégia também foi escolhida considerando as características do pesquisador e da empresa pesquisada, ou seja:

- A empresa pesquisada mantém convênio com o Departamento de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, utilizando-se da Lei n.º 8.248, de 23.10.91, que dispõe sobre a capacitação e competitividade do setor de informática e automação. Através dessa lei o governo concede incentivos fiscais, isenção do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) e dedução no Imposto de Renda (IR) decorrente de gastos em atividades de P&D. Em troca da renúncia fiscal e outros benefícios facultados pela legislação, exigem-se das empresas as seguintes contrapartidas: destinação de um percentual do faturamento bruto para atividades de P&D, sendo que determinado montante deste percentual em convênio com universidades, institutos de pesquisa ou programas prioritários do Governo na área de informática. Este convênio propiciou o financiamento da pesquisa de campo. (BRASIL, 1991)
- Experiência do pesquisador na área industrial. Esta experiência poderia ser utilizada para facilitar o processo de aceitação e o reconhecimento por parte da empresa para a realização da pesquisa.
- Escopo do problema e o interesse da empresa pelo mesmo.

Segundo THIOLENT (1998), a pesquisa-ação pode ser definida como:

*“A pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.”*  
(THIOLENT, 1998:8)

Segundo THIOLENT (1998), a pesquisa-ação caracteriza-se pela existência de um objetivo prático e de um relacionamento entre o objetivo prático e o de conhecimento. A pesquisa-ação pode atingir um ou mais objetivos. Ela visa atingir um objetivo prático de contribuir para o melhor equacionamento possível do problema considerado como central na pesquisa e também visa obter informações que seriam de difícil acesso por meio de outros procedimentos, aumentando o conhecimento de determinadas situações.

A pesquisa foi realizada visando dois grandes objetivos:

- 1) Ajudar a empresa pesquisada a estruturar suas atividades de gestão da qualidade para as linhas de montagem que seriam criadas para atender a um novo cliente;
- 2) Conhecer o processo de gestão da qualidade que seria implementado na empresa pesquisada de maneira a compreender como o novo cliente (OEM) conseguiria obter níveis satisfatórios de qualidade, apesar das atividades produtivas serem realizadas externamente.

A coleta de dados foi realizada utilizando-se várias técnicas:

- Entrevista individual;
- Análise de documentos: Contratos, Relatórios, Procedimentos, Documentos Técnicos, E-mails;
- Observação direta.

As informações coletadas foram discutidas, analisadas e interpretadas pelos funcionários da empresa envolvidos e pelo pesquisador. Esse processo foi conduzido através de debates e seminários entre os funcionários da empresa pesquisada e o autor.

Para a realização deste trabalho, o autor conviveu com os funcionários da empresa pesquisada, responsáveis pela implantação das três novas linhas de montagem, em regime parcial, dedicando, em média, vinte horas semanais, sendo que durante os três primeiros meses, o tempo de permanência na empresa foi maior, dedicando, em média, trinta e duas horas semanais.

A participação do autor nas atividades desenvolvidas pela empresa para a efetivação das três novas linhas de montagem está descrita no capítulo de pesquisa de campo.

Na pesquisa-ação, nem sempre o objetivo principal é a generalização. Mas é possível alcançar um certo nível de generalização, a partir da experiência em várias pesquisas. Se o objetivo da pesquisa-ação for resolver um problema prático e formular um plano de ação, a forma de raciocínio utilizada consiste em particularização e não em generalização. A particularização trata-se de passar do conhecimento geral aos conhecimentos concretos, sob forma de diretrizes e comprovações argumentadas. Isto é progressivamente obtido pela interação entre o saber formal dos pesquisadores e especialistas e o saber informal dos interessados. Portanto, o primeiro passo é uma particularização. Em seguida, a partir das dificuldades e soluções encontradas em várias situações, pode-se dar o segundo passo e conseguir generalização. (THIOLLENT, 1998)

## ***CAPÍTULO 6:***

---

### ***PESQUISA DE CAMPO***

## **6.1 Introdução**

Este capítulo descreve a pesquisa na empresa. Os trabalhos se iniciaram em Janeiro de 2000 e foram conduzidos até Outubro de 2000, totalizando um período de dez meses.

No item 6.2 a empresa pesquisada é descrita em termos gerais. Faz-se uma breve descrição do histórico da empresa. Para cada setor de atuação, os principais clientes à nível mundial são enumerados. Finalmente, o modelo matricial, que é o modelo de estrutura organizacional adotado pela empresa, é explicado relatando-se suas vantagens e características.

No item 6.3 são descritas quais atividades foram objeto de estudo na empresa. A escolha das atividades e as razões que determinaram a abrangência adotada na pesquisa de campo são justificadas neste item.

A intervenção foi dividida em três etapas, descritas no item 6.4. Esta divisão teve o objetivo didático de relacionar as atividades realizadas pela empresa com os três processos gerenciais que formam a gestão da qualidade segundo o conceito de Trilogia de Juran. Em cada etapa, um referencial teórico é inicialmente exposto, logo em seguida, são descritas as atividades relacionadas desenvolvidas pela empresa. As três etapas estão descritas nos item 6.5, 6.6 e 6.7 respectivamente.

## **6.2 A Empresa Pesquisada**

Para preservação da confidencialidade das informações, os nomes das empresas e dos produtos estão alterados no presente trabalho.

A empresa pesquisada é denominada de Empresa SUL e está atuante no mercado há mais de quinze anos. Foi adquirida em Fevereiro de 2000, por uma das dez maiores empresas de manufatura contratada no mundo.

Os principais clientes das grandes CMs solicitam que as mesmas tenham capacidade de operar globalmente.

Atualmente, os Estados Unidos concentram a maioria das CMs, mas existe uma tendência de expansão das CMs no mundo. Veja Tabela 6.1, abaixo:

**TABELA 6.1 - Mercado Mundial das CMs por Região Geográfica em Milhões de dólares**

Fonte: SHERMAN, 1998, p. 148.

Ano	1996	2001
Região		
América do Norte	14.918	37.390
Europa	5.893	27.257
Pacífico	8.135	31.108
Resto do Mundo	1.813	5.573
Total	30.760	101.329

Dentro deste contexto e com o objetivo de atuar dentro do mercado da América do Sul, a aquisição da planta pelo Empresa SUL se efetuou.

Atualmente a empresa SUL é uma empresa prestadora de serviços de manufatura de produtos eletrônicos que atende mundialmente a grandes clientes, tais como:

- Setor de comunicação: 3Com, Ascend, Alcatel, Nortel, Cisco Systems
- Setor médico e consumo: General Instrument, Whirlpool,
- Computadores: Gateway, NEC
- Periféricos: Apple, HP, Quantum
- Setor automotivo: General Motors, ITT

As projeções existentes para os próximos dois anos apontam para um crescimento no faturamento da ordem de quatro à cinco vezes o auferido no ano de 1999.

#### 6.2.1 A Estrutura Organizacional da Empresa

A empresa trabalha com o conceito de Célula de Trabalho, ou seja, uma unidade de negócio, independente, que possibilita ter uma empresa dentro da outra, totalmente dedicada a atender às necessidades específicas de cada cliente. Assim, gerência de projetos, engenheiros, gerência de materiais, supervisores, mão-de-obra direta e equipamentos de manufatura exclusivos estão integrados para atender às demandas de cada cliente.

A empresa trabalha com o modelo matricial para suas empresas em nível mundial, uma vez que este modelo alia agilidade de pequenas empresas ao poder de negociação dos grandes conglomerados.

O sistema de Células de Trabalho proporciona um tratamento diferenciado e dedicado a cada cliente, independentemente de seu porte. Cada Célula de Trabalho é concebida para fornecer a qualidade e o custo dentro do prazo requerido por cliente, em projetos inteiramente individuais, mas também trazendo a segurança e a confidencialidade exigidas pelas OEM's e que garantem os seus diferenciais na competição pelo mercado. Veja um exemplo da estrutura matricial adotada pela empresa SUL na figura 6.1 a seguir:

FIGURA 6.1 – Exemplo de estrutura matricial adotada pela empresa SUL

Fonte: Pesquisa do Autor, 2000

		Cliente A	Cliente B	Cliente C e D	Cliente D, E e F
Departamento	Celula de trabalho	1	2	3	4
Marketing		Líder do Negócio	Líder do Negócio	Líder do Negócio	Líder do Negócio
Area de Operações		Líder da Célula	Líder da Célula	Líder da Célula	Líder da Célula
Qualidade		Equipe da Qualidade	Equipe da Qualidade	Equipe da Qualidade	Equipe da Qualidade
Engenharia		Equipe de Processo e Projeto	Equipe de Processo e Projeto	Equipe de Processo e Projeto	Equipe de Processo e Projeto
		Equipe de Teste	Equipe de Teste	Equipe de Teste	Equipe de Teste
Produção		Equipe de Manufatura	Equipe de Manufatura	Equipe de Manufatura	Equipe de Manufatura
Logística		Equipe de Planejamento	Equipe de Planejamento	Equipe de Planejamento	Equipe de Planejamento
		Equipe de Compras/Importação	Equipe de Compras/Importação	Equipe de Compras/Importação	Equipe de Compras/Importação
		Almoxarifado	Almoxarifado	Almoxarifado	Almoxarifado
o o o o		o o o o	o o o o	o o o o	o o o o
Financeiro					
Informatica e Telecomunicações					
Recursos Humanos					
o o o o o o o o					
Planta Brasil da Empresa SUL					

## 6.3 Pesquisa de Campo

### 6.3.1 Período:

A atividade de pesquisa de campo teve início em Janeiro de 2000 estendendo-se até final de Outubro de 2000.

### 6.3.2 Abrangência das atividades pesquisadas:

Durante este período, foi acompanhado todo o processo de implantação de três novas linha de montagem de produtos eletrônicos. Estes produtos são denominados de aparelhos de fax. Foram montados para uma empresa de conhecida reputação e liderança no mercado de produtos eletrônicos, que é denominada de Empresa NORTE.

A empresa SUL, além da montagem de aparelhos de fax, realiza a montagem de

placas de circuito impresso para a empresa NORTE. Estas placas de circuito impresso eram agregadas aos aparelhos de fax durante a sua montagem final.

Este trabalho se concentra em analisar a gestão da qualidade realizada nas atividades de montagem dos aparelhos de fax. A gestão da qualidade nas atividades de montagem de placas de circuito impresso não será focalizada. Este escopo foi escolhido considerando-se os seguintes aspectos:

- A quantidade de PCIs que foram montados para a empresa NORTE demandou da empresa SUL apenas uma dedicação parcial de sua linha de montagem de placas, mas a quantidade de aparelhos de fax que foram montados demandou a aquisição de um prédio exclusivamente para esta operação. Uma célula de trabalho totalmente dedicada a este cliente foi estruturada para a operação de montagem de aparelhos de fax.
- As atividades de montagem de aparelhos de fax são atividades dependentes da engenharia da OEM, ao contrário da montagem de PCIs onde as CMs têm cada vez mais consolidado um domínio tecnológico;
- Os produtos em si são complexos, necessitando de um maior suporte técnico por parte da OEM.
- Eles têm alto valor agregado, custando para o consumidor entre 1000 à 4500 reais, em média;
- A montagem de conjuntos e a realização de testes nos mesmos são atividades que representam uma evolução na prestação de serviços por parte das indústrias de EMS.
- Foi a primeira vez que aparelhos de fax estavam sendo montados na América do Sul pela Empresa NORTE.

#### **6.4 Visão das atividades acompanhadas:**

Para cada linha de produto, as atividades acompanhadas podem ser sumarizadas em três etapas:

- A primeira etapa foi o planejamento do processo de montagem dos aparelhos de fax e sua respectiva qualificação e aprovação.
- A segunda etapa foi a montagem de aparelhos de fax em escala de produção até o pleno atendimento da capacidade da linha e a estruturação das atividades de Controle da Qualidade.
- A terceira etapa ocorre após a capacidade plena de produção ter sido atingida. Basicamente envolveu a implementação de ações de melhoria da qualidade para atendimento aos requisitos avaliados pela empresa NORTE, durante sua primeira auditoria semestral na Empresa SUL.

## **6.5 A primeira etapa: O planejamento do processo de montagem dos aparelhos de fax e sua respectiva qualificação e aprovação.**

Segundo JURAN (1992), um processo pode ser definido como “uma série sistemática de ações direcionadas para a consecução de uma meta”. Isto implica que o processo para ser planejado deve ter metas e padrões de qualidade a serem alcançados. As ações que formam um processo devem estar todas interligadas e interdependentes. O resultado final adequado do planejamento de um processo é um processo capaz de atender às metas sob condições de operações normais.

O planejamento de processo, segundo JURAN (1992), é realizado através de atividades:

- a) Revisar o projeto do produto para verificar sua clareza e exeqüibilidade;
- b) Escolher o processo de fabricação, as operações a serem realizadas, suas seqüências;

Obter as máquinas e as ferramentas capazes de respeitar as tolerâncias especificadas. Obter os instrumentos que tenham a capacidade adequada de verificar o processo e obter os métodos e os procedimentos exigidos pelas forças envolvidas para conduzir as operações;

- c) Comprovar que o processo tem capacidade de atender as metas;
- d) Transferir o processo produtivo para a produção.

O resultado final do planejamento do processo consiste na descrição de um processo capaz de atingir as metas sob as condições de operação, nas instalações necessárias para que as forças envolvidas possam executar as operações e finalmente na informação necessária para utilizar as instalações nas operações e seqüências previstas. (JURAN, 1992)

Pelo lado da empresa SUL, o planejamento do processo produtivo foi realizado pelo engenheiro de produto, engenheiro de processo e engenheiro da qualidade.

Pelo lado da empresa NORTE, o planejamento de processo foi realizado pelo engenheiro residente na planta da empresa SUL e pelos engenheiros de produtos responsáveis pelo projeto de cada uma das três linhas de aparelho de fax.

A participação de cada um deles foi diferenciada, sendo que alguns atuam em todo o processo de planejamento e outros atuam apenas em determinadas fases.

#### 6.5.1 Revisão do projeto do produto para verificação da sua clareza e exeqüibilidade

O projeto do produto apresenta metas para o produto. Para que estas metas sejam alcançadas, as etapas do processo produtivo que afetam às características do produto devem atingir determinados objetivos. (JURAN, 1992). Por exemplo: O aparelho de fax tem como meta de produto ter uma boa qualidade de impressão de documento. Para que isto seja atingido as etapas do processo produtivo de montagem que afetam esta característica devem ser operadas respeitando-se determinados critérios. Neste exemplo uma etapa do processo produtivo, a etapa de teste de impressão deve ser realizada com a meta de cem por cento de acuracidade nos testes de qualidade de impressão.

Quanto mais for adiada a revisão das metas a serem atingidas pelo processo, menos opções disponíveis restarão. Além disso as alternativas que poderiam ter sido imediatamente adotadas nos estágios iniciais tornam-se cada vez mais caras, ou mesmo proibitivas nos estágios posteriores. (JURAN, 1992)

O conhecimento sobre o produto foi realizado através de visita técnica pelos engenheiros de produto, engenheiro de processo e pelo líder do projeto da empresa SUL à unidade responsável pelo desenvolvimento do produto, localizada no exterior.

Nesta visita técnica eles conheceram os responsáveis técnicos para cada linha de produto e receberam treinamento sobre o produto. Durante o treinamento foi fornecido material técnico descrevendo:

- A estrutura organizacional da empresa, seu corpo técnico de engenharia, seus nomes, telefones de acesso e nível hierárquico;
- Descrição dos principais produtos e seus responsáveis técnicos;
- Sistemática de escalção da informação na existência de problemas;
- Histórico da performance dos produtos em outras plantas existentes;
- Descrição técnica do produto, características, acessórios, performance, interface, etc.
- Princípio de funcionamento, estrutura de materiais, descrição das unidades, desenhos do produto, diagramas elétricos, etc.
- Descrição dos sintomas, causas e ações para a reparação.
- Objetivos e metas de qualidade para os produtos.

O conteúdo do material enviado se encontrava em meio físico (apostilas) e em meio eletrônico (CDs, disquetes). Algumas informações de reparação estavam contidas em CDs interativos, onde o usuário através de menus de consulta conseguia enxergar as operações de reparação de maneira clara, via vídeos e desenhos animados. Todo o material recebido se encontrava na língua inglesa.

6.5.2 Escolha do processo de fabricação, das operações a serem realizadas e das suas seqüências.

Nesta etapa os planejadores de processo devem definir os equipamentos físicos a

serem providenciados bem como os softwares associados a eles. Devem também definir as informações de como operar, controlar e manter os equipamentos. Para se chegar a essas definições é necessário que os planejadores de processo tenham conhecimento de:

- Capacidade das pessoas que vão operar o processo com relação ao conhecimento e habilidades tecnológicas;
- Ambientes que podem influenciar o desempenho tecnológico tais como as condições de operação físicas durante a fabricação como: temperatura, vibração, poeira, entre outros, e as condições não físicas como: stress do trabalho, o cansaço devido ao transporte coletivo da casa ao trabalho, a comunidade social, etc. Os planejadores devem também saber quais serão as condições de uso dos produtos. Normalmente os planejadores conhecem o uso programado, mas não necessariamente o uso real. (JURAN, 1992)

Na fase inicial de montagem, a maioria das pessoas foram transferidas de outras linhas para trabalharem na nova linha de produção. O conhecimento da capacidade de grande parte das pessoas que iriam operar o processo produtivo já era conhecido. Basicamente todos os funcionários tinham o primeiro grau completo, apresentavam uma idade média de vinte e três anos e apresentavam familiaridade com a utilização de micro computadores.

Foi realizada uma visita técnica pelos engenheiros de produto, engenheiro de processo e pelo líder do projeto da empresa SUL em uma planta que realizava a montagem dos aparelhos de fax, localizada no exterior e não pertencente ao grupo da Empresa SUL. Várias informações e idéias sobre o layout, as atividades de montagem e o sistema de embalagem foram coletados.

O projeto do layout da linha, a escolha das bancadas e dos equipamentos de

montagem e testes foram realizados baseando-se em :

- Experiência adquirida pela empresa em montagem de aparelhos de fax para uma empresa concorrente da empresa NORTE;
- Análise do processo de montagem executado pela empresa visitada no exterior;
- Requisitos solicitados pela empresa NORTE. A empresa NORTE solicitou a adoção de alguns requisitos como por exemplo, a utilização de um determinado equipamento de palletização.

As condições ambientais necessárias à montagem de aparelhos de fax foram escolhidas com base na experiência da empresa SUL e nos requisitos exigidos pela empresa NORTE.

O projeto do processo se inicia num nível amplo e progride para níveis menores e mais detalhados. Inicialmente os planejadores de processo devem escolher se manterão os processos já existentes, se adotarão novos processos ou se adotarão uma solução intermediária. (JURAN, 1992)

Nesta fase foi definido o layout da planta para montagem das três linhas de aparelhos de fax. As bancadas e os equipamentos existentes não diferiam muito dos utilizados nas linhas de montagem existentes na Empresa SUL. Mas estas linhas utilizariam o software existente na empresa SUL para controle e acompanhamento da produção em todas as etapas do processo de montagem, ou seja, desde a alimentação das bancadas de montagem até a expedição dos pallets com o produto acabado. Esta abrangência de utilização do software era algo novo para a empresa SUL e exigiria o desenvolvimento do aplicativo.

### 6.5.2.1 O conceito de dominância

Os processos são influenciados por numerosas variáveis. Muitas vezes uma variável é mais importante que todas as outras juntas. Diz-se que essa variável é uma variável dominante. A existência de uma variável dominante é uma ajuda importante aos planejadores do processo, pois ao dedicarem sua atenção à obtenção do domínio sobre essa variável estão cobrindo praticamente todo o processo. As formas mais comuns de dominância do processo são:

1. Dominância da preparação. Esses processos apresentam uma alta estabilidade e reprodutibilidade de resultados, por muitos ciclos de operação. O enfoque do planejamento deve estar na preparação e validação precisa antes que as operações se iniciem.
2. Dominância de tempo. O processo muda progressivamente com o tempo. Ocorre depleção de fornecimentos consumíveis, aquecimento e desgaste das ferramentas. O planejamento deve enfatizar maneiras de periodicamente avaliar os efeitos das mudanças e na realização de reajustes adequados.
3. Dominância de componentes. A principal variável atuante é a qualidade dos materiais e componentes de entrada. O planejamento deve enfatizar, no curto prazo, as inspeções nos recebimentos e, no longo prazo, o desenvolvimento dos fornecedores.
4. Dominância de trabalhador. Nesses processos, a qualidade depende principalmente da técnica e da habilidade dos trabalhadores. O planejamento deve enfatizar sistemáticas de seleção, treinamento, certificação e adoção de procedimentos à prova de erros.
5. Dominância de informação. Os processos são de natureza intermitente e aleatória. As informações dos serviços mudam freqüentemente. O

planejamento deve enfatizar a introdução de um sistema de informação que possa entregar informações precisas e atualizadas as pessoas afetadas.(JURAN, 1992)

Grande parte dos componentes incorporados ao produto eram peças plásticas injetadas que apresentam baixa variabilidade. Uma placa de PCI montada pela empresa Sul era também incorporada ao produto. Qualquer ausência de componente, componente danificado, ou outro defeito na PCI eram detectados durante os testes funcionais do aparelho de fax. Como o processo produtivo em sua maioria era constituído de atividades de montagem e testes realizados por pessoas, considerou-se que o mesmo era dominado pelos trabalhadores, portanto o planejamento do processo necessitou dar prioridade a introdução de mecanismos à prova de erros humanos e à aplicação de treinamento e execução de certificação dos trabalhadores.

#### **6.5.2.2 Planejando o processo para reduzir os erros humanos**

Segundo JURAN (1992) os homens tendem a cometer erros:

*“Eles são incapazes de se manter atentos cem por cento do tempo, de manter esforços musculares em cem por cento do tempo, lembrar todos os eventos passados, tomar decisões cem por cento acertadas. Além dessa propensão a erros, os seres humanos variam em suas capacidades. Alguns desenvolvem um macete que permite que eles tenham desempenhos superiores aos outros que não conhecem o macete. Ainda por cima, devemos lutar contra os erros conscientes cometidos pelos seres humanos. Alguns violam conscientemente as regras da empresa, por exemplo, eles não reportam erros porque sentem que um ambiente de culpa irá culpar o mensageiro pelas más notícias. Alguns não conhecem que violações aparentemente inocentes podem causar muitos prejuízos aos usuários, e eles tomam atalhos não autorizados por conveniência pessoal ou para evitar trabalho desagradável. Alguns são rebeldes que deliberadamente violam as regras de modo a se vingar da sociedade por injustiças reais ou imaginárias.”(JURAN, 1992:260)*

Durante o planejamento de processo os planejadores podem reduzir a quantidade de

erros humanos ao atuarem conforme descrito na tabela 6.2 abaixo:

**TABELA 6.2 – Tipos de erros humanos e ações para sua redução**

Fonte: Adaptada de JURAN , 1990, p. 160.

Tipos de Erros	Remédios Sugeridos
Erros devidos à má interpretação	Definição precisa; criação de um glossário Utilização de uma Lista de Verificação Utilização de exemplos
Erros de inadvertência	Utilização de testes de aptidão para seleção de pessoal Reorganização do trabalho para reduzir fadiga e monotonia Implementação de dispositivos à prova de falhas Utilização de mecanismos de redundância Automatização dos processos
Erros devido à falta de técnica	Descobrimento do “macete” utilizado pelos trabalhadores bem sucedidos e divulgação deste para os outros trabalhadores Retreinamento
Erros conscientes: Dissimulação Tendências Futilidades	Remoção da atmosfera de culpa que propicia às pessoas a esconderem os erros Conduzir auditorias da qualidade de maneira a monitorar este problema

No processo produtivo de montagem estava previsto a realização de atividades propensas a erros humanos. As atividades de inspeção realizadas pelos operadores se enquadravam nesta categoria e consistiam de:

- Inspeção visual da aparência dos componentes inseridos e do aparelho de fax já montado;
- Inspeção visual das paginas de testes de impressão verificando se a qualidade de impressão está adequada;

Com o objetivo de reduzir os erros devidos à má interpretação a Empresa NORTE forneceu instruções técnicas para a realização das atividades de inspeção visual de

aparência. Nesta instrução estavam descritos a luminosidade adequada, o tempo necessário para realização da inspeção, a distância para a observação das partes, a definição de defeitos, amostras padrões e limites para aceitação. Para a realização da inspeção visual das páginas de teste de impressão a Empresa NORTE forneceu instruções contendo os critérios para aceitação bem como amostras limites. Estes documentos foram interpretados pela engenharia da qualidade e pela engenharia de produto e foram traduzidos e incorporados às instruções operacionais existentes. Além disso, periodicamente, os operadores que executavam atividades de inspeção visual deveriam ser treinados nestas instruções operacionais.

A realização das atividades de montagem dependem da habilidade e do treinamento do operador. Face a solicitação e exigências da empresa NORTE, o autor e a engenharia da empresa SUL desenvolveram, para todas as três linhas de montagem, uma sistemática de treinamento e certificação dos operadores. Para cada posto de montagem foi estabelecido um conteúdo programático mínimo a ser ministrado ao novo operador. Após um determinado período em atividade, este período é estabelecido em função das atividades realizadas, o operador era avaliado sendo considerado certificado ou não para a execução das atividades.

#### Princípios de sistemas à prova de erros humanos

Os princípios de sistemas a prova de erros podem ser classificados em cinco categorias, indicadas a seguir.

1. Princípio de Eliminação: muda-se a tecnologia de modo a eliminar operações que são propensas a erros.
2. Princípio de Substituição: mantém a operação propensa a erro mas substitui-se o trabalhador humano por um operador não humano.

3. Princípio de Facilitação: mantém-se a operação propensa a erro, mas o trabalhador humano recebe meios de reduzir a propensão a erros.
  4. Princípio de Detecção: não se faz nada para prevenir que o erro humano aconteça, mas o erro é encontrado na primeira oportunidade possível, de modo a minimizar o prejuízo.
  5. Princípio de Mitigação: também, não se faz nada para prevenir que o erro humano aconteça, entretanto, são fornecidos meios para evitar o prejuízo.
- NAKAJO & KUME citado por JURAN (1992)

Como estratégias para redução dos erros devidos às falhas humanas, foi planejada a utilização de dispositivos à prova de erros, durante o processo de montagem. Estes dispositivos visavam:

- Facilitação das operações: Em todas as bancadas de montagem e testes existiam micros computadores ligados em rede. Nas bancadas de montagem e teste, o aparelho de fax era conectado ao micro e imediatamente as instruções de montagem eram mostradas aos operadores, através das telas dos micros computadores, à medida que realizavam suas atividades.
- Detecção das falhas: Instantes antes de serem incorporados, os principais componentes tinham seus números de série/código lidos opticamente e armazenados pelo software de controle do processo produtivo. A eventual ausência de um desses componentes era acusada pelo software. Algumas operações, depois de realizadas, deveriam ser confirmadas pelos operadores, de tal modo que o software funcionava como uma lista de verificação eletrônica. A integridade funcional do aparelho de fax era testada por programas de testes que verificavam por exemplo: a ausência de módulos de memória, defeitos na PCI, falha nas conexões.

### **6.5.2.3 Estabelecendo a relação entre as variáveis do processo aos resultados do produto**

À medida que o projeto do processo evolui em direção aos detalhes, uma longa lista de características de processo surge e cada uma delas objetiva produzir uma ou mais características de produto. O estabelecimento de uma relação satisfatória entre uma variável de processo e uma característica de produto pode ser conseguido facilmente, casos de processos simples, ou pode exigir experiências projetadas, utilizando-se planejamento de experimentos, em casos de processos mais complexos. (JURAN, 1992)

Baseando-se na experiência da empresa na fabricação de aparelhos de fax, a relação entre as variáveis do processo e as características da qualidade do produto foram estabelecidas pelo engenheiro de produto. Muitas destas relações foram informadas pela empresa NORTE através de material técnico sobre o produto ou consulta aos engenheiros de produto. Não foi necessária a utilização de planejamento de experimentos para o estabelecimento destas relações.

### **6.5.2.4 Controle de Processo**

Os planejadores de processo devem definir como as características de processo serão mensuradas. A capacidade de mensuração depende da habilidade do sensor em reproduzir seus resultados em testes sucessivos. Deve-se observar que para os instrumentos tecnológicos essa habilidade é relativamente fácil de se quantificar, mas para sensores do tipo seres humanos esta habilidade está bem aquém. (JURAN, 1992)

Características visuais como por exemplo: defeitos de aparência, parafuso ausente, tampa mal encaixada, entre outros, são detectadas pelo operador. Estas representam a maioria das características verificadas na montagem. A integridade funcional do aparelho de fax era testada por programas de testes. Mas toda rejeição no processo

de montagem era registrada pelo software de controle do processo produtivo. O registro se realizava mediante a escolha, pelo operador, do sintoma que melhor se enquadrava no problema encontrado. Obrigatoriamente, o operador deveria utilizar um código de defeito para descrever o sintoma, isto aumentava a acuracidade dos sensores humanos, na medida que favorecia a uniformização de conceitos e critérios.

Os equipamentos que realizavam atividades de inspeção, medição e ensaios que afetavam as características da qualidade do produto foram identificados. Procedimentos documentados para controlar, calibrar e manter os mesmos foram estabelecidos pelo autor e pela engenharia de produto da empresa SUL.

#### **6.5.2.4.1 Metas de qualidade**

Para cada assunto de controle faz-se necessário estabelecer uma meta de qualidade.

As metas são estabelecidas a partir da combinação de duas bases:

1. As metas para as características de produto e características de processo são baseadas em critérios tecnológicos.
2. As metas para departamentos e pessoas são baseadas no desempenho histórico. (JURAN, 1992)

As metas para as características de produto e características de processo foram estabelecidas conjuntamente pela empresa NORTE com o engenheiro de produto.

As metas para linha de montagem, como um todo, foram baseadas no histórico de desempenho encontrado pelas outras plantas que realizavam a montagem dos aparelhos de fax para a empresa NORTE, bem como no histórico de desempenho da empresa SUL, na montagem de aparelhos de fax para outros clientes.

#### **6.5.2.4.2 Controle de processo via controle das operações**

Os planejadores de processo planejam as atividades de controle de processo a serem

realizadas pelas forças operacionais de maneira que elas sejam capazes de atingir as metas do produto. O controle das operações ocorre periodicamente durante a execução do processo. Nesta etapa são definidas para cada operação a:

- Unidade de medida;
- Tipo de sensor;
- Meta: valor a ser atingido;
- Tolerância;
- Frequência de medições;
- Tamanho da amostra;
- Critérios para a tomada de decisão;
- Responsabilidade pela tomada de decisão. (JURAN, 1992)

O planejamento das atividades de controle de processo a serem realizadas pelas forças operacionais foi feito pelo engenheiro de produto. As atividades a serem executadas foram descritas em instruções documentadas. Além das instruções documentadas, na tela de micro em cada bancada de montagem e teste, existiam instruções visuais de texto e com fotos que eram mostradas ao operador, à medida que realizava as atividades de montagem e testes do aparelho de fax.

#### **6.5.2.4.3 Controle de processo via controle do produto**

O controle do produto ocorre após produção de uma certa quantidade de produtos. Verifica-se se o produto está em conformidade com as metas de produto ou não. Como este controle ocorre após o produto ter sido realizado, se o produto está não conforme, o estrago já foi feito. O controle do produto pode ser atribuído a qualquer um que possa compreender as metas, fazer as medições e determinar a diferença.

(JURAN, 1992)

A empresa NORTE definiu que um determinado percentual de aparelhos de fax montado, por exemplo, dez por cento fossem verificados em um posto específico. Nesse posto, todos os testes realizados durante a montagem eram refeitos. Estas atividades foram descritas em Instruções documentadas. Além das instruções documentadas, na tela do micro da bancada, existiam instruções visuais com textos e fotos que eram mostradas ao operador, à medida que inspecionava o aparelho de fax. Foi também planejada uma auditoria para o aparelho de fax já embalado. Nesta auditoria verificava-se a embalagem, a condição de armazenamento do produto dentro da caixa e a existência dos acessórios específicos. Nas duas auditorias, todos os itens avaliados foram assinalados em uma lista de verificação que se tornava um registro da qualidade. O planejamento destas atividades foi efetuado com a participação do autor.

#### **6.5.2.4.4 Controle de processo via controle das instalações**

As instalações incluem os equipamentos, as ferramentas e os instrumentos. Existe uma tendência de se utilizar cada vez mais processos automatizados, computadores, robôs, etc. Esta tendência faz com que a qualidade do produto dependa cada vez mais da manutenção das instalações. O planejamento das instalações é realizado através do estabelecimento de um programa para se conduzir a manutenção das instalações, contendo um detalhamento das tarefas a serem desempenhadas durante a manutenção, bem como a atribuição das responsabilidades para que o programa seja seguido. (JURAN, 1992)

Foi planejada pelos engenheiros de produto e de processo uma sistemática de manutenção preventiva para as três linhas. Além do planejamento das atividades de manutenção preventiva foi avaliada a necessidade de se manter em estoque algumas máquinas e componentes sobressalentes. A definição dos itens a serem mantidos em

estoque e respectivas quantidades, foi determinada em função do impacto que a falta de um desses itens causaria ao processo produtivo, considerando o lapso de tempo para a sua aquisição.

#### **6.5.2.5 Planejamento para processos críticos**

Alguns processos podem ser considerados críticos por apresentarem perigos sérios à vida humana, à saúde e ao ambiente, ou por afetarem características que dizem respeito diretamente ao funcionamento do produto. Esses processos devem ser planejados com margens de segurança maiores que os outros. Ou seja:

- A seleção, preparação e qualificação da mão-de-obra deve ser cuidadosamente planejada;
- Nos processos críticos, a necessidade de manutenção pode ser absoluta, pois esses processos são planejados de maneira a dependerem totalmente do funcionamento apropriado dos equipamentos e dispositivos de segurança tecnológicos;
- O monitoramento do processo deve ser planejado e executado com disciplina e integridade. (JURAN, 1992)

O engenheiro residente da empresa NORTE, consultando a equipe de engenharia da sua empresa, definiu que alguns postos deveriam ser considerados críticos. O planejamento das atividades de treinamento e certificação da mão-de-obra desses postos levou em consideração essa classificação para a definição do conteúdo programático e do período de treinamento no trabalho necessário para se efetuar a qualificação. O planejamento das atividades de manutenção preventiva também considerou essa classificação na definição das atividades e das máquinas e dispositivos a serem avaliados.

### 6.5.3 Comprovação da capacidade do processo em atender as metas

Se as etapas anteriores não forem bem executadas, elas podem resultar em cargas maiores para a produção, sob as formas de produtos com propensão a falhas, processos incapazes, combate a “incêndios” freqüentes e altos custos de manutenção. (JURAN, 1992)

#### 6.5.3.1 Teste do equipamento

O teste do equipamento é um teste do processo sob condições normais de operação. O propósito é o de testar o processo. Neste teste são produzidas algumas unidades, produto para demonstrar que a ferramenta pode seguir os padrões de qualidade sob as condições de operação. (JURAN, 1992)

A cada introdução de uma nova linha de produção, foi realizado uma “corrida virtual”. Esta corrida era denominada de virtual porque nenhum aparelho de fax foi produzido efetivamente. Foi simulada a montagem de alguns aparelhos de fax com o objetivo de verificar a integridade do software de controle e monitoramento da produção. Esta simulação ocorreu nas bancadas do processo com a inserção de dados fictícios no sistema. Os problemas encontrados na “corrida virtual” foram relatados às áreas envolvidas para a tomada de ações corretivas. Após a correção dos problemas encontrados, a corrida piloto poderia ser inicializada.

#### 6.5.3.2 Teste-piloto

No teste piloto produz-se uma quantidade de produtos em todas as estações e etapas do processo produtivo em uma escala subdimensionada entre a fase de planejamento e as operações em grande escala. Os resultados desses testes-pilotos freqüentemente decidem se a operação poderá ser conduzida em produção normal ou não. Por essa razão, várias questões são definidas previamente de maneira que a coleta de dados seja adequada para se tomar esta decisão. (JURAN, 1992)

A empresa NORTE solicitou que todos os processos para a produção dos

equipamentos de fax fossem aprovados e certificados por ela, antes de se iniciar a produção normal. A qualificação da linha deveria ser feita sob condições normais de produção, usando os níveis de partes, lista de material, ferramentas e gigas utilizadas na produção normal. Esta qualificação foi feita no teste piloto.

Após serem realizadas as atividades de planejamento, descritas nos itens anteriores, e depois de concluído o lote virtual, foram iniciadas as atividades para a condução do teste piloto.

Todos os testes pilotos realizados foram conduzidos com a presença e a participação dos engenheiros de produto da empresa NORTE.

Inicialmente todas as estações de trabalho da linha foram auditadas pelos engenheiros de produto da empresa NORTE que verificaram se :

- Os componentes estavam devidamente identificados e colocados em recipientes adequados;
- As instruções operacionais estavam presentes nos postos e estavam aprovadas pelo representante da empresa NORTE;
- As bancadas de auditoria de produto estavam preparadas;
- As ferramentas, instrumentos e instalações estavam identificadas e preparadas para o uso;
- As áreas para segregação de material não-conforme estavam definidas e identificadas;

Um aparelho de fax foi montado para simular todos os passos de produção e um lote de aparelhos de fax virtual foi simulado no software para controle e monitoramento da produção.

Tão logo os requisitos prévios foram completamente atendidos, o lote piloto foi executado.

O lote piloto foi dividido em três etapas.

- Na primeira etapa: Uma quantidade de aparelhos de fax foi montada e todos foram auditados. Cada defeito ou problema encontrado deveria ser analisado pela engenharia da empresa NORTE e pela engenharia da Empresa SUL para a realização de ajustes e ações corretivas, conforme a gravidade e extensão dos problemas que fossem encontrados.
- Na segunda etapa: Uma quantidade de aparelhos de fax deveria ser montada e todos deveriam ser auditados. Caso algum defeito ou problema fosse encontrado na auditoria, a engenharia da empresa NORTE e a engenharia da Empresa SUL deveriam avaliar a gravidade e extensão dos problemas encontrados e, caso necessário, deveriam tomar ações corretivas, podendo solicitar que a segunda etapa fosse repetida.
- Na terceira etapa: Uma quantidade de aparelhos de fax, maior que a quantidade das etapas anteriores, deveria ser montada. Um percentual de aparelhos de fax deveria ser auditado. Caso algum defeito ou problema fosse encontrado na auditoria, a engenharia da empresa NORTE e a engenharia da Empresa SUL deveriam avaliar a gravidade e extensão dos problemas encontrados e, caso necessário, deveriam tomar ações corretivas, podendo solicitar que a terceira etapa fosse repetida. Cada defeito encontrado durante o processo de montagem e teste deveria ser analisado pela engenharia da Empresa NORTE e engenharia da Empresa SUL.

Durante o lote piloto, os engenheiros de produto da empresa NORTE apontaram os

problemas encontrados no processo produtivo e solicitaram a tomada de ações corretivas. A engenharia da empresa SUL e o autor, de posse das informações coletadas durante o lote piloto, elaboraram um relatório contendo a descrição dos problemas encontrados com um plano de ações corretivas. A engenharia da Empresa NORTE após análise e aprovação das ações corretivas propostas emitiu um relatório formal liberando a linha para trabalhar em produção normal.

#### 6.5.4 Transferência do processo produtivo para a produção

Na transferência do planejamento para as operações a responsabilidade pelo controle é também transferida. As forças operacionais tornam-se responsáveis não apenas por fabricar o produto mas também por manter o processo em seu nível de capacidade planejado. Em muitos processos, o planejamento do sistema de controle é deixado para as forças operacionais. Nestas situações, o planejamento do controle não deve esperar até que a transferência tenha sido feita, portanto, o planejamento do controle deve ser feito à medida que o planejamento do processo avança. Pois caso isto não aconteça corre-se o risco de se descobrir tarde demais que o processo não seja totalmente controlável. (JURAN, 1992)

##### 6.5.4.1 Transferência de know-how

Durante o processo de planejamento, os planejadores adquirem uma boa dose de know-how sobre o processo. As forças operacionais podem se beneficiar deste know-how, se ele for transferido. A transferência pode ser realizada de várias maneiras:

- Através de especificações do processo que estabelecem as metas a serem atingidas;
- Através de procedimentos e instruções operacionais;
- Através de reuniões;
- Através de treinamentos formais;

- Através de treinamento no trabalho. (JURAN, 1992)

Antes da realização do lote piloto, os operadores e o próprio supervisor da linha foram treinados pelo engenheiro de produto sobre:

- Princípio de funcionamento do aparelho de fax;
- Características gerais do modelo de aparelho de fax a ser montado: capacidade, opcionais, velocidade, resolução, etc;
- Descrição da linha de produção: desenho da linha, atividade dos postos, descrição das operações e inspeções
- Descrição das etapas do lote piloto.

No lote piloto, as instruções de montagem já estavam disponíveis aos operadores de cada posto de trabalho.

No início de cada etapa do lote piloto, foram realizadas reuniões com as forças operacionais explicando os problemas encontrados e as ações que seriam tomadas naquela etapa.

As primeiras máquinas montadas eram supervisionadas pelas engenharias de produto da empresa NORTE e da empresa SUL. As dúvidas encontradas pelos operadores nas atividades de montagem e nos critérios utilizados de inspeção eram repassadas para o engenheiro de produto que providenciava os esclarecimentos.

O próprio engenheiro de produto da empresa SUL esclarecia dúvidas e recebia treinamento durante o lote piloto com os engenheiros de produto da empresa NORTE. Durante esta etapa o engenheiro de produto estava sendo avaliado pelos engenheiros de produto da empresa NORTE. Posteriormente, a avaliação realizada pelos engenheiros da empresa NORTE seria utilizada para a certificação formal do

engenheiro de produto pelo engenheiro responsável da empresa NORTE pela linha de aparelhos de fax.

O autor esclareceu dúvidas dos operadores, atuando como intérprete junto ao engenheiros de produto da Empresa NORTE.

## **6.6 A segunda etapa: Montagem de aparelhos de fax em escala de produção e estruturação das atividades de Controle da Qualidade**

Segundo JURAN (1990), o objetivo do processo gerencial de Controle da Qualidade é manter o processo planejado em seu estado planejado, de modo que continue capaz de atingir as metas estipuladas. Basicamente este processo é constituído de três etapas: avaliação do desempenho real, comparação do desempenho real obtido com as metas e finalmente, atuação nas diferenças para que as metas sejam atingidas. Um processo não permanece sempre atingindo as metas; todo tipo de acontecimento pode intervir para prejudicar a habilidade em atendê-las. O processo de controle da qualidade se propõe a minimizar este prejuízo, tanto pela ação imediata de restabelecer o status quo ou melhor ainda, evitando que o prejuízo aconteça.

### **6.6.1 A pirâmide de controle**

Toda empresa tem um grande número de coisas a controlar. Apenas os gerentes não conseguiriam controlar toda a empresa. Portanto a empresa projeta um sistema de delegação onde:

- Na base estão os processos à prova de falhas e automatizados.
- Logo em seguida está o controle realizado pela mão-de-obra da empresa. Neste nível de controle, as metas são expressas normalmente em características de produtos e processos. O controle é realizado na maioria das vezes em tempo real.
- Logo após, o controle pelos supervisores e gerentes médios. O controle da qualidade de características específicas de produtos e processos está restrito às características mais importantes. Trabalha-se com dados agrupados e históricos.

- Finalmente o controle exercido pelos altos gerentes. Neste nível trabalha-se com metas estratégicas. (JURAN,1990)

Todas as estações de trabalho na linha de montagem trabalhavam monitoradas pelo software de controle e monitoramento da produção. Como todos os aparelhos de fax tinham um número de série único, cada máquina ao caminhar pelo processo produtivo era reconhecida pelo software de controle e monitoramento da produção, em cada estação de trabalho. Isto possibilitava conhecer o histórico de fabricação de cada máquina montada. No mínimo, em cada estação de trabalho, o software de controle e monitoramento da produção registrava: o número da bancada, o número do operador existente, o número de série do aparelho de fax, a hora em que a operação foi inicializada e finalizada, a aprovação ou rejeição do aparelho e o motivo da rejeição. Uma vez que o aparelho foi rejeitado em uma estação, ele não poderá ser processado na estação seguinte, antes que o mesmo seja reparado em uma estação dedicada a isto.

Informações agregadas e relatórios em tempo real sobre a situação do processo, por exemplo: quantidade de aparelhos em processo, rejeitados, principais defeitos encontrados, estavam disponíveis ao corpo de engenharia e ao supervisor da linha. O software de controle e monitoramento da produção tinha definido e restringido os níveis de acesso às informações sobre as atividades de controle da qualidade da linha.

Mensalmente, a equipe de engenharia da linha elaborava um relatório gerencial contendo vários indicadores sobre o processo produtivo e a situação das ações corretivas em andamento. Este relatório era enviado aos níveis gerenciais das empresas SUL e NORTE. O autor participou da estruturação e planejamento do formato e do conteúdo desse relatório.

### 6.6.2 Execução do Controle da Qualidade

O controle de processo via controle das operações é realizado mediante a atuação das forças operacionais.

- Elas devem atuar conforme estipulado no planejamento da qualidade do processo. Devem seguir as metas estipuladas para as características de produto e processo. Devem respeitar a periodicidade, os procedimentos e os instrumentos a serem usados na medição da performance.
- Os dados coletados devem ser interpretados. Caso a análise dependa da capacidade humana, as pessoas devem estar habilitadas para realização destas análises.
- Na existência de discrepâncias com relação aos objetivos, uma tomada de decisão deve ser realizada. Algumas decisões são tomadas repetidas vezes:
  - Processo deve continuar ou deve ser interrompido?
  - O produto resultante está não-conforme?
  - Qual disposição deve ser tomada caso o produto esteja não conforme?
- A etapa final do ciclo de Controle da Qualidade é o restabelecimento de um estado de conformidade às metas de qualidade. Aqui as ações são direcionadas para a eliminação de deficiências esporádicas. Ela é constituída de duas ações: a primeira é o descobrimento das causas que geraram a mudança esporádica e a segunda o fornecimento de uma correção para promover o retorno às metas existentes. Geralmente o principal obstáculo é o diagnóstico da causa. (JURAN , 1990).

#### **6.6.2.1 Controle da Qualidade executado na linha**

Antes da implementação das linhas de montagem de aparelhos de fax para a empresa NORTE, a empresa SUL já estava certificada pela norma de Sistemas para Garantia da Qualidade da Serie ISO 9000. Várias atividades previstas pela norma já estavam sendo realizadas pela empresa SUL e estas atividades foram então estendidas para as novas linhas. Atividades como: Controle de Documentos e Dados (Elemento 4. 5 da norma), Controle de Equipamento de Inspeção, Medição e Ensaaios (Elemento 4.11 da norma), Situação de Inspeção e Ensaaios (Elemento 4.12 da norma ), Controle de Produto Não-Conforme (Elemento 4.13 da norma), Ação Corretiva e Ação Preventiva (Elemento 4.14 da norma), Manuseio, Armazenamento, Embalagem, Preservação e Entrega (Elemento 4.15 da norma) e Controle de Registros da Qualidade (Elemento 4.16 da norma) foram realizadas conforme a prática já existente na empresa. (ABNT, 1995) Estas atividades não serão abordadas no trabalho.

##### **6.6.2.1.1 Procedimentos adotados no início e no término de turno.**

No inicio de cada novo turno e antes de se iniciar a produção, eram realizadas atividades de verificação. Estas atividades envolviam a verificação visual dos dispositivos, das ferramentas e dos equipamentos existentes.

No final do turno todas as estações de trabalho, equipamentos de produção e relativos eram desligados. Verificava se apenas um aparelho de fax estava presente em cada estação de trabalho; este procedimento era realizado para evitar o acúmulo de máquinas na linha. O material consumível utilizado para teste era armazenado em local adequado de maneira a evitar sua deterioração.

Se por razão qualquer, a linha ficava parada por um período longo, por exemplo: quatro ou mais dias consecutivos, um procedimento de reinício de linha era adotado. Eram realizadas as atividades de verificação previstas no início do turno e atividades

para conferência da presença e versão das instruções e documentos de processo utilizados na linha. A empresa previa ainda uma auditoria de produto extraordinária nas primeiras máquinas montadas.

#### **6.6.2.1.2- Procedimento para Interrupção da Linha**

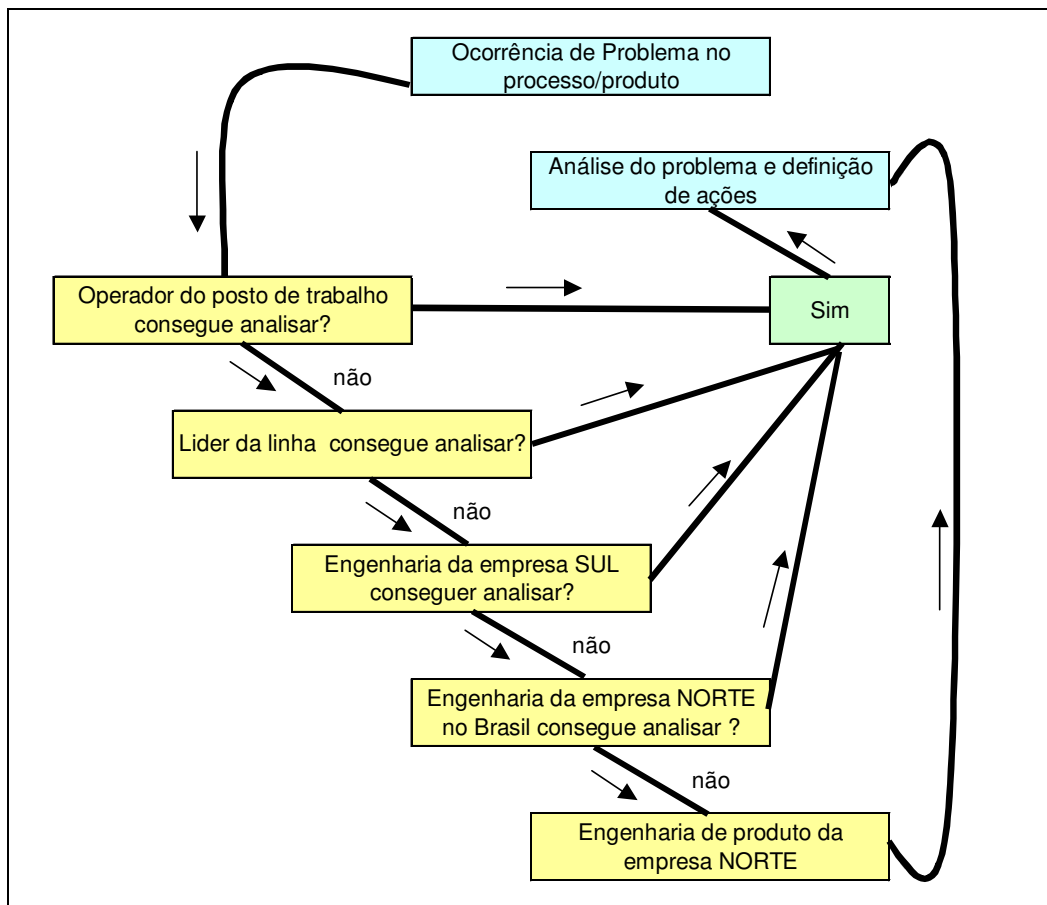
Com o objetivo de evitar a ocorrência de uma quantidade maior de não-conformidades no processo, foram determinados critérios a serem utilizados para solicitação de interrupção da linha. Estes critérios foram definidos pelo engenheiro de produto e engenheiro da qualidade e foram baseados na experiência da empresa SUL na montagem de aparelhos de Fax para outros clientes. Os critérios foram baseados no grau de severidade e na repetição das falhas encontradas. A solicitação de interrupção da linha poderia ser efetuada por qualquer operador. Caso a solicitação de parada da linha fosse efetuada, uma análise pela equipe de engenharia era realizada. Esta análise objetivava definir se o problema identificado era pontual, ou não. Em função dessa análise, as ações de contenção e corretivas eram definidas e implementadas. O autor participou da estruturação dos critérios a serem utilizados para a solicitação de interrupção da linha.

#### **6.6.2.1.3 Procedimento de Escalamento**

Alguns problemas encontrados no processo produtivo não conseguem ser compreendidos plenamente pela engenharia da empresa SUL. Para esta situação foi estruturada uma seqüência de escalamento para a análise dos problemas. Uma seqüência de escalamento para análise de problemas foi também estabelecida internamente. (Ver figura 6.2)

FIGURA 6.2 . Exemplo de uma sistemática de escalamento para tomada de análise na ocorrência de problemas de processo/produto.

Fonte: Pesquisa do Autor, 2000



### 6.6.2.2 Controle da Qualidade executado pelo Operador

#### 6.6.2.2.1 A auto-inspeção

Recomenda-se que as atividades de verificação sejam realizadas pelas próprias pessoas que executaram as atividades de produção ou seja, a realização da auto-inspeção. Na auto inspeção o operador toma decisões sobre a conformidade do

produto e também decide se o produto deve ser enviado à próxima estação. Para que as pessoas executem a auto-inspeção, elas devem estar habilitadas a :

- Interpretar as especificações e procedimentos.
- Utilizar os instrumentos de medição.
- Conhecer as conseqüências da não-conformidade para o produto e processo. (JURAN, 1990)

O conceito de auto-inspeção era aplicado em todas atividades produtivas da linha. Todo aparelho de fax rejeitado era identificado, lançado no software de controle e monitoramento da produção e enviado à estação de reparação dos aparelhos. Uma maneira encontrada pela empresa de enfatizar o conceito de auto-inspeção nas operações de montagem foi a utilização, por operador, de um lápis de madeira vermelho durante a verificação das peças montadas. Cada parte inspecionada era apontada pelo lápis vermelho durante as atividades de verificação. Segundo relato de alguns operadores e do supervisor de produção, a utilização do lápis vermelho durante a auto-inspeção funcionava como um lembrete das partes que deveriam ser avaliadas na inspeção.

Segundo JURAN (1990) algumas decisões e ações devem ser tomadas na produção ou seja:

- Preparo: São as ações necessárias para organizar e começar as operações de produção;
- Verificar o preparo: Consiste em avaliar se iniciado o processo, este produzirá um bom trabalho. A avaliação pode ser feita diretamente no processo ou no produto;
- Começar ou não o processo: Essa decisão é baseada na verificação do

preparo;

- Produzir: É a condução das operações através da operação do processo;
- Reverificar: Ação tomada periodicamente e relacionada ao controle para garantir que o processo permanece atendendo as metas;
- Continuar as operações ou parar: Essa decisão é tomada baseada na reverificação;
- Conformidade do produto ou não: Essa é uma decisão referente ao produto produzido pelo processo, avalia-se a conformidade do produto com as metas;
- Disposição do produto: Consiste na avaliação e decisão sobre o que fazer com os produtos aprovados e os produtos não-conformes.

A sequência de ações e decisões descritas acima foram conduzidas pelos operadores durante suas atividades de montagem e teste. As atividades de preparo e verificação de preparo foram tomadas no início de turno pelos operadores em sua estação de trabalho. As atividades de produção são realizadas segundo instruções documentadas e conforme instruções visuais com textos e fotos que eram mostradas ao operador na tela de micro. Todas as estações e operações são monitoradas e registradas pelo software de controle e monitoramento da produção. Periodicamente algumas ferramentas, como por exemplo: parafusadeiras, eram verificadas para garantir que permaneciam atendendo às metas estabelecidas. Todos os aparelhos de fax rejeitados na estação de trabalho eram encaminhados para a estação de reparo que providenciava a disposição do mesmo. Os aparelhos de fax aprovados na estação de trabalho eram enviados ao posto seguinte.

### 6.6.3 O Treinamento e a Certificação das pessoas

Segundo JURAN (1990), algumas decisões críticas devem ser tomadas para se implementar um programa de treinamento para a qualidade, ou seja:

- Existe a necessidade de todos participarem ou não?
- Treinamento a ser realizado deve ser imposto ou voluntário?
- Em qual seqüência o treinamento deve ser conduzido?
- Quais assuntos deve abordar?
- Treinamento deve também incluir a execução?

A engenharia da Empresa SUL, o engenheiro residente da empresa NORTE e o autor estabeleceram um conteúdo programático mínimo e critérios de certificação para a mão-de-obra direta e indireta.













A mão-de-obra direta foi dividida em quatro grupos: Reparador, Operador de Posto Crítico; Operador dos outros postos de Montagem e Auditor. O estabelecimento dos grupos foi feito considerando: o conteúdo das atividades, a importância das atividades para o processo produtivo e produto e as habilidades requeridas para a execução das operações. Para cada grupo foram estabelecidos critérios para se efetuar a certificação, por exemplo: para o auditor foi estabelecido que a certificação deveria ser realizada pelo engenheiro de qualidade e pelo líder de produção após um tempo de experiência mínimo de dois meses na função e após aprovação em um teste prático.


A mão-de-obra indireta foi dividida em três grupos: Engenharia, Supervisão e Pessoal de Apoio. O estabelecimento do conteúdo de treinamento para a engenharia foi estabelecido pela Engenharia da Empresa NORTE. A certificação do engenheiro de

produto foi realizada pela Engenharia da Empresa NORTE. Ele foi o multiplicador das atividades de treinamento sobre assuntos técnicos de produto e processo das três linhas. O processo de certificação da mão-de-obra direta e indireta da empresa ocorreu em cascata. A primeira pessoa a ser certificada foi o engenheiro de produto, ele então efetuou a certificação no concernente aos assuntos técnicos de produto e processo para o restante da engenharia, que por sua vez certificou os níveis operacionais. Veja um exemplo da sistemática de certificação adotada para uma linha de produtos na figura 6.3 abaixo:

**FIGURA 6.3 – Exemplo dos cargos responsáveis pela certificação e cargos certificados em uma linha de produto.**

Fonte: Pesquisa do Autor, 2000

Responsável pela Certificação \ Cargo Avaliado	Engenharia da Empresa NORTE	Engenheiro de Produto	Engenheiro da Qualidade	Gerência funcional	Supervisor da linha
Engenheiro de Produto					
Engenheiro da Qualidade					
Supervisor da linha					
Especialista da Qualidade					
Técnico de Produto					
Reparador					
Auditor					
Operador					
Pessoal de apoio					

 Certificação

As operações de montagem devem ser realizadas apenas por pessoas certificadas ou em fase de certificação. O controle deste processo foi realizado através de registros de certificação e pela adoção de uma Matriz fixada na linha de produção. Nesta matriz poderia se visualizar, para cada operador, a operação e produto/linha a que estava certificado a trabalhar.

Dependendo do tempo de ausência do operador na linha, um treinamento estava previsto a ser conduzido.

Os operadores da linha foram periodicamente retreinados em alguns tópicos. Estes retreinamentos foram realizados para assegurar o domínio e a padronização de conceitos. Por exemplo: os operadores, de três em três meses, eram retreinados em critérios sobre defeitos de aparência nos aparelhos de fax.

#### 6.6.4 Controle das alterações de processo e produto

As mudanças no processo e produto poderiam surgir de duas diferentes fontes: a primeira fonte seria a própria empresa SUL e a segunda fonte seria a empresa NORTE. Todas as alterações no produto e alterações significativas no processo produtivo deveriam ser comunicadas pela empresa SUL à empresa NORTE e esta deveria aprová-las. As alterações provenientes da Empresa NORTE deveriam ser analisadas e implementadas pela empresa SUL. Todos os custos envolvidos no processo de implementação das mudanças requeridas pela empresa NORTE eram discutidos e concordados formalmente antes de sua efetiva implementação. As informações eram comunicadas e recebidas através de um site na internet, com acesso restrito. A empresa SUL poderia solicitar uma mudança de produto ou processo para redução de custo e/ou para melhoria de qualidade.

#### 6.6.5 Monitoramento da Linha pela Empresa NORTE

Além do controle das alterações de produto e processo, a empresa NORTE, através de relatórios periódicos controlava:

- As atividades de reparação realizadas. Cada reparação realizada era lançada em um software para controle da reparação. Informações como: sintoma encontrado, análise do problema, peças trocadas e reparadas, componente com defeito, etc. eram lançados no software.

- Relação de máquinas produzidas com número de série das máquinas e dos componentes serializados;
- Relação dos problemas encontrados na estação de auditoria e ações tomadas;
- Relação de defeitos encontrados por estação durante o processo produtivo;
- Relação de componentes não conformes, com disposição e custo;
- Valores atingidos para os indicadores solicitados, por exemplo: percentual de rejeição de aparelhos de fax durante o processo de montagem, e ações corretivas tomadas em caso de não atendimento da meta.

Durante alguns meses a empresa NORTE manteve um engenheiro residente, na planta da empresa SUL, para o monitoramento e estruturação das atividades de controle da qualidade.

## **6.7 A terceira etapa: Ações de melhoria da qualidade e atendimento aos requisitos avaliados pela empresa NORTE**

Nesta fase, foi realizada pela empresa NORTE uma avaliação global da operação de montagem de aparelhos de fax no Brasil. Vários aspectos foram analisados: o domínio tecnológico sobre os equipamentos, as atividades existentes para o monitoramento da qualidade, a velocidade e capacidade de resposta às solicitações da empresa NORTE, o monitoramento e controle da logística sobre os materiais turnkey e consignados, o monitoramento da entrega e cumprimento dos pedidos, as atividades existentes para monitoramento e redução de custos, as práticas existentes com relação ao meio ambiente e o gerenciamento do negócio montagem de aparelhos de fax pela empresa. A avaliação foi realizada por uma equipe multifuncional da empresa NORTE, as questões foram preenchidas com as evidências objetivas encontradas durante a avaliação e nos “inputs” dos funcionários da empresa NORTE no seu contato do dia-a-dia com a empresa SUL. Este tipo de avaliação é feito periodicamente pela empresa NORTE em seus fornecedores de serviços de manufatura. Após realizada a avaliação propriamente dita, o coordenador do projeto da empresa NORTE mostrou os resultados para a gerência da empresa SUL e solicitou a tomada de ações corretivas para os problemas encontrados.

Segundo JURAN (1999), o melhoramento da qualidade se inicia com a seleção dos projetos a serem conduzidos. Utiliza-se alguns critérios para selecioná-los, tais como: retorno sobre o investimento, quantidade de melhoramentos potenciais que podem ser obtidos, urgência, facilidade de soluções tecnológicas, provável resistência a mudanças. Os projetos escolhidos devem trazer o máximo de benefícios para a empresa.

Para cada projeto selecionado:

- Deve-se criar uma missão, onde o resultado final esperado é definido.
- Um time deve ser estabelecido a cada projeto,
- Bem como uma infra-estrutura organizacional de suporte, promoção e coordenação dos mesmos.

Cada projeto enfrentará duas grandes fases:

- Primeira fase vai do sintoma do problema à determinação da causa do mesmo. Esta fase inclui a análise dos sintomas, teorização das possíveis causas, teste das hipóteses levantadas e estabelecimento das verdadeiras causas.
- A segunda fase vai da causa à eliminação do problema. Inclui o desenvolvimento de ações corretivas, teste e implementação das medidas corretivas sob condições de operação, gerenciamento das resistências às mudanças, o estabelecimento de controles e manutenção dos ganhos obtidos com as ações implementadas. Uma falha que pode ocorrer entre as equipes destreinadas é a de aplicar um remédio antes que a causa seja conhecida.

A avaliação realizada pela empresa NORTE requereu por parte da empresa SUL a implementação de Projetos para Melhoramento da Qualidade.

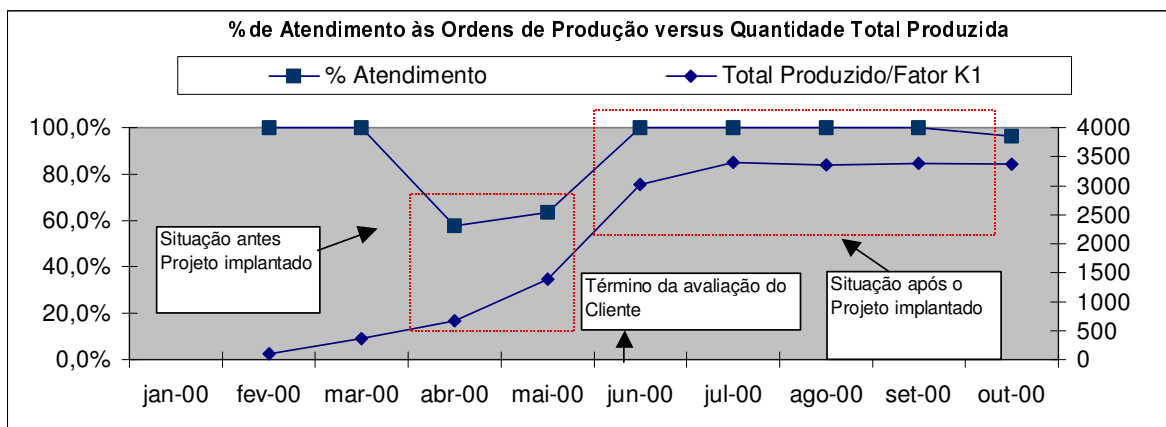
Foram conduzidos projetos principalmente focalizados para a redução de custos das operações. A maioria dos projetos selecionados apresentaram baixa complexidade e não exigiram a utilização de uma equipe. Alguns projetos exigiram a utilização de uma equipe. As equipes foram coordenadas pelo Líder da Célula de Trabalho para a Empresa NORTE.

Um dos projetos de Melhoramento da Qualidade executados teve como objetivo

aumentar o percentual de cumprimento das Ordens de Produção solicitadas pela Empresa NORTE. O não cumprimento das Ordens de Produção era ocasionado principalmente pela falta material e pelo excesso de retrabalho ocasionado por essas faltas. Veja no gráfico 6.1, abaixo, os resultados obtidos antes e após a implementação das ações de melhoria. Um novo patamar de cumprimento das Ordens de Produção foi alcançado.

GRÁFICO 6.1- Exemplo de Projeto de Melhoramento da Qualidade

Fonte: Pesquisa do Autor, 2000.



OBS:

$\% \text{ Atendimento} = (\text{Quantidade total produzida no mês}) / (\text{quantidade total solicitada pelo cliente no mês})$

Para manter a confidencialidade das informações os valores de produção mensal foram divididos por uma constante K1.

Como a produção dos meses de Fevereiro e Março é pequena, obteve-se um percentual de atendimento de 100%, mas com o aumento do volume de produção, o percentual de atendimento foi bem inferior a 100% nos meses Abril e Maio.

Atividades de Melhoramento para Qualidade realizadas pela mão-de-obra direta não foram evidenciadas na pesquisa.

***CAPÍTULO 7:***  
***RESULTADOS***

---

## **7.1 Introdução**

Este capítulo indica os resultados da pesquisa tendo-se como referência os objetivos propostos no capítulo 2. Estes resultados referem-se principalmente ao benefício de aquisição de conhecimentos obtidos com a estratégia de metodologia utilizada que seria de difícil acesso por outros meios.

Também, neste capítulo, são sugeridas ações para futuras pesquisas.

## **7.2 O setor Eletrônico e as empresas de EMS**

Os capítulos 3 e 4 da revisão bibliográfica focalizaram o setor eletrônico e as empresas prestadoras de serviços de manufatura existentes no setor. Os objetivos destes capítulos foram esclarecer e contextualizar as empresas de EMS de maneira a compreender as especificidades do setor e as razões do seu espantoso crescimento.

As empresas de EMSs não devem ser vistas como um fenômeno passageiro. Segundo STURGEON (1997), elas representam um novo modelo de produção que cada vez mais tem conquistado espaço na economia.

Apesar da bibliografia tradicional recomendar a interação entre as áreas de marketing, projeto e produção, as atividades produtivas não são mais realizadas internamente neste modelo. A forte interação entre a produção e o projeto exaltado por WOMACK & ROSS (1992), ao expor o conceito de Produção Enxuta, não tem sido adotada neste novo modelo de produção e a bibliografia existente sobre a gestão da qualidade, vê restrições neste novo modelo de divisão funcional. Segundo PETERSON (1998), a menos que a empresa OEM esteja preparada para esta mudança, a terceirização dos serviços de manufatura pode criar problemas não previstos para a empresa OEM. Raramente as especificações contêm todas as informações necessárias para a fabricação dos produtos. Portanto a empresa OEM

deve cuidadosamente escolher a CM com a qual trabalhar. As CMs devem ser vistas como uma extensão das operações da OEM e podem fornecer ganhos significativos se incorporadas corretamente.

#### *7.2.1 Tendências em gestão da qualidade e o setor de EMS*

Na medida que a tecnologia tem se tornado cada vez mais uma commodity, ver A. V. Feigenbaum e D. S. Feigenbaum (1999), as atividades produtivas deixam de ser estratégicas para a manutenção do poder da empresa no mercado. O foco e os esforços das empresas OEM passam a ser as atividades que conduzem mais valor na cadeia do cliente, como P&D e marketing. Aqui fica claro a tendência das empresas OEM não verem a qualidade predominantemente em termos de funções, dimensões ou características do produto. A qualidade passa a ser vista como o valor total percebido do produto.

As empresas de CM, por sua vez, apesar do recente surgimento, devem estruturar suas atividades de gestão da qualidade de maneira que as empresas sejam capazes de atingir rapidamente o volume pleno de produção, com níveis satisfatórios de qualidade e produtividade.

#### *7.2.2 O Gerenciamento da Qualidade Total e a Empresa SUL*

Não foi observada a utilização de atividades de Controle da Qualidade por todos os setores e áreas da empresa. As atividades de controle da qualidade estavam restritas apenas à área produtiva. As atividades de melhoria da qualidade observadas foram desenvolvidas pelo pessoal da engenharia. Portanto a participação da mão-de-obra direta em atividades para o melhoramento da qualidade não foi observada. Não se constatou a adoção de uma gestão de qualidade por toda a empresa. A não utilização do GQT pela empresa pode ser atribuída a vários fatores, vale destacar que:

- As empresas de CMs são recentes e grande parte de seu grande crescimento tem sido obtida através da aquisição de plantas que antes pertenciam as OEMs, ver capítulo 4. Portanto, as CMs enfrentam o desafio de assimilar e consolidar diferentes culturas corporativas provenientes das aquisições. Como ressaltado na bibliografia, ver CAMPOS (1992) e ISHIKAWA (1993), a implementação do gerenciamento da qualidade total demanda esforços e tempo.
- A empresa estudada, anteriormente à aquisição pela empresa SUL, havia terceirizado internamente suas atividades produtivas para uma empresa criada por alguns de seus antigos funcionários. Esta terceirização permitiu a redução dos custos de mão-de-obra, mas reduziu a capacidade financeira da empresa em contratar e qualificar os seus funcionários. Com a aquisição pela Empresa SUL, a empresa estudada adquiriu a empresa terceirizada unificando novamente as duas empresas. Portanto a empresa necessitou estruturar seu Sistema da Qualidade para contemplar a unificação das duas empresas e ao mesmo tempo atender alguns requisitos globais de qualidade da Empresa SUL.
- Com a aquisição da empresa pela empresa SUL, um leque de clientes globais da Empresa Sul começaram a consolidar contratos com a mesma. Isto tinha demandado a expansão da capacidade produtiva e a contratação de mão-de-obra direta e indireta, bem a como relocação de pessoal. Isto tem direcionando os recursos existentes para as atividades de rotina em detrimento de atividades de melhoramento e planejamento da qualidade.

### *7.3.3 O Programa Seis Sigma, o Melhoramento da Qualidade e a Empresa*

Pelo recente surgimento das CMs, grande crescimento do setor e grande quantidade de aquisições, as adoções de estratégias para Gerenciamento da Qualidade que demandam tempo sofrem restrição de serem adotadas. O programa Seis Sigma se enquadra dentro de uma estratégia de obtenção de resultados em curto prazo, ver item 5.4. Não foi evidenciada na empresa a adoção do programa seis sigma, mas existe uma tendência de adoção deste programa no setor, ver HILVERS, 1998.

### **7.3 Um nível satisfatório de Qualidade**

As atividades conduzidas de gestão da qualidade na empresa SUL foram suficientes para a obtenção de níveis satisfatórios de qualidade, pois recentemente a empresa SUL renovou o contrato para a montagem de aparelhos de fax para os três novos modelos substitutivos dos existentes e, apesar da empresa SUL apresentar uma proposta com preço superior aos concorrentes, a renovação foi obtida. Um fator que pesou para que essa renovação fosse concedida foi o histórico de desempenho de qualidade obtido. O monitoramento da performance de campo dos aparelhos de fax foi estruturado pela empresa NORTE e até o momento da finalização da pesquisa de campo, não foram reportados à empresa SUL uma quantidade ou uma intensidade de problemas que indicassem um nível insatisfatório de qualidade no campo.

Um estudo comparativo entre níveis de qualidade (Por exemplo: nível de retorno de campo, nível de reclamações dos clientes em período de garantia e indicadores de confiabilidade), antes e após a terceirização dos serviços de manufatura nas empresas OEMs seria importante para esclarecer o impacto da terceirização na qualidade dos produtos como um todo neste setor.

### **7.4 As três etapas da intervenção e a Trilogia de Juran**

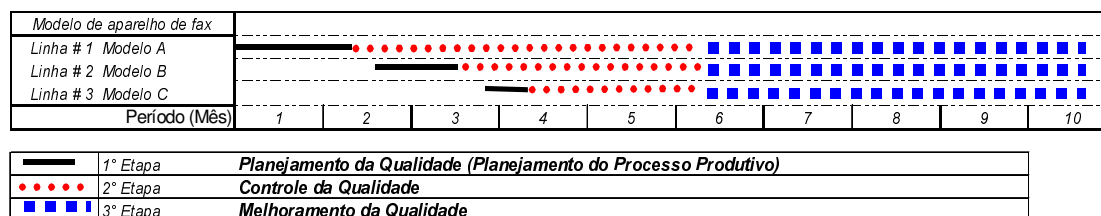
Ao se analisar a gestão da qualidade contemporânea, pode-se visualizar vários

sistemas estruturados de qualidade. O sistema estruturado de qualidade concebido por Juran, em sua famosa Trilogia, descreve a gestão da qualidade como sendo composta de três processos gerenciais. Neste modelo a qualidade é vista sob a ótica do produto, onde todo produto percorre três etapas: Planejamento, Controle e Melhoria da Qualidade, ao longo do seu ciclo de vida. O presente estudo analisou como a gestão da qualidade efetuada em três diferentes modelos de produtos consegue obter níveis satisfatórios de qualidade apesar da separação entre o Desenvolvimento e a Produção. Como esse objetivo se situa à nível de produto, não se colocando a nível corporativo e/ou estratégico, a Trilogia de Juran é adequada para descrever a gestão da qualidade realizada.

Podem-se relacionar as três etapas definidas na intervenção com a Trilogia de Juran. Esta relação pode ser feita, na medida que a Trilogia de Juran é referenciada ao tempo. Esta mesma referência foi utilizada no estabelecimento da divisão da intervenção em três etapas. A cada introdução de uma das três linhas de aparelhos de fax pode-se visualizar estas três etapas, embora as três linhas não fossem introduzidas simultaneamente. A Figura 7.1 abaixo ilustra a ocorrência das três etapas e sua relação com a Trilogia de Juran.

Figura 7.1 – Relação entre as três etapas da intervenção e a Trilogia de Juran

Fonte: Pesquisa do Autor, 2000



O tempo despendido com as atividades de planejamento da qualidade e com as atividades de estruturação das atividades de controle da qualidade foi reduzindo ao

longo do tempo, reflexo do aprendizado adquirido pela empresa SUL.

As atividades de melhoramento da qualidade começaram simultaneamente e foram inicializadas através da avaliação semestral realizada pela empresa NORTE.

#### *7.4.1 Primeira Etapa*

A primeira etapa consistiu-se do planejamento do processo de montagem, sua respectiva qualificação e aprovação, ver item 6.5.

Como o domínio tecnológico do produto pertence à empresa NORTE, a empresa OEM, a revisão do projeto do produto para verificação da sua clareza e exeqüibilidade foi realizada pela empresa SUL através da capacitação dos seus engenheiros pela empresa NORTE. A exeqüibilidade foi verificada através de visitas às empresas que já realizavam a montagem destes produtos.

Foi um fator facilitador deste processo, o fato de que o produto já estava sendo fabricado no exterior e a familiaridade da empresa SUL com montagem de aparelhos de fax.

A participação dos engenheiros da OEM foi significativa durante a primeira etapa. Ela foi particularmente atuante:

- Na formação técnica do pessoal de engenharia da empresa SUL sobre o produto e o processo.
- Na definição das restrições em que o processo deveria atuar. Por exemplo: na definição da extensão da rastreabilidade; na definição das operações que deveriam adotar princípios à prova de erros humanos, no estabelecimento das condições ambientais adequadas para o processo.

O engenheiro residente da empresa NORTE, teve um papel importante nesta etapa.

Como era funcionário da empresa NORTE, conhecia melhor a estrutura organizacional e a cultura de sua empresa. Isto o capacitou a localizar mais facilmente os recursos e as pessoas da empresa NORTE que se fizessem necessárias. Deve-se destacar que esta etapa foi caracterizada por uma intensa transferência de Know-how da empresa NORTE para a empresa SUL.

#### *7.4.2 Segunda Etapa*

A segunda etapa consistiu-se na estruturação das atividades de Controle da Qualidade, já com a montagem de aparelhos de fax em escala de produção, ver item 6.6.

Grande parte das atividades produtivas foram definidas na primeira etapa. O monitoramento de todas as etapas de montagem via o software de controle e monitoramento da produção permitiu que o processo produtivo estivesse menos vulnerável às falhas humanas. Isto pode se realizar principalmente pela adoção de sistemas à prova de erros humanos que adotavam os princípios da facilitação e detecção. Também possibilitou que vários dados sobre o processo estivessem disponíveis para a empresa NORTE e SUL. A empresa NORTE monitorava o processo produtivo através de relatórios periódicos, contendo vários dados sobre o processo produtivo, ver item 6.6.5. Nestes relatórios, a performance das operações com relação às metas propostas pela empresa NORTE e a eficácia das ações corretivas propostas eram verificadas.

Além disso todas as alterações no produto ou alterações significativas no processo deveriam ser comunicadas e aprovadas pela empresa NORTE, ver item 6.6.4. Este procedimento reduzia risco de introduzir alguma mudança que poderia impactar na qualidade do produto, além de permitir o acompanhamento das modificações existentes no processo pela engenharia da empresa NORTE.

O processo de escalonamento permitia que as decisões fossem tomadas com o conhecimento técnico necessário, ainda que o mesmo não estivesse disponível na empresa SUL, ver item 6.6.2.1.3.

A Internet é o principal veículo de transmissão das informações entre a Empresa SUL e NORTE. Conforme relatado por SAUER & SMITH (2000), a internet tem sido freqüentemente utilizada no setor de EMS possibilitando que dados e informações sejam compartilhadas entre as CMs e OEMs, propiciando um maior monitoramento por parte da OEM nas atividades produtivas e do próprio sistema da qualidade da CM.

Como as três linhas trabalham sob uma única Célula de Trabalho, a comunicação entre a empresa SUL e a NORTE era facilitada, pois as pessoas da Célula estavam exclusivamente dedicadas a essas três linhas. A existência de ruídos entre as duas partes era de certo modo minimizada. Um outro aspecto importante a ser considerado, são as informações técnicas fornecidas à empresa SUL que tinham sua privacidade garantida, na medida em que apenas eram transmitidas ao pessoal da célula de trabalho. A questão de não ter o sigilo tecnológico respeitado é considerada preocupante para as empresas OEM.

O sistema de treinamento solicitado pela empresa NORTE permitia que as informações fossem repassadas às pessoas da célula de trabalho de maneira estruturada, de modo que a fonte primária das informações permanecia na empresa NORTE, pois o instrutor da célula deveria ser certificado pela Empresa NORTE. A sistemática de certificação fechava o ciclo de aprendizagem na medida em que a performance no trabalho era levada em consideração para certificar as pessoas. O procedimento que foi exigido pela empresa NORTE permite visualizar a importância dada às empresas OEM à aprendizagem e ao conhecimento para as atividades realizadas pelas empresas de EMS.

As operações eram realizadas pelos operadores que realizam a auto-inspeção, ver

item 6.6.2.2.1.

#### *7.4.3 Terceira Etapa*

A terceira etapa consistiu-se nas ações de melhoria da qualidade realizadas pela empresa SUL em atendimento aos requisitos avaliados pela empresa NORTE, ver item 6.7.

As atividades de melhoramento da qualidade foram realizadas motivadas pela avaliação feita pela empresa NORTE. A baixa iniciativa por parte da empresa SUL para a tomada de ações de melhoria da qualidade deve ser entendida considerando o histórico da empresa em termos de qualidade. Neste histórico se constata uma baixa participação das pessoas na utilização de ferramentas e métodos para melhoramento da qualidade.

### **7.5 Obtendo um nível satisfatório de Qualidade**

A intervenção na empresa permitiu visualizar como a Gestão da Qualidade foi realizada na empresa de EMS.

Um aspecto observado na intervenção, foi a necessidade de domínio da língua inglesa por parte da engenharia da empresa SUL. O domínio da língua inglesa permitiu o contato direto da empresa SUL com a equipe de engenharia e com o material técnico da empresa NORTE.

Apesar da separação existente entre o Desenvolvimento, realizada pela OEM, e a Produção, realizada pela CM, a pesquisa evidenciou que esta “distância” é de certo modo minimizada através de uma ativa participação da OEM na condução das atividades de gestão da qualidade na CM. Isto foi evidenciado na pesquisa pois a gestão da qualidade existente na empresa SUL foi planejada, estruturada e monitorada com a efetiva participação da empresa NORTE. Conforme relatado por

HENDERSON (2000), a montagem de conjuntos ou subconjuntos demanda por parte da empresa de EMS mudanças na condução das atividades de manufatura. As especificações de montagem, de teste e de inspeção dos produtos são mais complexas que as existentes na montagem de PCs, haja visto que os produtos montados apresentam partes metálicas e plásticas que estarão visíveis ao usuário e também diferentes testes são executados. O monitoramento e acompanhamento dos fornecedores é mais complexo, visto que os componentes são mais diversos. Deve-se considerar também a maior complexidade da embalagem, pois esta poderá ser manuseada pelo usuário. Portanto a participação da engenharia da OEM se faz mais necessária. Neste sentido, a pesquisa realizada confirmou as considerações colocadas acima por HENDERSON.

Pode-se observar que a gestão da qualidade evidenciada na empresa SUL permitiu que níveis satisfatórios de qualidade fossem obtidos, pois esquematicamente, esteve assentada em três fatores/pilares: 1o) Estrutura organizacional celular que permitiu uma maior comunicação, focalização e agilidade da CM com o seu cliente; 2o) Controle de Processo Produtivo Robusto, onde os erros humanos foram reduzidos e as atividades produtivas foram monitoradas pela OEM de maneira intensa; 3o) Tecnologia da informação e Intensa Padronização Técnica que possibilitaram uma grande uniformidade de conhecimento e rápida disponibilidade e transferência de informações, veja figura 7.2 a seguir.

Figura 7.2 – Três fatores/pilares que compõem a gestão da qualidade na empresa pesquisada e que permitiram alcançar níveis satisfatórios de qualidade.

Fonte: Pesquisa do Autor, 2000

Obtenção de níveis satisfatórios de qualidade apesar da divisão funcional					
PILARES	Estrutura Organizacional Celular		Controle de Processo Produtivo Robusto		Tecnologia da Informação/ Intensa Padronização
Características presentes	Comunicação personalizada e eficaz com a OEM  Maior focalização  Maior agilidade para tomada de decisão e ação		Sistema Informatizado (redução de erros humanos)  Auto-inspeção Procedimento de Escalamento Controle das Alterações no produto e processo  Monitoramento das metas de qualidade  Sistemática de Treinamento e Certificação		Rápida transferência de dados  Ampla Padronização Técnica  Rápida disponibilidade de informações

No modelo tradicional da empresa verticalizada, onde todas as atividades de Gestão da Qualidade permanecem realizadas internamente pela empresa, faz-se necessário uma estrutura relativamente complexa para gerenciar seus fornecedores de insumos. A adoção da estratégia de subcontratação por essas empresas tem possibilitado uma redução na quantidade de fornecedores pois as empresas prestadoras de serviços de manufatura passam, para a maioria dos insumos existentes, a realizar as atividades de seleção, qualificação, aquisição e monitoramento dos fornecedores. As próprias CMs são estimuladas a cada vez mais assumirem as atividades de aquisição, realizando contratos do tipo “turn-key” com os seus clientes, pois este tipo de contrato possibilita um acréscimo nas receitas e no lucro das empresas de EMS. Em contrapartida, as OEMs necessitam intensificar seu controle e comunicação com os poucos, mas importantes, novos fornecedores, as CMs. No modelo tradicional, as atividades Produtivas eram vistas como fornecedores/clientes internos das atividades

de Desenvolvimento, mas com a subcontratação das atividades de manufatura, as atividades Produtivas passam a ser fornecedores/clientes externos das atividades de Desenvolvimento. Se a comunicação e a interação entre o Desenvolvimento e a Produção não eram suficientemente intensos na empresa vertilizada, de maneira a evitar que erros e problemas provenientes de falhas na comunicação e na interação entre os dois gerassem problemas de qualidade, com a subcontratação, novas barreiras como: grande distância física, diferentes culturas , línguas, estrutura, etc, surgem entre as duas. Portanto os três fatores apontados na figura 7.2 foram estabelecidos pelas duas empresas para que a interação e comunicação entre o Desenvolvimento e a Produção realizadas satisfatoriamente, apesar da existência de novos obstáculos concernentes a interação e comunicação entre as duas atividades.

## **7.6 Limitações da Pesquisa**

Como exposto no capítulo 4, a metodologia utilizada não permite que se faça generalizações, baseando-se apenas em uma intervenção. Mas deve-se considerar que as características da gestão da qualidade encontradas na empresa estudada podem ser indicativos de aspectos gerais sobre a gestão da qualidade nas empresas de EMS. Isto se deve a vários fatores:

- Vários dos procedimentos adotados pela empresa NORTE na empresa SUL são normalmente utilizados em outras EMSs.
- A empresa SUL conduziu suas atividades de gestão da qualidade respeitando algumas diretrizes estabelecidas pelo grupo. A nível global existiu uma coordenação na empresa SUL para o cliente NORTE. Foram designados um coordenador de Negócio e um Engenheiro de Qualidade Global para o cliente Empresa NORTE
- Normalmente os contratos estabelecidos entre as grandes CMs e OEMs são

globais, portanto vários requisitos tornam-se comuns nas plantas da CM que operam com um mesmo cliente. A empresa NORTE realizou um contrato global com a empresa SUL, se enquadrando nesta situação.

Esses fatores evidenciam uma certa uniformidade de procedimentos no setor.

## **7.7 Reflexões sobre a Teoria Utilizada**

A Metodologia de Pesquisa-Ação foi utilizada no trabalho e permitiu obter informações que seriam de difícil acesso por meio de outros procedimentos. A pesquisa também possibilitou a concretização de conhecimentos teóricos e a confrontação da teoria com a prática realizada na empresa. Foi constatado que a teoria existente sobre Padronização das Atividades dentro da Gestão da Qualidade e a Teoria sobre os Erros Humanos devem ser melhor compreendidas:

- A padronização das atividades segundo CAMPOS (1998) e ISHIKAWA (1993) deve ser efetivada principalmente nas atividades produtivas e administrativas internas à empresa. A pesquisa constatou que grande parte das atividades produtivas realizadas pelo fornecedor (CMs) foi padronizada pela OEM, portanto a Padronização não ficou restrita apenas a OEM. Neste sentido, a padronização externa, tradicionalmente restrita às especificações de produtos e testes, foi reforçada neste novo modelo. A Tecnologia da Informação facilitou a intensificação da padronização externa na medida que esta pode ser digitalizada. A teoria Existente sobre Padronização na Gestão da Qualidade deve ser aperfeiçoada face a intensificação da Padronização Externa e aos desafios que são impostos a Teoria de Padronização na Gestão da Qualidade.
- Segundo JURAN (1990), a redução ou eliminação do erro humano pode ser realizada segundo duas estratégias: a primeira envolve a adoção: de

sistemáticas para redução da monotonia e cansaço das atividades do posto de trabalho, padronização de conceitos e atividades, sistemáticas de seleção, treinamento e certificação das pessoas; a segunda é a adoção de procedimentos à prova de erros. A segunda estratégia deve ser preferida, mas por razões econômicas ou tecnológicas, essa estratégia nem sempre pode ser adotada. A estratégia para redução de erros humanos através da padronização das atividades, da seleção, treinamento e certificação das pessoas deve ser principalmente utilizada para os erros provenientes da má interpretação e/ou falta de habilidade dos operadores em realizar a operação. Aspectos e fatores ergonômicos devem ser levados em consideração, devendo-se elaborar alternativas que diminuam o cansaço e a monotonia das atividades. Durante a intervenção foi constatado que a quantidade de erros humanos é também afetada por eventos produtivos. Por exemplo: Evento como parada parcial da linha pode afetar negativamente performance dos operadores nos postos de trabalho. A existência de um ritmo regular de atividades produtivas no posto de trabalho é condição desejável na redução de erros humanos. Apesar de estruturada a abordagem para a redução de Erros Humanos proposta por JURAN deve ser desenvolvida e aperfeiçoada.

## **7.8 Estudos futuros**

A CM necessita assimilar rapidamente os conhecimentos sobre o produto que irá fabricar, pois necessita entender suas implicações existentes no que tange a manufatura. Na empresa estudada, o tempo normalmente disponível entre o fechamento do contrato e a produção normal, denominado de NPI (New Product Introduction) pelo setor, estava em torno de três meses. O método QFD deve ser analisado como uma alternativa viável de ser utilizada para a divulgação e transformação do conhecimento e para o planejamento de processo produtivo pelas

empresas de EMS. Sobre a utilização do QFD para o planejamento de processo ver o artigo de NOGUEIRA et al (1999). A respeito da divulgação e transformação do conhecimento nas empresas via QFD ver SANTIAGO (1999).

A própria gestão do conhecimento: sua criação e a aprendizagem organizacional devem ser melhor compreendidas neste setor. Os desafios existentes para as CMs são enormes nesta área: elas se defrontam com um espantoso crescimento, que por sua vez demanda uma constante contratação de novos funcionários; dispõem de um curto período de tempo para introduzir um novo produto nas suas linhas; não detêm o Know-how sobre o produto que irão fabricar; e ainda enfrentam o receio das OEMs de divulgarem seus conhecimentos estratégicos para CM.

Como exposto nos capítulo 3, os ganhos financeiros e os ganhos de escala de produção obtidos com a terceirização dos serviços de manufatura são compensadores, mas os desafios existentes criados neste novo modelo devem ser melhor entendidos. Várias questões devem ser melhor exploradas, tais como:

- Como a OEM poderá garantir a obtenção da melhoria da qualidade do produto oriunda da experiência com a manufatura? Várias características de projeto que aumentam a manutenibilidade e a manufaturabilidade do produto são obtidas com experiência de fabricação. Será que esse sistema não estaria incentivando os “projetistas de laboratório” ?
- Questões legais: Quem assumirá a responsabilidade civil pelo produto? Quem será o dono do produto? Cada vez mais, as empresas de EMS estão assumindo a fabricação de conjuntos e subconjuntos e realizando atividades de planejamento. (HILVERS, 1998)
- Será que as grandes CMs não tendem a se tornar OEMs, num futuro próximo?

- Estará a manufatura se tornando realmente uma commodity, apesar da crescente complexidade dos produtos e sistemas?

## **GLOSSÁRIO**

### **BGA – Ball Grid Array**

Encapsulamento mais elaborado no qual os terminais estão distribuídos em toda a região do componente, em contraste com o encapsulamento do tipo QFP – Quad Flat Pack onde os terminais estão distribuídos em apenas quatro lados.

### **CM – Contract Manufacturing**

A prática de fabricação de produtos ou componentes de produtos para serem vendidos sob diferentes nomes de empresas.

### **EMS – Electronic Manufacturing Services**

A indústria cuja atividade fim é fornecer serviços de manufatura, estas atividades são realizadas por empresas que não têm uma marca própria.

### **OEM – Original Equipment Manufacturer**

Fabricante original do Equipamento, é a empresa que detém o nome ou marca de um produto.

### **TURNKEY**

Um tipo de terceirização no qual a empresa contratada é responsável por todos os aspectos da manufatura como a aquisição, montagem e testes. Neste arranjo, a EMS atua como prestador para seus clientes pela compra e por arcar com o inventário dos componentes. O dinheiro investido é repostado apenas após o produto final ter sido entregue para o cliente. É uma situação contrária à consignação. Neste último caso a empresa contratante fornece todo o material requerido para os produtos e a empresa contratada apenas fornece a mão-de-obra com as atividades de montagem.

### **SMT – Surface Mount Technology**

Tecnologia para a montagem de PCs onde todos os pinos dos componentes não atravessam as placas, sendo soldados no mesmo lado, possibilitando que todo o processo de montagem seja automatizado, além de permitir um aumento da densidade de componentes na placa.

## **ABSTRACT**

The work portrays the quality management in the companies of the electronic manufacturing service industry (CMs). In this new model of production, the quality control and improvement activities are accomplished externally by the CMs, these activities are belonging to the Production process, but the majority of the quality planning activities, pertinent to the Development, remain accomplished internally by Original Equipment Manufacturer (OEM). Initially the electronic sector and the CMs in this sector are analyzed. The general characteristics, the way the CMS operates and the reasons for the adoption of outsourcing strategy are described. Concepts and tendencies in the quality management area are introduced in next chapter, also the concept adopted of quality management is described. Soon after, the field research and the obtained conclusions are described. The work is a case study in one CM plant installed in Brazil, where the interaction process accomplished between CM and its client, OEM, for the implantation of the Quality Management of three new assembly lines of final products are analyzed. Despite the separation between Development and the Production, the research verified that OEM obtains quality competitive levels of his products. It was verified that the existing distance between Development and the Production was reduced through an OEM's active participation in the quality management activities conduction in the CM. The work concludes with the description of the three factors that enabled satisfactory levels of products quality: 1<sup>st</sup>) Workcell Structure that allowed a larger communication, CM focalization and agility with your client; 2<sup>nd</sup>) Robust Process Control, where the human errors were reduced and the productive activities were controlled intensely by OEM; 3<sup>rd</sup>) information Technology and Intense Technical Standardization that enabled a big uniformity of information and knowledge, also a speed transference and a high disposability of them. Although the methodology used do not allow generalizations, based in just one intervention, due to the existence of a big uniformity in procedures in the sector, the conclusions obtained at work can be indicative of general aspects about the quality management in CMs. Finally, guidelines for future studies are suggested.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**ABNT - Coletânea de Normas de Sistemas da Qualidade/ABNT.** Rio de Janeiro: ABNT, 1995. 72p.

BLAKESLEE, J. A. Jr., Implementing the Six Sigma Solution: how to achieve quantum leaps in quality and competitiveness, **Quality Progress**, p. 77-85, vol. 32, n° 7, Julho de 1999.

BRASIL. **Lei nº 8.248, de 23.10.91.** Dispõe sobre a capacitação e competitividade do setor de informática e automação, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União: 24.10.91, Seção I, pág. 23.433.

CAMPOS, V. F., **TQC - Controle da Qualidade Total ( no estilo japonês)**, Belo Horizonte, MG: Fundação Cristiano Ottoni , Escola de Engenharia da UFMG, Rio de Janeiro: Bloch Ed., 1992. 220p.

CAMPOS, V. F., **Gerenciamento da Rotina do trabalho do Dia-a-Dia**, Editora de Desenvolvimento Gerencial: Belo Horizonte, 1998. 276p.

CRAMER, K., The Evolution of Contract Manufacturing, **SMT Magazine**, p. 90-96, Outubro de 1998.

DOUGLASS, K., How Strategic OEM/CM Partnerships can win the race-to-market, **SMT Magazine**, p. 113-116, June de 2000.

EARLY, J.F. & COLETTI, O. J. The Quality Planning Process. In: **Juran's Quality Handbook**. 5° ed , MacGraw-Hill, 1999, p. 3.1-3.50.

ERNST, Dieter, **From Partial to Systemic Globalization: International Production Networks in the Electronics Industry**, Working Paper 98, Abril de 1997, <http://brie.berkeley.edu/~briewww/pubs/wp/wp98.html>

FEIGENBAUM, A. V. & FEIGENBAUM, D.S. , New Quality for the 21<sup>st</sup> Century: developments are fundamental drivers of business, **Quality Progress**, p. 27-31, vol. 31, n° 12, Dezembro de 1999.

GODFREY, A. B. Total Quality Management. In: **Juran's Quality Handbook**. 5° ed , MacGraw-Hill, 1999, p. 14.1-14.35.

- GREEN, D., EMS Industry 2000, **Circuits Assembly**, p. 24-28, Outubro de 1999.
- HARRY, M. J., Six Sigma: A breakthrough Strategy for Profitability: making strides along the road to defect-free work, **Quality Progress**, p. 60-64, vol. 31, n° 5, Maio de 1998.
- HARRY, M. J. & SCHROEDER, R. , **Six Sigma: the breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations**, Nova York: Currency Ed., 2000, 300p.
- HENDERSON, J., Box Build: From Concept through Manufacturing, **Circuits Assembly**, p. 58-62, Outubro de 2000.
- HILVERS, T., Market growth and challenges for EMS Companies, **Circuits Assembly**, p. 32-33, Dezembro de 1998.
- ISHIKAWA, K., **Introduction to Quality Control**, Quality Resources, New York, 1993, 435p.
- JURAN, J.M. **Na Liderança pela Qualidade: um guia para executivos**, 2° ed, Livraria Pioneira Editora, São Paulo, 1990, 386 p.
- JURAN, J.M. **Juran planejando para a qualidade**, 2° ed , Livraria Pioneira Editora, São Paulo, 1992, 394p.
- JURAN, J.M, & GRYNA, F.M., **JURAN CONTROLE DA QUALIDADE HANDBOOK – Qualidade nas Diversas Regiões Geográficas e Zonas de Influência Política - Volume IX**, Makron Books do Brasil Editora Ltda, 1993, 230p.
- JURAN, J.M et al, **A History of Managing for Quality – The Evolution Trends, and Future Directions of Managing for Quality**, ASQC Quality Press, 1995.
- JURAN, J. M. How to Think about Quality. In: **Juran's Quality Handbook**. 5° ed , MacGraw-Hill, 1999, p. 2.1-2.18.
- JURAN, J.M. & GODFREY, A. B. The Quality Control Process. In: **Juran's Quality Handbook**. 5° ed , MacGraw-Hill, 1999, p. 4.1-4.29.
- JURAN, J.M. The Quality Improvement Process. In: **Juran's Quality Handbook**. 5° ed , MacGraw-Hill, 1999, p. 5.1-5.73.

- KONDO, Y. & KANO, N., Quality in Japan. In: **Juran's Quality Handbook**. 5° ed , MacGraw-Hill, 1999, p. 41.1-41.33.
- KUMAR, K., Contract Manufacturing (CM) of Electronic Hardware, **Electronic Information & Planing**, p. 395-407, Maio-Junho,1999.
- KUME, H. **Management by Quality**, 3A Corporation, 1995.
- LACERDA, A. C., **O Impacto da Globalização na Economia Brasileira**, São Paulo: Editora Contexto, 1999, 155p.
- LIMA, F. P. A. Da Natureza e do Objeto da Engenharia de Produção, **Revista Produção**, v. 04, n° 02, 1994.
- LYELL, M., Vertical integration helps OEMs compete, **SMT Magazine**, p. 87-90, Julho de 1998.
- MAGUIRE, M. Cowboy Quality, **Quality Progress**, p. 27-34, vol. 32, n° 10, Outubro de 1999.
- NAKAJO, T. & KUME, H., The Principles of Foolproofing and their Application in Manufacturing , Reports of Statistical Research, JUSE, 32, N° 2, Junho de 1985, p. 10-29 apud JURAN, J.M. **Juran planejando para a qualidade**, 2° ed , Livraria Pioneira Editora, São Paulo, 1992, 394p.
- NOGUEIRA, T. M; et al, Quality Assurance: An Application of QFD to the Production Startup of a New Engine Line. In: Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Symposium on Quality Function Deployment ISQFD99. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1999, p. 26-38.
- NORMAN, D., OEM Technology Needs: Near-Term vs Long\_Term , **Circuits Assembly**, EMS Supplement, p. S6-S10, Março de 1998.
- PEREZ-WILSON, M., **Seis Sigma: compreendendo o conceito as implicações e os desafios**, Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda, 2000, 284p.
- PETERSON, Y.S., Outsourcing: Opportunity or Burden? **Quality Progress**, p. 63-64, vol. 31, n° 06, Junho de 1998.

- SANTIAGO, L. P., **Sistema de Desenvolvimento de Produtos: Como capacitar empresas de autopeças?**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1999. 141p. (Dissertação, Mestrado em Engenharia de Produção)
- SAUER, K. & SMITH, E., Bridge OEM/CM Barriers with the Internet, **SMT Magazine**, Julho de 2000.
- SHERMAN, R., The State of Contract Manufacturing, **SMT Magazine**, p. 146-150, Fevereiro de 1998.
- STURGEON, Timothy J., **Turnkey Production Networks: A New American Model of Industrial Organization?**, Working Paper 92A, Agosto de 1997, <http://brie.berkeley.edu/~briewww/pubs/wp/wp92a.html>
- SUSMAN, G.I. & EVERED, R.D., **An Assessment of the Scientific Merits of Action Research**, Administrative Science Quarterly, Cornell University, Vol. 23:582-603, Dec. 1978
- THE ECONOMIST. Business: have factory, will travel, 12 de Fevereiro de 2000, p. 61-62.
- The TQM Committee **“A Manifesto of TQM (1) – Quest for a Respectable Organization Presence”**. *Societas Qualitatis*, vol. 10, n° 6, Janeiro/Fevereiro, 1997.
- The TQM Committee **“A Manifesto of TQM (2) – Quest for a Respectable Organization Presence”**. *Societas Qualitatis*, vol. 11, n° 1, Março/Abril, 1997.
- The TQM Committee **“A Manifesto of TQM (3) – Quest for a Respectable Organization Presence”**. *Societas Qualitatis*, vol. 11, n° 2, Maio/Junho, 1997.
- The TQM Committee **“A Manifesto of TQM (4) – Quest for a Respectable Organization Presence”**. *Societas Qualitatis*, vol. 11, n° 3, Julho/Agosto, 1997.
- THIOLLENT, M., **Metodologia da Pesquisa-Ação**, São Paulo: Editora Brasiliense, 1998, 108p.
- WOMACK, J. P.& ROSS, D.T. **A máquina que mudou o mundo**, Rio de Janeiro: Editora Campus Ltda, 1992, 347p.