



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
FACULDADE DE TECNOLOGIA - FT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO

OTIMIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA ADMINISTRAÇÃO DA
QUALIDADE TOTAL (TQM) E DO JUST-IN-TIME (JIT) QUE
MELHOR SE APLICAM A UMA LINHA DE MONTAGEM DE
VEÍCULOS AUTOMOTORES DE DUAS RODAS

MOISÉS DA SILVA PEREIRA

MANAUS

2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
FACULDADE DE TECNOLOGIA - FT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO

MOISÉS DA SILVA PEREIRA

OTIMIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA ADMINISTRAÇÃO DA
QUALIDADE TOTAL (TQM) E DO JUST-IN-TIME (JIT) QUE
MELHOR SE APLICAM A UMA LINHA DE MONTAGEM DE
VEÍCULOS AUTOMOTORES DE DUAS RODAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, área de concentração Gerência da Produção.

Orientador: Prof. Dr. Rutênio Luiz Castro de Araújo

MANAUS

2007

MOISÉS DA SILVA PEREIRA

OTIMIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA ADMINISTRAÇÃO DA
QUALIDADE TOTAL (TQM) E DO JUST-IN-TIME (JIT) QUE
MELHOR SE APLICAM A UMA LINHA DE MONTAGEM DE
VEÍCULOS AUTOMOTORES DE DUAS RODAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, área de concentração Gerência da Produção.

Aprovado em 14 de Novembro de 2007

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rutênio Luiz Castro de Araújo, Presidente
UNIVERSIDADE FEDARAL DO AMAZONAS

Prof. Dr. Clauzionor Lima da Silva, Membro
UNIVERSIDADE FEDARAL DO AMAZONAS

Prof^a. Dra. Ierecê Barbosa Monteiro, Membro
UNIVERSIDADE FEDARAL DO AMAZONAS

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

P436o Pereira, Moisés da Silva
Otimização das ferramentas da Administração da Qualidade Total (TQM) e do Just-in-time (JIT) que melhor se aplicam a uma linha de montagem de veículos automotores de duas rodas / Moisés da Silva Pereira. 2007
105 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Dr. Rutênio Luiz Castro de Araújo
Coorientador: Dr. Clauzionor Lima da Silva
Coorientador: Dra. Irecê Barbosa Monteiro
Dissertação (Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Qualidade. 2. Produção. 3. Just-in-time. 4. Estratégia. I. Araújo, Dr. Rutênio Luiz Castro de II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho em caráter especial à minha mãe, Ivonete da Silva Pereira, por ter acreditado no meu objetivo e contribuído para que o mesmo acontecesse. Ao meu filho Vinícius e demais familiares, que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização do meu objetivo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me guiar e iluminar os meus caminhos.

Ao professor Dr. Rutênio Luiz Castro de Araújo, pela contínua e eficaz orientação, sem a qual, com certeza, as dificuldades para o desenvolvimento deste trabalho seriam bem maiores do que foram.

Ao professor Dr. Clauzior Lima da Silva e a professora Dra. Ierecê Barbosa Monteiro, pela eficaz avaliação e orientação para a melhoria do presente trabalho.

Agradeço em especial a Ivonete da Silva Pereira, Francisco Soares Pereira, e Francineide da Silva Pereira, por contribuírem para minha formação pessoal e profissional.

Agradeço à Samsung SDIB pela oportunidade dada para a realização do presente mestrado.

Agradeço à Honda Componentes da Amazônia pela oportunidade dada para a realização do presente mestrado.

Agradeço à Universidade Federal do Amazonas, pela contribuição para a minha formação profissional.

EPÍGRAFE

Meu Filho, aceita a instrução desde teus jovens anos e ganharás uma sabedoria que durará até a velhice.

Eclesiástico 6, 18

RESUMO

O atual cenário empresarial exige que as empresas se mantenham altamente competitivas no mercado. Diversas estratégias de gestão têm sido aplicadas às empresas com o intuito de se manter a competitividade empresarial. Dentre estas estratégias, destacam-se o Total Quality Management – TQM (Administração da Qualidade Total) e o Just-in-Time - JIT, ambas com bastante aplicações na atualidade. O intuito deste trabalho é apresentar ferramentas da TQM e do JIT que sejam de fácil aplicação e manutenção, e que possam gerar aumentos de produtividade e qualidade numa linha de montagem de uma empresa de fabricação de veículos automotores de duas rodas no Pólo Industrial de Manaus (PIM). Para tal, foram realizados estudos destas estratégias, apresentando-se os pontos positivos, pontos a serem melhorados e sugestões das ferramentas estudadas, a fim de auxiliarem na tomada de decisão das ferramentas a serem aplicadas à linha de montagem da pesquisa. Os resultados esperados de uma possível implantação das ferramentas da TQM e do JIT de forma conjunta são aumentos de produtividade e de qualidade, unida a uma rápida implantação e fácil manutenção das ferramentas apresentadas.

Palavras chave: produção, qualidade, just-in-time, estratégia.

ABSTRACT

The current business scenario requires companies to remain highly competitive in the marketplace. Several management strategies have been applied to companies with the aim of maintaining business competitiveness. Among these strategies, we highlight Total Quality Management (TQM) and Just-in-Time (JIT), both have many applications nowadays. The purpose of this study is show that TQM and JIT tools are easy to apply and maintain, and can generate productivity and quality increases in an assembly line of a two-wheeled automotive manufacturing company in the Polo Industrial de Manaus (PIM) - Manaus Industrial Complex. Then, studies of these strategies were made, showing the positive points, points to be improved and suggestions of the tools studied, in order to assist in the decision about the tools that needs to be applied to the research assembly line. The expected results of a joint use of the TQM and JIT tools are increases in productivity and quality.

Words key: production, quality, just-in-time, strategy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Relações positivas entre o JIT e a Qualidade Total.....	10
Figura 2.1 – A administração da qualidade total sendo vista como extensão natural de abordagens anteriores para a administração da qualidade.....	14
Figura 2.2 – A redução do nível de estoque (água) permite que a gerência (navio) veja os problemas (pedras) e procure reduzi-los.....	15
Figura 2.3 – O JIT apresentado como uma filosofia, um conjunto de técnicas e um método de planejamento e controle.....	16
Figura 4.1 - Exemplos de diagramas de processo e fluxograma de processo.....	27
Figura 4.2 – Diagrama de processo do Produto K da linha de montagem.....	30
Figura 4.3 – Diagramas de Pareto de nível 1 e nível 2 da AutoRec.....	32
Figura 4.4 – Diagrama de Pareto das paradas de máquina por linha da Produção 2.....	34
Figura 4.5 – Diagrama de Causa e Efeito para o problema de pintura danificada.....	36
Figura 4.6 – Diagrama de Pareto das paradas de máquinas das linhas A e B da Produção 2.....	38
Figura 4.7 – Diagrama de Pareto das paradas de máquinas por problemas das máquinas reguladoras reguladoras.....	38
Figura 4.8 – Diagrama de Causa e Efeito das paradas de máquina ocorridas nas máquinas de regular por desregulagem do programa.....	41
Figura 4.9 – Tipos de associações entre duas variáveis.....	45
Figura 4.10 – Diagrama de dispersão para as variáveis quantidade de paradas e tempo parado das linhas de 1 a 6, ocorridas no mês de março de 2007.....	46
Figura 4.11 – Coeficiente de Pearson para a análise de correlação das variáveis quantidade de paradas de máquina e tempo parado.....	49
Figura 4.12 – Análise Qui-quadrado para as variáveis colaboradores com e sem absenteísmos por linhas da empresa do mês de junho de 2006.....	54
Figura 4.13 – Histograma da idade dos colaboradores das linhas de montagem.....	55
Figura 4.14 – Carta de controle do processo para a montagem do subconjunto A.....	61
Figura 4.15 – Análise de Cpk da montagem do subconjunto A.....	61
Figura 4.16 – Oito pilares da TPM.....	75
Figura 4.17 - Aplicação conjunta TQM e do JIT para proporcionar o aumento da produtividade e da qualidade de um processo produtivo.....	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 – Melhorias obteníveis com as técnicas japonesas JIT e TQC.....	9
Quadro 4.1 – Matriz de Causa e Efeito Base 6M para os problemas de desregulagem do programa e controlador danificado.....	40
Quadro 4.2 – Matriz de Causa e Efeito Base 6M para os problemas de desregulagem do programa e controlador.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Paradas de máquina ocorridas nas Linhas de 1 a 6 da Produção 2, nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2007.....	34
Tabela 4.2 – Quantidade de paradas e tempo parado das linhas de 1 a 6 da Produção 2, ocorridas em março de 2007.....	46
Tabela 4.3 – Dados necessários para o cálculo do coeficiente de correlação das variáveis X e Y, sendo respectivamente, quantidade de paradas e tempo parado.....	47
Tabela 4.4 – Notação para tabelas de contingência.....	50
Tabela 4.5 – Operadores com e sem absenteísmo por linha.....	52
Tabela 4.6 – Valores esperados para o número de operadores com e sem absenteísmo por linha.....	52
Tabela 4.7 – Desvios entre os valores observados e esperados.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BPR	Business Process Reengineering
CEP	Controle Estatístico do Processo
CIM	Computer Aided Manufacturing
CNC	Comando Numérico Computacional
CONstant WIP	Constante de estoques para uma linha
CONWIP	Formas específica de kamban baseada em sinais
Corr	Correlação
CQ	Controle da qualidade
Cp	Índice de capacidade
Cpk	Índice de capacidade considerando a centralização do processo
C&E 6M	Causa e Efeito base 6M
FCQP	Folha de Controle de Qualidade do Processo
FT	Faculdade de Tecnologia
GQ	Garantida da Qualidade
ISO	International Standardization Organization
JIPM	Japan Institute Plant Maintenance
JIT	Just-in-Time
LIC	Limite inferior de controle
LIE	Limite inferior de especificação
LSC	Limite superior de controle
LSE	Limite superior de especificação
MSA	Measure System Analyse
NC	Não controláveis
OPT	Optimized Production Technology
PDCA	Plan, Do, Check, e Act
PI	Process Innovation
PIM	Polo Industrial de Manaus
RPO	Reorder Point
SCM	Supply Chain Management
TPC	Tambor-pulmão-corda
TPM	Total Production Maintenance

TQC	Total Quality Control
TQM	Total Quality Management
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
6M	Mão-de-obra, matéria-prima, método, medida, meio ambiente e máquina

SUMÁRIO

Introdução.....	1
Capítulo 1: Prolegômenos	3
1.1. O Problema.....	3
1.2. Hipótese.....	5
1.3. Justificativa.....	6
1.4. Objetivos.....	11
1.4.1 Objetivo Geral	11
1.4.2. Objetivos Específicos	11
Capítulo 2: Fundamentação Teórica	12
TQM e JIT	12
2.1. Filosofia TQM.....	13
2.2. Filosofia JIT.....	14
Capítulo 3: Procedimentos Metodológicos	17
Capítulo 4: Resultados e Discussão	18
4.1. Ferramentas da TQM.....	18
4.1.1. Atendimento das necessidades e expectativas dos clientes	19
4.1.2. Inclusão de todas as partes da organização	20
4.1.3. Custos da Qualidade	21
4.1.4. Fazer certo da primeira vez	23
4.1.5. Desenvolvimento de sistema e procedimentos.....	24
4.1.6. Melhoria contínua.....	25
4.1.6.1. Diagramas de Processo.....	26
4.1.6.2. Análise de Pareto	31
4.1.6.3. Diagramas de Causa e Efeito.....	35
4.1.6.4. Diagramas de Correlação.....	42
4.1.6.5. Histogramas	55
4.1.6.6. Cartas de controle de processos.....	56
4.1.6.7. Folhas de Verificação	62
4.2. Ferramentas do JIT	63
4.2.1. Práticas Básicas de Trabalho	63
4.2.2. Projeto para Manufatura	65
4.2.3. Foco na Operação	69
4.2.4. Máquinas Pequenas e Simples.....	70

4.2.5. Arranjo Físico e Fluxo	71
4.2.6. TMP	73
4.2.7. Redução de Setup	75
4.2.8. Envolvimento Total das Pessoas	77
4.2.9. Visibilidade.....	78
4.2.10. Fornecimento JIT.....	80
4.3. Definição das Ferramentas da TQM e do JIT	81
Capítulo 5: Conclusões	86
Referências	87

Introdução

O atual cenário empresarial exige que as empresas se mantenham altamente competitivas no mercado. Fatores como a abertura de novos mercados, o surgimento de novos concorrentes com produtos de qualidade a preços baixos, fazem com que as empresas definam rapidamente estratégias que levem ao mantimento da sua competitividade e conseqüente sobrevivência no mercado. Cordeiro (2005) apresentou como sendo um dos conceitos mais difundidos de estratégia: “o caminho escolhido pela organização para o alcance de seus objetivos”. Para o autor, as estratégias envolvem maneiras de como utilizar os recursos internos da organização de forma a aproveitar as oportunidades existentes no ambiente externo.

Diversas abordagens e programas têm sido propostos, desenvolvidos e aplicados à gestão da produção. Dentre os mais conhecidos pode-se mencionar o *Total Quality Management* (TQM), o *Just-In-Time* (JIT), o *Optimized Production Tecnology* (OPT) e o *Computer Aided Manufacturing* (CIM) (CERRA e BONADIO, 2000). Bonifácio (2004) ressalta que as bibliografias existentes na literatura de gestão da produção, com destaque para as do ramo automobilístico, afirmam que empresas do tipo “*world class manufacturing*” são as que detêm os princípios de mentalidade enxuta, tendo como pilares a filosofia Just-in-Time e os Programas de Qualidade Total. Cerra e Bonadio (2000) desenvolveram estudos sobre as relações entre estratégias de produção TQM e JIT. Esses autores iniciaram a discussão sobre as possibilidades de integração dos programas de TQM e JIT à estratégia de produção, de modo a aproveitar, nas aplicações práticas, as vantagens que cada uma destas técnicas oferece e, adicionalmente, outras decorrentes de sua interação. Estratégias de produção, tais como o JIT e o TQM, necessitam de estruturas, recursos e processos que propiciem suas implantações.

Há diversos casos em que empresas não podem adequar-se totalmente às estratégias de produção escolhidas, sejam por questões de custos, de logística ou até mesmo questões culturais. Seguindo esta linha de raciocínio, é que o presente trabalho objetiva apresentar ferramentas da TQM e do JIT que sejam de fácil aplicação e manutenção, e que possam gerar aumentos de produtividade e qualidade numa linha de montagem de uma empresa de fabricação de veículos automotores de duas rodas situada no Pólo Industrial de Manaus (PIM)-AM. O projeto foi desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Faculdade de Tecnologia (FT) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Assim sendo, serão estudadas as ferramentas das estratégias de gestão TQM e JIT e, posteriormente, apresentados os pontos positivos, pontos a serem melhorados e sugestões com foco na linha de montagem da pesquisa.

Capítulo 1: Prolegômenos

1.1. O Problema

Braga (2001) apresentou de forma resumida os problemas que atualmente enfrentam as indústrias de manufaturas, que são: dificuldades de programação, atendimento a pequenas encomendas, constantes reprogramações, atrasos nas entregas, *lead-times* longos e não confiáveis, competitividade de preços, baixa qualidade, refugos e retrabalhos, altas taxas de desperdícios e defeitos, ociosidade e baixa produtividade, elevados índices de inventários, inclusive do que não está sendo vendido, manutenção inadequada, custo do dinheiro, necessidade de elevados capitais de giro, produção por previsões de vendas antecipadas, incertezas nessas previsões, concentração do faturamento no final do mês, subutilização de operários e equipamentos, falta de operários adequadamente treinados e controle de qualidade informal, dentre outros. A busca pela solução destes problemas se confunde com a busca pela competitividade. As indústrias buscam soluções para estes diversos problemas, e para tal fim, optam por definir e implementar estratégias de gestão.

Atualmente várias pesquisas são realizadas com o intuito de se expor os benefícios das aplicações de estratégias de gestão. Cordeiro (2005) citou dados da pesquisa de Certo e Peter realizada em 1993, na qual enfatizaram que um dos maiores benefícios da gestão estratégica como sendo o de permitir que diversas funções organizacionais e seus vários níveis hierárquicos trabalhem na mesma direção, ou seja, contribuam para a implementação da estratégia da empresa. O autor ainda enfatiza, através da apresentação de dados da pesquisa de Kaplan e Norton realizada em 2000, que não basta apenas formular estratégias consistentes,

mas implementá-las de forma que os seus processos internos desempenhem de forma que seu posicionamento estratégico torne-se realidade.

Algumas estratégias de gestão já promoveram resultados bastante satisfatórios em várias organizações. Cerra e Bonadio (2000) apresentam o TQM e o JIT como programas que surgiram com o objetivo comum de obter alta qualidade e mantê-la a este nível, buscando constantemente aumentar a produtividade. Os autores ainda apresentam uma pesquisa realizada por Morita e Flynn em 1997, que demonstra que 46 empresas que adotaram o TQM e o JIT tiveram desempenho superior as que não adotaram. Tanto o TQM quanto o JIT apresentam várias ferramentas possíveis de serem aplicadas às empresas a fim de melhorarem seus processos e produtos. Em Slack (2002) são demonstradas algumas documentações presentes nos sistemas e procedimentos de qualidade do TQM e algumas ferramentas do JIT. Para a TQM são apresentados os manuais de qualidade, manuais de procedimentos, instruções de trabalho, especificações e métodos detalhados para o desempenho das atividades. Para o JIT apresentam-se algumas técnicas tais como o foco na operação, a utilização de máquinas simples e pequenas, a aplicação da Manutenção Produtiva Total (TPM), a redução de *setup* e o controle *Kanban*. Como ambas as estratégias possuem ferramentas distintas, mas que podem se unir a fim de tornar mais fácil a obtenção de resultados de qualidade e produtividade, bem como competitividade empresarial, pergunta-se:

- É possível otimizar as ferramentas e as técnicas da TQM e do JIT em uma linha de montagem de veículos automotores de duas rodas, que sejam de fácil aplicação e manutenção, e garantam o aumento da produtividade e da qualidade da empresa?
- Quais são as melhorias necessárias para que tais ferramentas e estratégias de gestão possam ser implementadas com facilidade na presente linha de montagem?

1.2. Hipótese

Tem-se como hipótese que a aplicação conjunta do JIT, controlando a saúde do processo, e da TQM, controlando a saúde do produto, proporcionará o aumento da produtividade e da qualidade de uma linha de montagem de veículos automotores de duas rodas. Espera-se com a aplicação otimizada do TQM e do JIT:

- melhora da qualidade do produto e redução das taxas de defeitos;
- redução de paradas de máquinas;
- melhora na estabilidade do processo devido reduções de paradas de máquinas e de problemas de qualidade do produto por fatores de ajustes de equipamentos;
- melhora no atendimento de produção da linha de montagem da pesquisa;
- maior envolvimento dos trabalhadores quanto aos objetivos e estratégias propostas pela empresa;
- maior satisfação dos colaboradores quanto à valorização de suas funções sob uma perspectiva de dono do seu próprio equipamento;
- geração e melhora dos controles formais do processo;
- a redução dos custos envolvidos com a recuperação de defeitos e manutenções corretivas do processo;
- aumento de produtividade.

Atingindo-se estes objetivos, espera-se obter uma linha de montagem que produza produtos com maior qualidade, custos mais baixos, atendendo melhor aos pedidos em quantidade e nos prazos, e ainda, com recursos humanos mais envolvidos na busca pela melhoria contínua, em conformidade aos objetivos e metas estabelecidas pela empresa.

1.3. Justificativa

Nos dias atuais, diversas empresas se preocupam com a maneira que suas estratégias de gestão estão sendo aplicadas na produção. É evidente que cada vez mais as empresas investem em recursos no aprimoramento da produção. Isto se dá provavelmente porque as empresas reconhecem que a administração da produção oferece o potencial para aumentar as receitas e, ao mesmo tempo, facilita que bens e serviços sejam produzidos de forma mais eficiente (SLACK et al, 2002).

Em uma sociedade onde os consumidores estão cada vez mais exigindo qualidade nos produtos e nos serviços, adequando-os às suas necessidades e desejos, há uma crescente preocupação nas empresas não só em manter, mas em incrementar seu desempenho, no que diz respeito à qualidade e à produtividade.

Durante os últimos anos, as relações de competitividade mantidas pelos principais países industrializados mudaram. Algumas nações de tradição industrial foram superadas por outras de menor tradição, dentre as quais o Japão é o exemplo mais relevante, com produtos de alta qualidade e baixos preços, conseguidos através de excelência em manufatura e usando-a como sua principal arma competitiva. Os produtos japoneses têm competido e conquistado mercados, baseados em sua superior qualidade e flexibilidade, assim como em sua melhor resposta às necessidades e oportunidades do mercado. Devido a esses fatos, os sistemas

japoneses de manufatura e administração, especialmente o *Just-in-Time* (JIT) e o Controle Total de Qualidade (TQC) têm-se mostrado tão atrativos aos países industrializados e em vias de desenvolvimento, motivados pela simplicidade dos conceitos envolvidos, bem como pelos baixos requerimentos em especialização e investimento de capital (BRAGA, 2001).

Os autores Cerra e Bonadio (2000) apresentam a Administração da Qualidade Total – *Total Quality Management* (TQM) e a produção enxuta – *Just-in-time* (JIT), como estratégias que proporcionaram melhorias de desempenho da produção. Para os autores, a TQM preocupa-se com o atendimento das necessidades dos consumidores, redução dos custos da qualidade e melhoria contínua do processo produtivo da organização. Já o JIT enxuga o processo produtivo reduzindo custos e eliminando desperdícios, além de ampliar a participação da mão-de-obra no processo. Os autores ainda ressaltam os fundamentos da TQM e do JIT, que são respectivamente:

- TQM - a satisfação completa do cliente, cumprimento dos prazos, compromisso de toda a organização com a alta qualidade, aumento da qualidade dos recursos humanos da empresa, aperfeiçoamento contínuo de processos e produtos da organização;
- JIT - reduções de estoque, menor *lead-time* do produto, menor tempo de *setup*, lote de produção reduzido, *kanban*, parceria e envolvimento de trabalhadores.

Além da TQM, o Controle da Qualidade Total (TQC) também é objeto de estudo de aplicação, juntamente como o JIT. Braga (2001) apresentou em conjunto as melhorias obtidas pelas técnicas japonesas de manufatura, face aos principais problemas industriais, como pode ser visto no Quadro 1.1. O autor resalta que todos esses problemas podem ser reduzidos, e até eliminados, pela implementação do sistema *Just-in-Time*, sem esquecer a necessidade da

existência de uma cultura interna e de formas de gerenciamento que assegurem a difusão de seus princípios. O Controle da Qualidade Total (TQC) fornece uma sólida base para esse desenvolvimento das melhorias.

Corrêa e Corrêa (2006) apresentam um conjunto de conceitos que traduzem a visão do JIT sobre a gestão da qualidade que tem sido denominada de Controle da Qualidade Total. Segundo estes autores, este conceito foi desenvolvido no Japão, a partir dos trabalhos de Joseph M. Juran, W. Edwards Deming e A. V. Feigenbaum. Os autores ilustram as inter-relações entre o controle da qualidade total e outros elementos do JIT, formando um ciclo positivo de aprimoramento contínuo. O aprimoramento acontece da seguinte forma: O JIT, com sua política de redução incessante dos estoques para pôr às claras os problemas e localizá-los de forma seletiva. Localizando o problema, os conceitos denominados qualidade total encarregam-se de buscar as causas mais essenciais dos problemas de qualidade e atacá-las, de forma a resolver o problema. Resolvido o problema o fluxo produtivo é restaurado, criando-se a filosofia JIT, oportunidade maior de redução de estoques, de forma a se perpetuar o esforço de melhoramento contínuo. Este ciclo encontra-se apresentado na Figura 1.1, que demonstra as relações entre o JIT e a qualidade total.

PROBLEMAS INDUSTRIAIS	MELHORIAS OBTENÍVEIS COM AS TÉCNICAS JAPONESAS	
	JIT	TQC
Subemprego de operários e máquinas	Operadores multifuncionais operam várias máquinas e vão aonde existe trabalho. O <i>JIT</i> motiva a formação de operários treinados. Os equipamentos são desenvolvidos para serem locados aos planos de produção com um alto grau de utilização.	Os operários têm responsabilidade em relação à quantidade e sobre atividades a serem feitas quando o programa de produção for cumprido.
Baixa qualidade	Com inventários baixos, as peças são fabricadas rapidamente e os defeitos expostos e corrigidos antecipadamente.	Todos os aspectos do TQC servem para melhorar a qualidade.
<i>Lead-time</i> longo	Operadores multifuncionais, tecnologia de grupo e <i>setups</i> rápidos diminuem os <i>lead-times</i> e melhoram a produtividade.	A menor frequência de paradas devido à baixa qualidade melhora o <i>lead-time</i> e a confiabilidade.
Altas taxas de defeitos	Os pequenos lotes previnem a ocorrência de produções com altos índices de defeitos.	Todos os aspectos do TQC servem para reduzir o desperdício.
Manutenção inadequada	Operadores multifuncionais mantêm limpo o lugar de trabalho e fazem alguns reparos e manutenção preventiva.	Programação sob a capacidade permite parada para manutenção preventiva.
Falta de matérias-primas	O controle do desperdício ajuda na conservação das matérias-primas.	O controle do desperdício ajuda na conservação de matérias-primas.
Falta de operários qualificados	As máquinas simplificadas reduzem a necessidade de operários altamente qualificados; a participação dos operários em múltiplas funções melhora a receptividade ao treinamento; o sistema de produção mais simples evita a necessidade de pessoal para controle da produção e estoques.	Menor necessidade de pessoal para controle de qualidade, já que os operários têm responsabilidades sobre a qualidade.
Falta de supervisão adequada	Com pouco estoque para ocultar os problemas, os operários se convertem em solucionadores de problemas, assumindo atividades de supervisão.	Os operários verificam a sua qualidade, evitando alguns problemas que precisariam da supervisão.
Controle de qualidade informal	Expor as causas da baixa qualidade, o que aumenta a consciência da necessidade da implementação do Controle de Qualidade.	Todo o pessoal é treinado em conceitos e técnicas do Controle de Qualidade e envolvido em melhoria da qualidade.
Baixa produtividade	Emprego de menos material, mão-de-obra, espaço e recursos indiretos com maior produção equivalente à produtividade.	Menos pessoal da área de controle da qualidade, menor desperdício, menor retrabalho e devoluções reduzem o custo dos produtos, o que aumenta a produtividade.

Quadro 1.1. Melhorias obteníveis com as técnicas japonesas JIT e TQC. (Fonte: BRAGA, 2001).



Figura 1.1 – Relações positivas entre o JIT e a Qualidade Total. (Fonte: CORRÊA e CORRÊA, 2006).

Com base nos resultados positivos observados em estudos sobre aplicações individuais e conjuntas das estratégias de gestão TQM e JIT, espera-se obter na linha de montagem da pesquisa após a aplicação conjunta destas ferramentas, aumentos de produtividade e qualidade, e conseqüente contribuição para a elevação da competitividade da empresa.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Analisar uma aplicação conjunta e otimizada da TQM e do JIT em uma linha de montagem de veículos automotores de duas rodas, a fim de obter aumentos de produtividade e qualidade.

1.4.2. Objetivos Específicos

Em termos específicos, este projeto visa:

- demonstrar os benefícios da aplicação da TQM e do JIT na empresa;
- demonstrar, através de estudos sobre a TQM e do JIT, os pontos positivos, pontos a serem melhorados e sugestões de melhorias das ferramentas de ambas as estratégias de gestão;
- Definir as ferramentas da TQM e do JIT, que melhor se aplicam a linha de montagem da empresa da pesquisa, objetivando aumentos de produtividade e qualidade.

Capítulo 2: Fundamentação Teórica

TQM e JIT

Após a II Guerra Mundial, surgiu um novo modelo de organização da produção, denominado produção flexível, que teve suas origens na indústria automobilística japonesa, especificamente na Toyota Motor Company. A produção flexível promoveu a introdução da TQM e do JIT (CERRA e BONADIO, 2000).

A Gestão da Qualidade Total ou Total Quality Management (TQM) foi uma prática de gestão bastante popular nas décadas de 1980 e 1990 nos países ocidentais. Os conceitos dessa prática, desenvolvidos inicialmente por autores norte-americanos como Deming, Juran e Feigenbaum, nas décadas de 1950 e 1960, encontraram no Japão o ambiente perfeito para o seu desenvolvimento durante os anos que se seguiram. No início da década de 1980, o mundo voltava sua atenção para o elevado grau de competitividade alcançado pelas principais indústrias japonesas, cujos produtos chegavam com excelente qualidade e preços relativamente baixos nos principais mercados consumidores do mundo ocidental, passando a constituir uma ameaça para as suas economias (CORDEIRO, 2005).

O Just-in-time (JIT) surgiu no Japão, em meados da década de 1970, sendo sua idéia básica e seu desenvolvimento creditados à Toyota Motor Company, que buscava sistemas de administração que pudessem coordenar, precisamente, a produção com demanda específica de diferentes modelos e cores de veículos com o mínimo atraso (CORRÊA e CORRÊA, 2006).

Este também surgiu com o principal objetivo de eliminar as perdas na produção (Bonifácio, 2004).

2.1. Filosofia TQM

Slack et al (2002) apresentam a TQM como sendo uma filosofia de abordagem da administração da qualidade. Segundo este autor, a TQM pode ser entendida como sendo a extensão lógica da maneira em que a prática da qualidade tem progredido, tal como ilustrado na figura 2.1. Originalmente, a qualidade era atingida por inspeção. Logo após, surge o Controle da Qualidade (CQ), detectando e tratando os problemas de qualidade, seguido da Garantia da Qualidade (GQ), com uma responsabilidade mais ampla, incorporando funções como o planejamento e custos da qualidade. Por fim a TQM, como modo de agir e pensar a produção, que se preocupa particularmente com:

- atendimento das necessidades e expectativas dos consumidores;
- inclusão de todas as partes da organização;
- exame de todos os custos relacionados com a qualidade;
- fazer “as coisas certo da primeira vez”, por exemplo, enfatizando a qualidade desde o *design*, em vez de apenas inspecionar;
- desenvolvimento de sistemas e procedimentos que apóiem qualidade e melhoria;
- desenvolvimento de um processo de melhoria contínua.

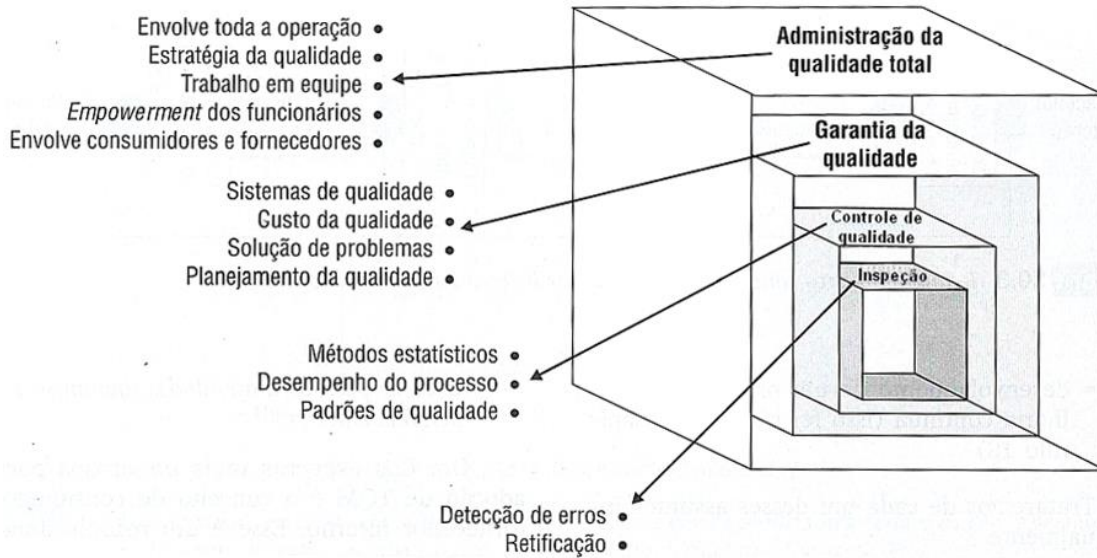


Figura 2.1 – A administração da qualidade total sendo vista como extensão natural de abordagens anteriores para a administração da qualidade. (Fonte: SLACK et al 2002).

Na atualidade, a competitividade empresarial apresenta-se cada vez mais acirrada. Bonifácio (2004) aponta dilemas tais como: Como obter respaldo de um programa em que se prevêem pequenas melhorias no dia a dia, baseados em grandes resultados num período de tempo mais distante, se a própria sobrevivência da empresa pode estar comprometida? Para o gerente de compras da Toyota, (NIELSEN, 2002, apud BONIFÁCIO, 2004), aliado aos processos de melhoria contínua – *o kaizen*, exige-se uma abordagem mais agressiva, a inovação drástica – *o kaikaku*. *É a evolução versus revolução*.

2.2. Filosofia JIT

O conceito da filosofia JIT é baseado na lógica *pull* (puxar). Seu principal objetivo, segundo Bonifácio (2004) é eliminar perdas na produção. (MILTENBURG, 2001, apud BONIFÁCIO, 2004) afirma que além de ajustar a produção com demanda, o sistema puxar a produção carrega consigo a representação lógica da qualidade total na prática, pois o que se

utiliza é o fluxo unitário de produtos, facilitando a visualização e transparência dos problemas que normalmente ficariam encobertos pelos sistemas convencionais de empurrar a produção. Na figura 2.2 pode-se visualizar os efeitos possíveis da redução dos estoques, considerados em Slack et al (2002) como sendo um “manto negro” (água) que fica sobre o sistema de produção evitando que os problemas (pedras) sejam descobertos.

Slack et al (2002) apresentam uma análise do JIT em dois níveis. No aspecto mais geral, o JIT é normalmente denominado de uma filosofia de manufatura, isto é, o JIT fornece uma visão clara, que pode ser utilizada para guiar as ações dos gerentes de produção na execução de diferentes atividades em diferentes contextos. Ao mesmo tempo, o JIT é uma coleção de várias ferramentas e técnicas, as quais fornecem as condições operacionais para suportar essa filosofia. Outras técnicas referem-se especificamente à maneira pela qual a produção é planejada e controlada no regime JIT. A figura 2.3 ilustra esta análise, explicitando cada parte constituinte do JIT, partindo deste como filosofia de produção, como conjunto de técnicas para a gestão da produção e, por fim, como sendo um método de planejamento e controle.

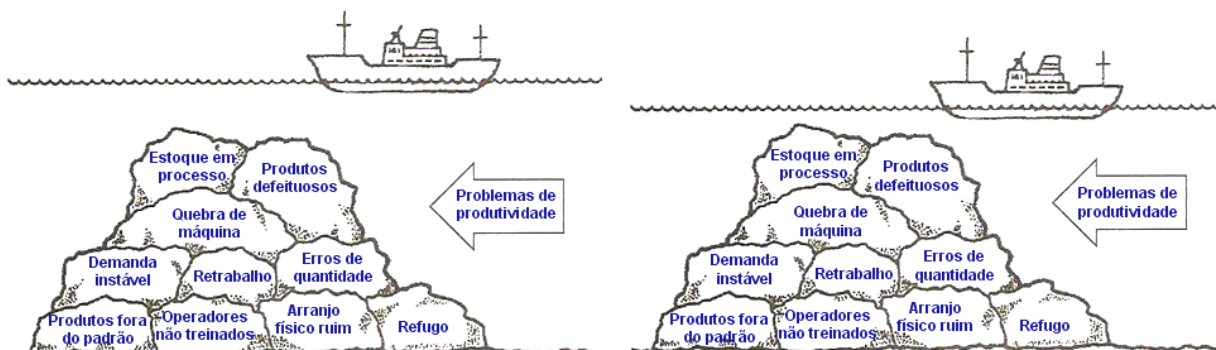


Figura 2.2 – A redução do nível de estoque (água) permite que a gerência (navio) veja os problemas (pedras) e procure reduzi-los. (Fonte: SLACK et al, 2002).

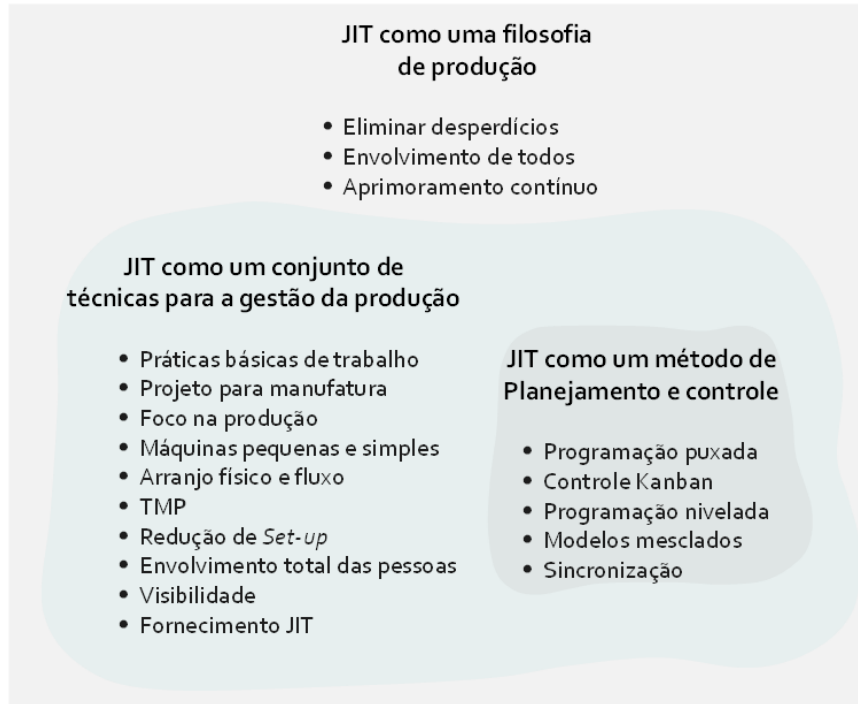


Figura 2.3 – O JIT apresentado como uma filosofia, um conjunto de técnicas e um método de planejamento e controle. (Fonte: SLACK et al, 2002).

Capítulo 3: Procedimentos Metodológicos

A realização deste projeto seguiu uma metodologia essencialmente composta de três etapas:

- pesquisa bibliográfica sobre as estratégias de gestão TQM e JIT;
- levantamento, estudo e apresentação dos pontos positivos, pontos a serem melhorados da TQM e do JIT;
- análise das ferramentas da TQM, enfatizando na aplicação das 7 ferramentas da Qualidade dentro do tópico Melhoria Contínua, e do JIT, que melhor se aplicam, de forma conjunta, a linha de montagem de veículos automotores de duas rodas da pesquisa.

Para desenvolver essa metodologia, o projeto contou com o apoio da área de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Faculdade de Tecnologia (FT) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Um estudo da aplicação otimizada da TQM e do JIT foi realizado em uma empresa de fabricação de veículos automotores de duas rodas, no Pólo Industrial de Manaus-AM. A pesquisa teve como base a utilização de artigos, revistas e livros científicos das áreas afins da Engenharia de Produção.

Capítulo 4: Resultados e Discussão

Com o objetivo de obter melhoramentos da qualidade dos produtos e dos processos de fabricação, duas das estratégias de gestão mais utilizadas nos últimos tempos foram estudadas e discutidas nesta seção. As ferramentas de ambas as estratégias foram objeto de estudo e proposições de aplicações em linhas de montagem, a fim de que sejam de fácil aplicação e manutenção, e proporcionem melhoramentos de qualidade e produtividade e, ainda, tenham como consequência melhoramentos de competitividade das linhas de montagem da empresa da pesquisa.

4.1. Ferramentas da TQM

A TQM tem como foco o atendimento das necessidades e expectativas dos consumidores, a inclusão de todas as partes da organização, o exame de todos os custos relacionados com a qualidade, fazer “as coisas certo da primeira vez”, desenvolvimento de sistemas e procedimentos que apóiem qualidade e melhoria, e o desenvolvimento de um processo de melhoria contínua.

A empresa do presente estudo já possui implantado um Sistema de Gestão da Qualidade, que é composto por grupos de qualidade setoriais, e uma equipe de coordenação e gestão destes grupos, e também tem um suporte de consultores do departamento de qualidade da fábrica matriz no Japão. As equipes são compostas por gerentes, coordenadores,

consultores, supervisores e inspetores de Qualidade. A empresa também já possui a certificação ISO 9001.

Fazem parte do departamento de Qualidade as seguintes áreas:

- Inspeção de recebimento;
- Auditoria (Auditorias internas, de clientes e de certificação);
- Inspeções de processo (Pintura, soldagem, montagem, usinagem, etc);
- Inspeção final;
- Laboratórios de Qualidade e de Certificação (Emissões de gases, ruído, medições, etc);
- Qualidade novos modelos;
- Suporte ao cliente.

Na empresa do presente estudo, como já existe um sistema de gestão implantado, diversas das necessidades da TQM já são atendidas, porém, existem pontos que podem ser melhorados e serão focos do presente trabalho de pesquisa.

4.1.1. Atendimento das necessidades e expectativas dos clientes

O atendimento das necessidades e expectativas dos clientes é um dos focos principais da empresa, e toda a estrutura interna e da rede de assistência e de concessionárias trabalham com foco no atendimento deste objetivo. Atuando em um mercado global, em empresa tem no

Brasil como política produzir automóveis de alta qualidade, a um preço justo, trabalhando sempre na prevenção de acidentes e na preservação do meio ambiente. Tem também como compromisso atender a todos aos requisitos legais e normativos, considerando sempre os aspectos e impactos ambientais nas decisões de negócios. O compromisso se estende ainda à criação e manutenção de estrutura necessária para aplicar melhorias contínuas, implementar e revisar os objetivos e metas estabelecidas e buscar, constantemente, a satisfação de uma clientela universal.

No quesito atendimento das necessidades e expectativas dos clientes, observa-se como ponto positivo a presença de mercado, a vasta rede de distribuição de peças e serviços que possui, e a relação de custo *versus* qualidade do produto. A empresa é detentora de mais de 70% do *market share* de vendas.

Como ponto a ser melhorado, tem-se a necessidade de se melhorar alguns problemas de qualidade que são corriqueiros em determinados produtos. Clientes e mecânicos têm ciência de problemas que de tão comuns, se tornam normais no dia a dia, tais como ruído excessivo de correntes e vibrações em determinadas motocicletas.

4.1.2. Inclusão de todas as partes da organização

A inclusão de todas as partes da organização com foco em qualidade é bem difundida na empresa. Os problemas observados durante a produção setorial são analisados e tratados nos setores por grupos formados por supervisores, chefes, líderes e operadores, que em geral são conhecedores do processo produtivo, e de questões técnicas dos produtos. Problemas identificados nas linhas de montagem de motocicletas são analisados e tratados por equipes da qualidade setoriais e da coordenação da Qualidade da Inspeção Final. As equipes envolvidas

são líderes, chefes, supervisores, gerentes de qualidade e, dependendo da magnitude do problema, diretores. Em auditorias e em projetos de melhoria contínua, todos da organização fazem parte.

Como ponto positivo tem-se que independente do nível hierárquico, todos são chamados a tratar de problemas de qualidade dentro da empresa.

Como ponto a melhorar, tem-se a disponibilização de meios de acesso para que o colaborador possa dar suas ideias e desenvolver os projetos de melhoria em qualquer momento, ou seja, em qualquer período do ano ou turno. Observou-se que os projetos de melhoria são geralmente enviados ou desenvolvidos próximos de datas de avaliações e premiações internas de projetos. Este fator se dá devido a uma maior cobrança por parte da supervisão setorial no desenvolvimento de projetos. A quantidade de projetos neste momento também é levada em consideração, sendo avaliado o número de ideias por pessoas.

4.1.3. Custos da Qualidade

Os custos da fábrica são avaliados por um comitê gerencial, pelo gerente da fábrica e pelos gerentes setoriais. Estes custos são compostos por investimento, despesas operacionais, despesas de pessoal e imobilizado, e são acompanhados diariamente, com análises mensais, trimestrais, semestrais e anuais. São avaliados o atendimento do orçado *versus* realizado, e o saldo de cada centro de custo no período de análise. Referente aos investimentos, são apresentados os valores, prazos de execução, responsáveis, ações e status do andamento das atividades.

Referente ao tópico qualidade, os custos de não qualidade, ou seja, de defeitos, retrabalhos e refugos também são avaliados. São realizadas análises de Pareto e os itens

críticos relativos a custos de não qualidade são avaliados e projetos de melhoria de redução de custos são desenvolvidos. Havendo problemas de qualidade identificados no processo, o departamento onde problema o problema teve origem, assume todos os custos envolvidos no problema, tais como de material, serviços, locações de máquinas e equipamentos, logísticos, etc.

Como ponto positivo tem-se que independente da origem do problema e dos custos relacionados, a empresa busca pela solução rápida. Após a identificação do departamento ou fornecedor responsável pelo problema, estes custos podem ser repassados, ou seja, solicitado ressarcimento.

Como ponto a ser melhorado tem-se a necessidade de se desenvolver projetos de melhoria focados na prevenção de problemas. Muitas análises são realizadas após a ocorrência de problemas, mas não se foca em desenvolver métodos de detecção de falhas ou de falhas potenciais, tais como uso do FMEA – *Failure Mode and Effect Analysis* (Análise de Modos de Falhas e Efeitos), CEP – Controle Estatístico de Processo, MSA – *Measure System Analyse* (Análise do Sistema de Medição), dentre outros. Novas tecnologias de monitoramento online podem ser utilizadas nestes processos, tais como utilização de equipamentos de medição com registro de dados e envio de alertas em tempo real, a exemplo de parafusadeiras na aplicação de torques de parafusos e porcas, ou medições de posicionamento de partes e peças. Não conformidades seriam identificadas assim que ocorressem, e desta forma não haveria a necessidade de inspeção amostral nestes pontos, tendo sua inspeção realizada em 100% das peças produzidas. O custo de bloqueios de produção e de produtos não conformes cairia drasticamente.

4.1.4. Fazer certo da primeira vez

O item fazer “certo da primeira vez” é tido como meta a ser seguida pela empresa. A divulgação desta meta é realizada e intensificada pelos grupos de setoriais de qualidade, com o apoio dos Grupos Técnicos, que são equipes de Engenharia de Processo setoriais, que tem como foco criar procedimentos, realizar treinamentos e dar suporte técnico aos Departamentos de Produção e Qualidade.

Diversos treinamentos de qualidade são ministrados anualmente, para todos os níveis hierárquicos da empresa. Nestes treinamentos, sempre há o foco na fabricação correta da primeira vez, no defeito zero, e na redução de refugos e retrabalhos. Estes são pontos fortes importantes para o atendimento de objetivos de redução de custos de não qualidade.

Neste quesito, o que se tem como ponto a ser melhorado é o foco no treinamento operacional, no trabalho On The Job, ou seja, no posto de trabalho. Os operadores, nem sempre podem se ausentar do setor para passar um dia de treinamento em salas, fora do processo produtivo. Desta forma, os treinamentos específicos são ministrados no posto de trabalho, porém o tempo destinado para este fim e a avaliação da eficácia deste treinamento não é suficiente para garantir um bom desempenho da atividade do dia a dia. Este fator acaba impactando em um aumento no número de defeitos originados nas linhas de produção, ou na passagem destes defeitos para o processo seguinte.

4.1.5. Desenvolvimento de sistema e procedimentos

O sistema de gestão de qualidade atual da empresa é baseado na norma ISO 9001, que tem como base a utilização da metodologia PDCA. Os procedimentos são criados por setores de apoio chamados de Grupos Técnicos, compostos em geral por engenheiros e especialistas em produtos e processos. Os procedimentos mais usuais são Instruções de Trabalho, tendo também documentos chamados de FCQP – Folha de Controle de Qualidade do Processo, Procedimentos, que descrevem atividades macro, responsabilidades e autonomias, e Processos, que tratam das interações dos departamentos com seus clientes e fornecedores.

A verificação do atendimento dos padrões da ISO 9001 é realizada através de auditorias internas, de clientes e auditorias externas, sempre realizadas por empresas especializadas e homologadas no Inmetro para a realização deste tipo de atividade.

O sistema da ISO 9001 por si só já dá um suporte importante para o atendimento do quesito “desenvolvimento de sistema e procedimentos” da TQM. Este é um fator bastante positivo para o atendimento deste tópico da TQM..

Como ponto a ser melhorado, tem-se a necessidade de aumento da quantidade de auditores ou pessoas com treinamentos em leitura e interpretação da norma ISO 9001. Em geral, durante o processo de auditoria, sempre há a necessidade de apoio de pessoal do Grupo Técnico, por falta de pessoa habilitada dentro dos setores. O aumento de pessoas capacitadas na norma ISO 9001 também permitirá que as atividades relacionadas à criação, revisão, e atendimento de procedimentos sejam realizadas a todo momento, e não próximas a datas de auditorias.

4.1.6. Melhoria contínua

Já a melhoria contínua, esta é realizada através da aplicação dos métodos de análise e solução de problemas, geralmente em tratativas de não conformidades, em atividades de melhoria geradas por grupos ou de forma individual na empresa, que podem ser apresentadas em um sistema de gestão de idéias. Estas idéias de melhorias, não são necessariamente relacionadas à qualidade, podendo ser relacionadas a melhorias de produtividade, reduções de custos, saúde e segurança, logística, projetos e etc.

Na melhoria contínua, um dos focos da TQM, é que se observa a maior necessidade de atuação do presente trabalho de pesquisa, devido a não padronização ou utilização incorreta de ferramentas de gestão da qualidade. Observa-se a utilização de ferramentas de análise e melhorias tais como Diagramas de processo, gráficos de Pareto, análises estatísticas, dentre outras, de forma errada. Estas ferramentas são utilizadas em geral na análise de problemas, ou em projetos de melhoria, na fase de análise da situação atual e análise da situação futura. Erros desta magnitude geram problemas de decisões gerenciais sobre aprovação ou reprovação indevida de produtos e projetos, e de avaliações erradas sobre ganhos ou perdas de projetos e processos. O que se observou foi que a falta de conhecimento de métodos de análises e ferramentas de gestão, acabam por tornarem irreais os ganhos dos projetos de melhoria ou até mesmo haver reincidência de problemas, mesmo após a descoberta e atuação na suposta causa raiz dos mesmos. Estes fatores se dão devidos desvios existentes nestas análises.

Em virtude destes fatores, é que o presente estudo se aprofundará na análise do item melhoria contínua da empresa.

Para a análise do item melhoria contínua, observou-se que as ferramentas de mais utilizadas nos projetos de melhoria e nas análises de soluções de problemas foram as 7 Ferramentas da Qualidade. Desta forma, selecionou-se as 7 Ferramentas da Qualidade como itens a serem aprofundados no estudo deste projeto de pesquisa, e serão apresentadas e discutidas da seção 4.1.6.1 a 4.1.6.7.

4.1.6.1. Diagramas de Processo

Os diagramas de processo são utilizados para registrar o método de realização de um determinado trabalho. Segundo Slack et al (2002), a maioria dessas técnicas podem ser usadas para diversos propósitos, mas tende a focalizar-se em um objetivo específico, ou seja, registrar a sequência de tempo entre diferentes partes de um trabalho e registrar o movimento de pessoas, informações ou materiais no trabalho.

Para Corrêa e Corrêa (2006), o objetivo do diagrama de processo é a listagem de todas as fases do processo, de forma simples e de rápida visualização e entendimento. Segundo estes autores, a clareza e fidelidade são os requisitos básicos de qualquer diagrama de processo. A clareza promove a participação das pessoas e facilita a análise. A fidelidade permite que todas as alterações de processo sejam documentadas nos diagramas, para garantir que estes reflitam sempre a realidade dos processos tal como estejam sendo executados. Em processos que requeiram fases de decisão, estes são apresentados em forma de fluxogramas. São mostrados na figura 4.1 alguns exemplos de diagramas de processo.

Slack et al (2002) apresentam as técnicas que focalizam, principalmente, a determinação da sequência de tarefas, que são os três tipos de diagramas de processo, sendo estas:

- diagramas de processos globais;
- diagramas de fluxo de processo;
- diagramas de processos de duas mãos/gráficos de operações.

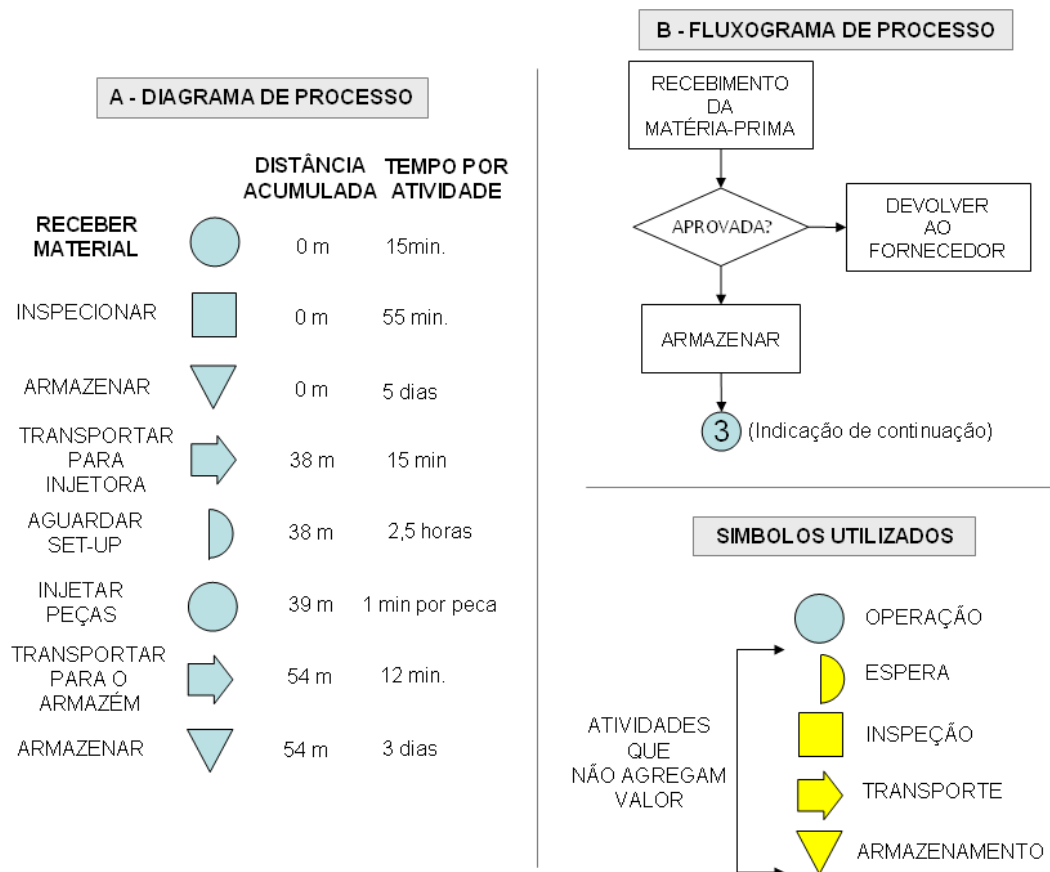


Figura 4.1 - Exemplos de diagramas de processo e fluxograma de processo. (Fonte: CORRÊA E CORRÊA, 2006).

Os diagramas de fluxo de processo usam símbolos para descrever a seqüência de tarefas como operações, inspeções, transportes, esperas e estocagens, tal como ilustrado na figura 4.1. O diagrama de processo global adota os mesmos princípios que o diagrama de fluxo de processo, mas usa somente os símbolos de operação e inspeção. O diagrama de duas mãos também utiliza os mesmos princípios, mas desta vez em micro escala. A seqüência de cada mão é representada pelos símbolos citados na figura 4.1.

Pontos positivos:

A análise crítica dos diagramas e a comparação destes com fases e seqüenciamentos reais ajudam na identificação de possíveis problemas de qualidade, além de evidenciar desperdícios, tais como: excessos de estoque e transportes (CORRÊA E CORRÊA, 2006). Para Loureiro (2003) os fluxogramas dão suporte à análise dos processos, tornando-se eficaz para solução dos problemas. Ainda segundo este autor, por ser uma representação gráfica, facilita a visualização das diversas etapas que compõe um determinado processo, permitindo identificar os pontos que merecem atenção especial.

Pontos a serem melhorados:

Alterações do processo, quando realizadas, devem o mais rápido possível ser documentadas e atualizadas nos diagramas. Em geral necessita-se de responsáveis comprometidos com a atualização e fidelidade dos diagramas de processo, portanto, a burocracia e a morosidade devem ser tratadas a fim de que os diagramas continuem contribuindo para os objetivos aos quais estes foram criados. Loureiro (2003) destaca que a aplicação do fluxograma só é efetiva na maneira em que mostra, verdadeiramente, como é o processo.

Sugestão proposta:

Na linha de montagem da pesquisa tem-se a montagem de diversos modelos de rodas de motocicletas. Podem-se citar os problemas de falha de inspeção durante o processo e a constante falta de materiais como itens críticos para a montagem das rodas. A fim de conhecer melhor o fluxo atual dos materiais no processo, optou-se por gerar um diagrama de processo com informações adicionais de níveis de estoque máximo e mínimo de cada item, e número

de itens constituintes do Produto K (Roda) montado na linha. Tais dados irão facilitar o entendimento da necessidade de reposição dos itens em função de seus consumos diários. Pretende-se perceber as perdas ocorridas por falta de materiais e transporte de produtos de reposição. A figura 4.2 ilustra o diagrama de processo da linha de montagem do produto K.

Diagrama de Processo – Produto K

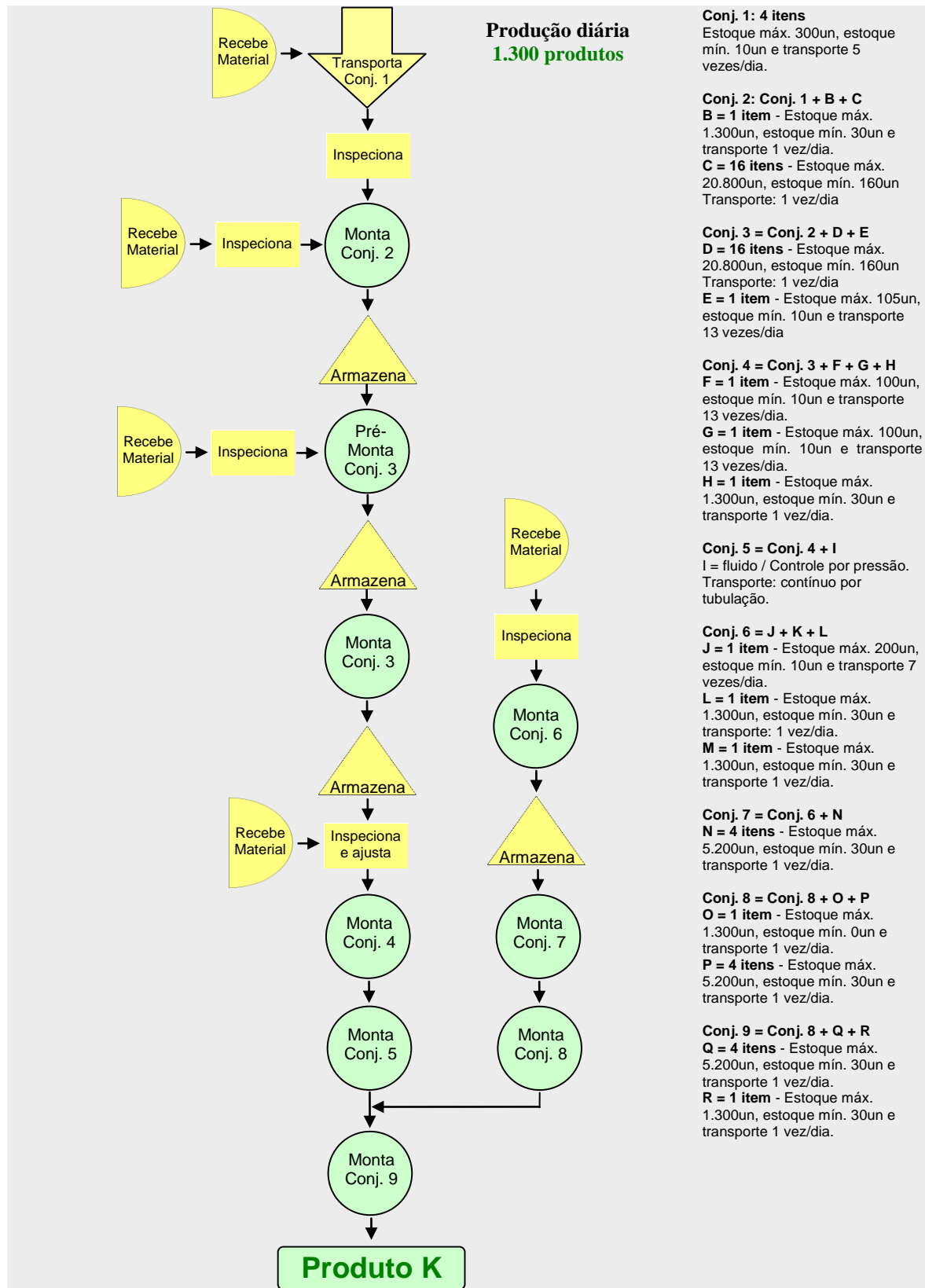


Figura 4.2 – Diagrama de processo do Produto K da linha de montagem. (Fonte: autor deste trabalho).

4.1.6.2. Análise de Pareto

Slack et al (2002) apresentam a proposição de Juran, realizada na década de 60, referente à análise de Pareto como forma de “*separar os poucos elementos vitais*”. O objetivo é classificar em ordem decrescente os problemas que produzem os maiores efeitos e atacar esses problemas. Dessa forma, a capacidade de solução disponível será direcionada exatamente onde os resultados sejam maximizados.

Segundo Pande et al (2004), o Pareto não funcionará com edições do tipo peso e temperatura, ou seja, dados contínuos. Para os autores, a análise se baseia na “Regra 80/20”, ou seja, a idéia de que 80% dos custos ou aborrecimentos em uma organização são gerados por apenas 20% dos problemas. Os autores ainda exemplificam, na figura 4.3, dois tipos de Pareto que são usados na análise de dados da Empresa AutoRec. No Pareto de “*nível 1*” temos a análise de defeitos de entrega por tipo, onde a incompatibilidade de hardware apresenta-se com maior número de defeitos. O Pareto de “*nível 2*” foi gerado a partir de dados oriundos do item de maior significância do Pareto de “*nível 1*”, e teve como maiores geradores de incompatibilidade de *hardware*, problemas com conectores e adaptadores.

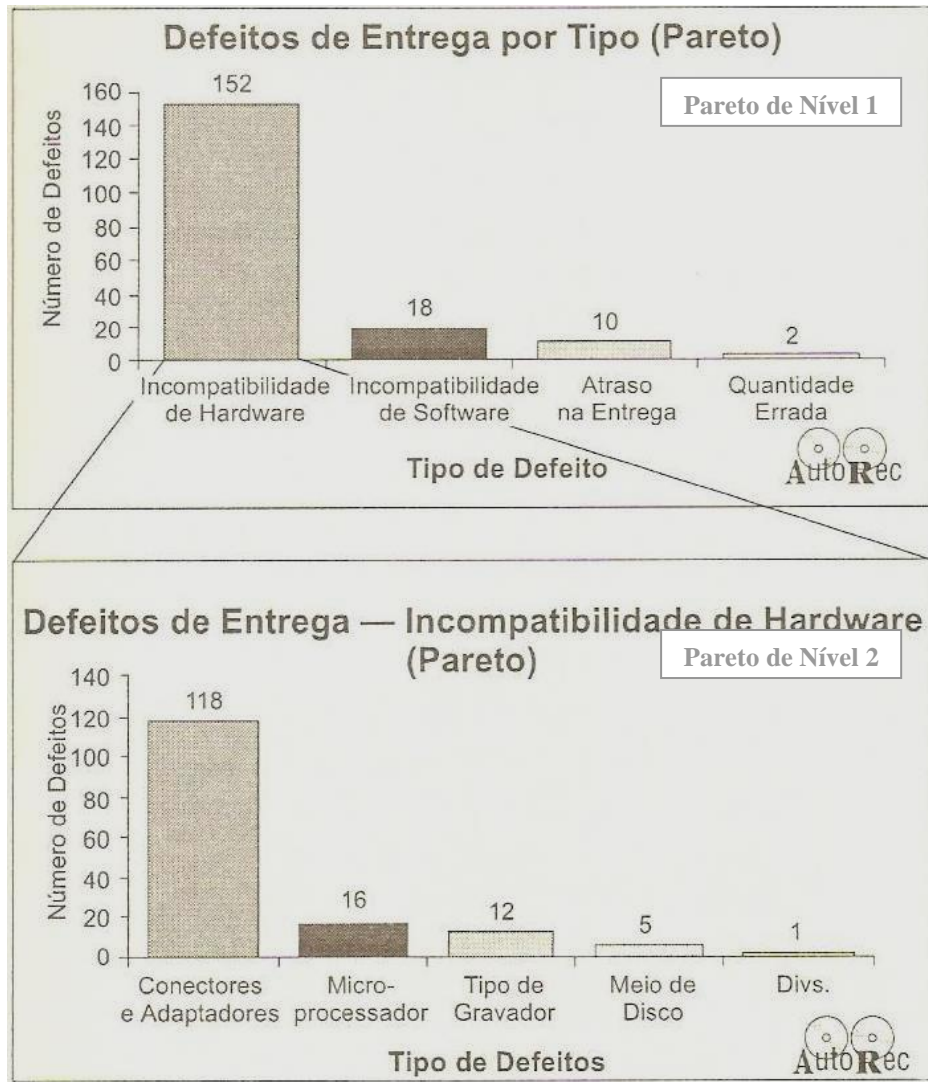


Figura 4.3 – Diagramas de Pareto de nível 1 e nível 2 da AutoRec. (Fonte: figura adaptada de PANDE et al, 2004).

Pontos positivos:

Possibilidade de se eliminar mais rápido os problemas, atuando com foco e energia voltados para as causas de maior significância. A proposta da utilização do diagrama de Pareto sugerida por J. M. Juran, na década de 60, foi descrita por Corrêa e Corrêa (2006) como sendo a classificação em ordem decrescente dos problemas que produzem os maiores efeitos e trabalhar nestes problemas.

Pontos a serem melhorados:

Causas especiais e o período de análise devem ser analisados antes da geração dos diagramas de Pareto. Algumas soluções já podem ter sido obtidas, mas o período de coleta de dados engloba valores antes da solução do problema, causando valores de análise não condizentes com a realidade. Na figura 4.4 é mostrado um diagrama de Pareto para a análise de paradas de máquinas por linha de montagem de rodas da empresa do presente estudo, ocorridas no período de janeiro a março de 2007. Analisando apenas o gráfico de Pareto deste figura poderíamos tender, caso tivéssemos apenas estes dados, a ter a Linha 6 como a mais significativa em relação a problemas de paradas de máquina, e unir os recursos disponíveis para a solução de seus problemas. Mas dispondo dos dados da tabela 4.1, do mesmo período de análise dos dados do gráfico de Pareto da figura 4.4, podemos perceber que 80% das paradas de máquina da Linha 6 ocorreram no mês de janeiro. A linha 6 era uma linha recém instalada, e neste mês estavam acontecendo testes de máquina após sua implantação. Várias das paradas aconteciam devido à necessidade de ajustes após fabricação e início de trabalho dos equipamentos no processo. Ainda no mês de janeiro de 2007 o problema de ajuste inicial dos equipamentos da linha 6 foi solucionado, fazendo com que nos meses de fevereiro e março do mesmo ano os valores de paradas de máquina reduzissem consideravelmente. Portanto, ao utilizar apenas o Pareto da figura 4.4 para definir os pontos chaves a trabalhar a fim de mitigar os problemas de paradas de máquinas, propiciaria perda de tempo e de recursos para solucionar os problemas que já estavam solucionados.

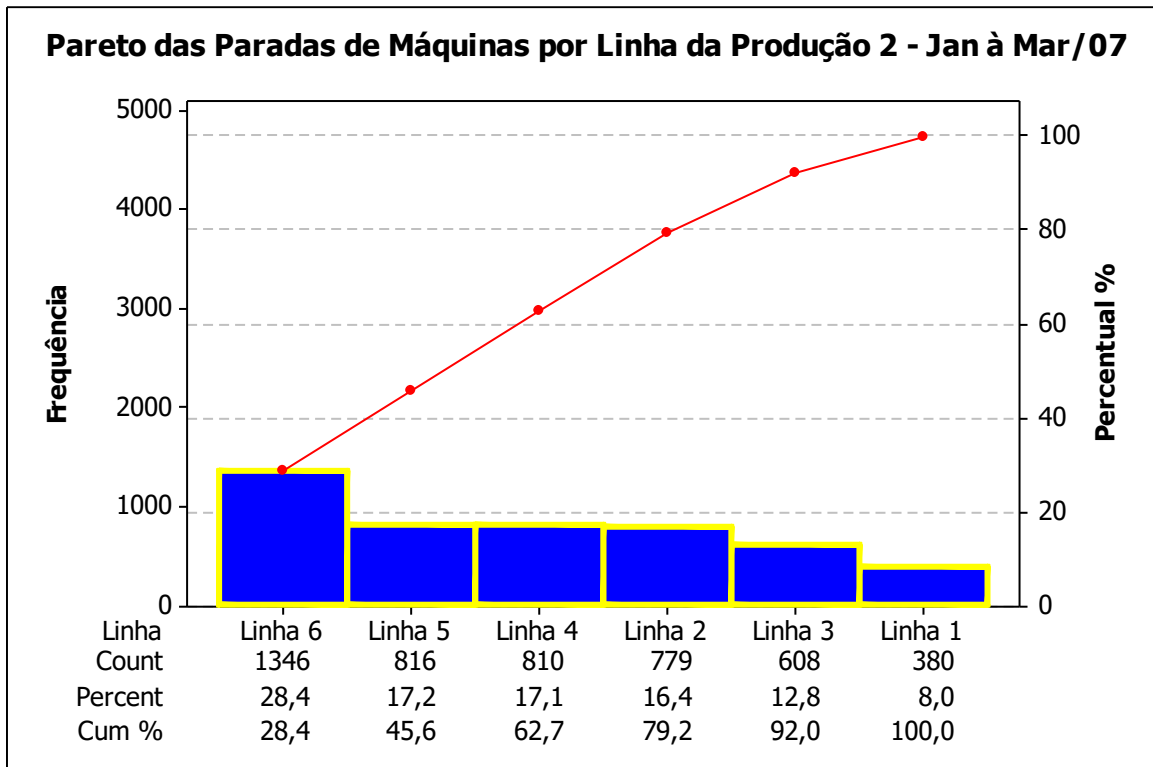


Figura 4.4 – Diagrama de Pareto das paradas de máquina por linha da Produção 2. (Fonte: autor deste trabalho).

Linha	Jan/07	Fev/07	Mar/07	Total
Linha 1	240	35	105	380
Linha 2	180	439	160	779
Linha 3	270	255	83	608
Linha 4	170	370	270	810
Linha 5	256	102	458	816
Linha 6	1.078	132	136	1.346
Total	2.194	1.333	1.212	4.739

Tabela 4.1 – Paradas de máquina ocorridas nas Linhas de 1 a 6 da Produção 2, nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2007. (Fonte: autor deste trabalho).

Sugestão proposta:

Procurar identificar dentre os dados coletados para a geração do gráfico de Pareto possíveis causas especiais, e excluí-las ou analisá-las com outras ferramentas estatísticas. Sempre que possível, realizar um Pareto de nível 2, a fim de obter as causas que compõe os problemas mais significativos. Como causas especiais podemos citar:

- dados de períodos de implantação de um novo equipamento sendo analisados juntamente com as informações de períodos deste equipamento em funcionamento estável;
- diferentes máquinas com os mesmos tipos de problemas, mas com períodos de funcionamento distintos;
- análise de determinado defeito, em particular tipo de equipamento, sendo que há operador aprendiz e operador experiente operando o mesmo tipo de máquina.

4.1.6.3. Diagramas de Causa e Efeito

Segundo Corrêa e Corrêa (2006), os diagramas de causa e efeito, ou diagramas de Ishikawa, apóiam o processo de identificação das possíveis causas-raízes de um problema. Estes são normalmente utilizados após uma análise de Pareto. Os problemas classificados como mais importantes na análise de Pareto serão objetos de análise através de diagramas de causa e efeito ou diagramas de espinha de peixe, como também são denominados, devido a sua forma. Normalmente, a construção deste gráfico é feita por um grupo de pessoas, partindo da descrição do problema e colocando-se ramificações indicativas nas áreas gerais onde poderiam estar às causas-raízes do problema. Na manufatura de serviços usam-se, por exemplo, os 6M (máquina, material, mão-de-obra, método, meio de medida e meio ambiente). A figura 4.5 mostra um exemplo de diagrama de causa e efeito para o problema de pintura danificada.

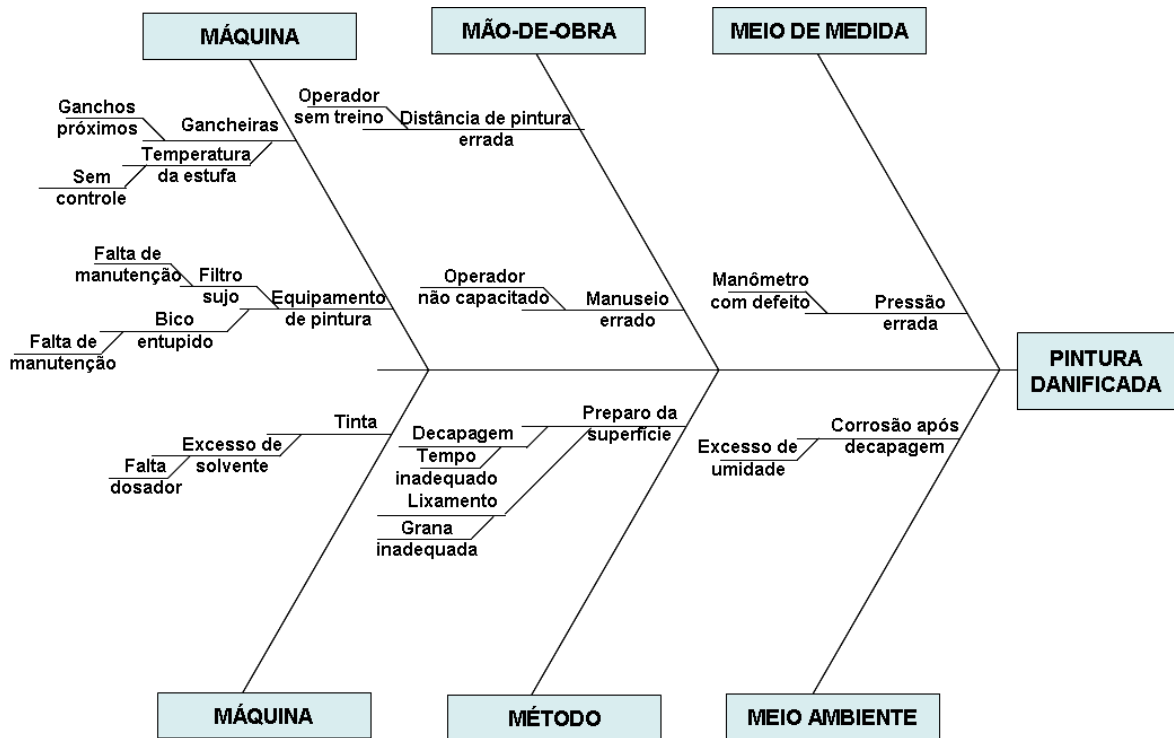


Figura 4.5 – Diagrama de Causa e Efeito para o problema de pintura danificada. (Fonte: figura adaptada de CORRÊA e CORRÊA, 2006).

Pontos positivos:

Tais diagramas ajudam a pesquisar as causas raízes de um determinado problema, elaborando questões como o que, onde, como e por que, mas desta vez acrescentando algumas respostas possíveis de forma explícita (SLACK et al, 2002). Promove a troca mútua de experiências sobre o processo, devido trabalhar em grupo para a determinação das possíveis causas raízes.

Pontos a serem melhorados:

Grande parte destes diagramas, na atualidade, estão sendo utilizados apenas para distribuir as possíveis causas nas suas respectivas classes, tais como o diagrama 6M. Pode-se

implantar uma tabela de análise de causa e efeito, a qual facilita a identificação das causas mais relevantes.

Sugestão proposta:

A fim de evitar que os diagramas de causa e efeito sejam criados sem a devida realização anterior de um Pareto, e sem a definição de suas possíveis causas por equipes, propõe-se utilizar uma metodologia constituída da geração de uma matriz, denominada de “*Matriz de Causa e Efeito Base 6M*”, para auxiliar na determinação das causas raízes dos problemas.

A “*Matriz de Causa e Efeito Base 6M*” (C&E 6M) é oriunda de um diagrama de Pareto, tal qual o diagrama de Ishikawa. Este Pareto pode ser de nível 1 ou nível 2. Na figura 4.6 temos um Pareto de nível 1, para as paradas de máquinas ocorridas nas linhas A e B da Produção 2 da empresa deste estudo. A partir deste gráfico, optou-se por analisar as máquinas reguladoras, que representavam cerca de 48,9% das paradas de máquinas ocorridas nas linhas A e B. Foi realizada a análise de Pareto para a estratificação dos problemas que geraram as paradas de máquina das máquinas reguladoras.

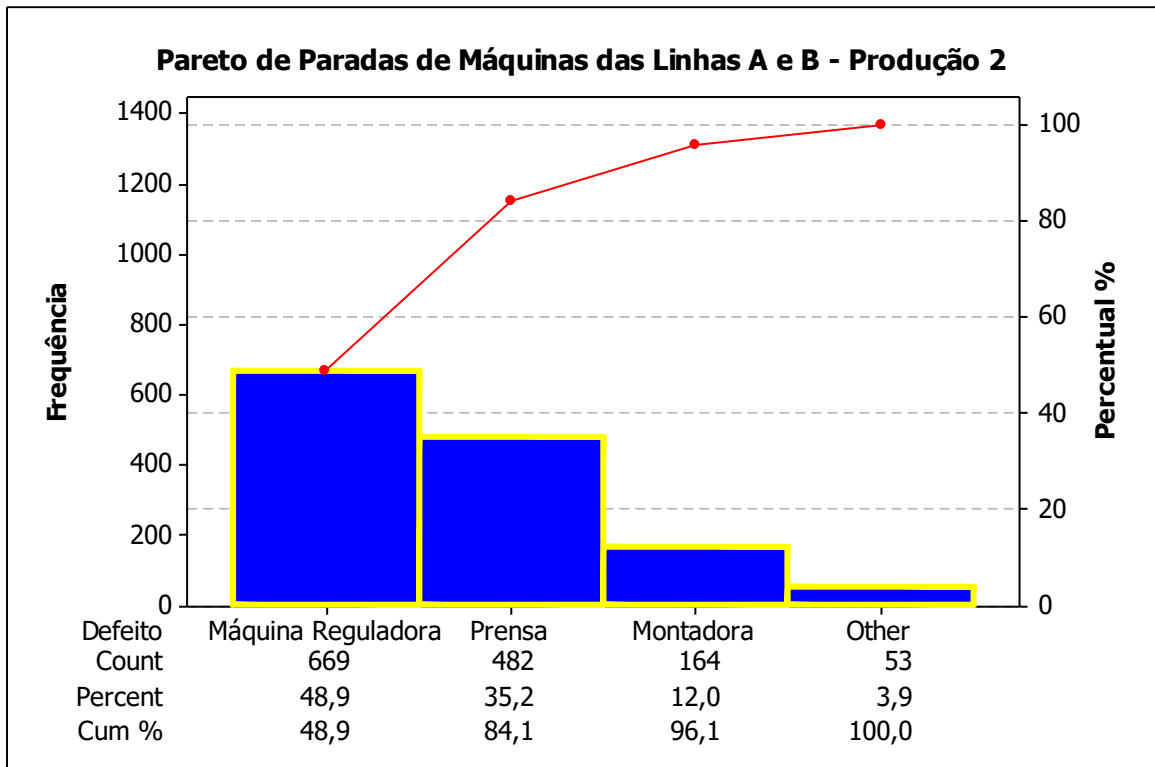


Figura 4.6 – Diagrama de Pareto das paradas de máquinas das linhas A e B da Produção 2. (Fonte: autor deste trabalho).

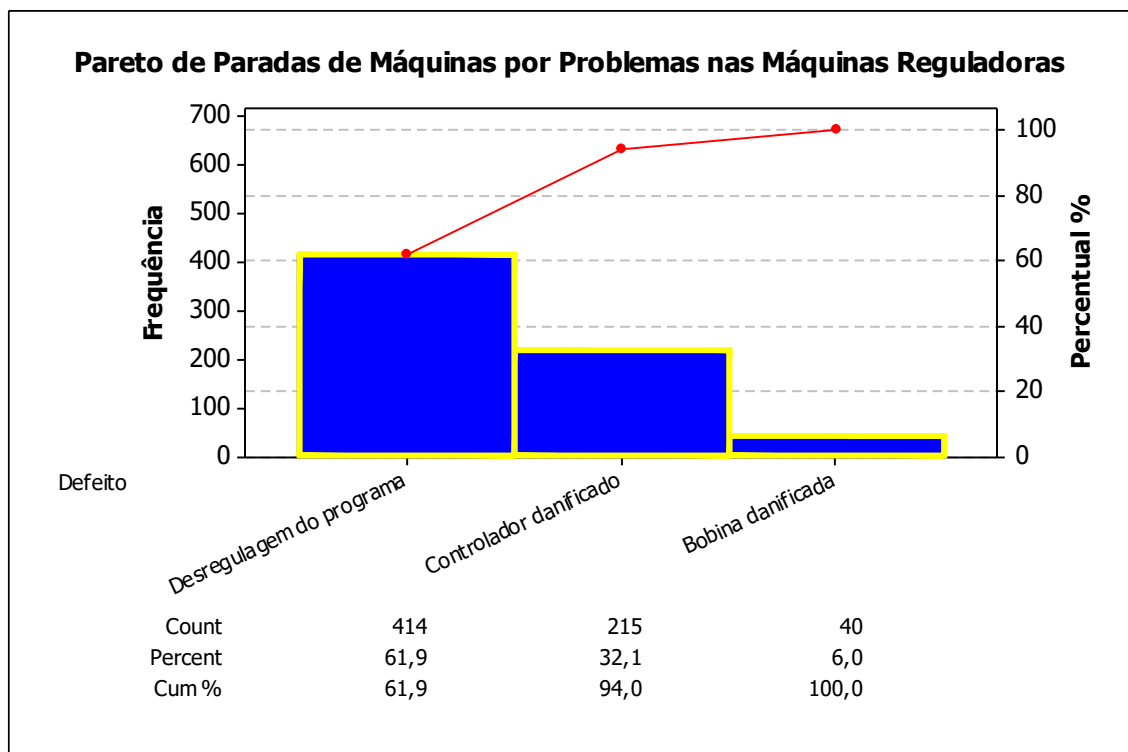


Figura 4.7 – Diagrama de Pareto das paradas de máquinas por problemas das máquinas reguladoras. (Fonte: autor deste trabalho).

Partindo dos problemas de *desregulagem do programa* e do *controlador danificado* do Pareto de nível 2, descrito na figura 4.7, correspondentes a 61,9% e 32,1 % dos problemas totais das máquinas reguladoras, foi iniciado o preenchimento da Matriz C&E 6M, disposta no quadro 4.1. As entradas são as possíveis causas dos problemas e estão associadas a cada item correspondente dos 6M, enquanto que as saídas são os efeitos. Analisando as entradas em relação às saídas, tomando como base uma pontuação gerada a partir da influência entre suas relações, temos um valor numérico como resultado. As relações podem ser pontuadas da seguinte forma:

- sem nenhuma influência com valor igual a zero;
- ligeira influência com valor igual a 30;
- baixa influência com valor igual a 60;
- alta influência com valor igual a 90.

Para o cálculo da pontuação, para cada linha, multiplica-se a pontuação da relação entre as possíveis causas (entradas) e os efeitos (saídas) e o percentual do Pareto de nível 2 das saídas, somam-se estes valores e os coloca na área de pontuação da mesma linha. Esta soma está representada na coluna das paradas das máquinas de regular. Como exemplo podemos citar o manuseio inadequado do item do 6M mão-de-obra, que possui uma baixa influência em relação à desregulagem do programa da máquina de regular. A pontuação desta relação é 60, conforme descrita na intersecção entre a entrada *manuseio inadequado* e a saída *desregulagem do programa* do quadro 4.1. O mesmo manuseio inadequado, em relação ao problema de controlador danificado, apresenta ligeira influência, tendo como pontuação o

valor 30. A soma da multiplicação das relações pelos percentuais dos problemas nas saídas é o resultado da pontuação para as paradas de máquinas de regular.

PERCENTUAL DO PARETO DE NÍVEL 2		61,90%	32,10%	PARADAS DA MÁQ. DE REGULAR
6 M's	ENTRADAS	SAÍDAS	DESREGULAGEM DO PROGRAMA	
MATERIAL	SUGEIRA NA PISTA INTERNA DO ROLAMENTO	30	0	19
MÃO-DE-OBRA	MANUSEIO INADEQUADO	60	30	47
MEDIDA	RECALIBRAÇÃO	0	30	10
MÁQUINA	DISPOSITIVO INADEQUADO	90	30	65
MÁQUINA	FALTA DE PROTEÇÃO ELETRÔNICA	90	90	85
MÁQUINA	DESGASTE DO CILINDRO	60	30	47
MÁQUINA	VIBRAÇÃO	90	0	56
MÉTODO	ARRUMAÇÃO	90	30	65
MEIO AMBIENTE	ÁREA CONFINADA	30	0	19

ANÁLISE	
NENHUMA INFLUÊNCIA	0
LIGEIRA INFLUÊNCIA	30
BAIXA INFLUÊNCIA	60
ALTA INFLUÊNCIA	90

Quadro 4.1 – Matriz de Causa e Efeito Base 6M para os problemas de desregulagem do programa e controlador danificado. (Fonte: Autor deste trabalho).

Após o cálculo da pontuação acumulada pela soma da multiplicação das entradas pelos percentuais das saídas, gera-se um quadro contendo os percentuais da pontuação acumulada em ordem decrescente e os valores destes percentuais acumulados. Também se classifica as entradas como controláveis (C) e não controláveis (NC). As entradas controladas são aquelas em que a equipe dispõe de itens, tais como conhecimentos específicos, recursos financeiros, tempo e tecnologias necessários para a realização das melhorias. As entradas classificadas como não controláveis são aquelas na qual a equipe não dispõe de itens necessários para a realização da melhoria. Com base na classificação do percentual acumulado, tal como ilustrado no quadro 4.2, selecionando os itens que estão entre 0 e 80% e sendo do tipo controláveis, serão considerados como causas relevantes para os efeitos dos

diagramas de causa e efeito. As entradas que estiverem entre os 80% de percentual acumulado e forem do tipo controláveis estarão como entradas críticas do diagrama de causa e efeito, tal como ilustrado na figura 4.8, e irão ser objetos de estudos em fases seguintes de análise.

PERCENTUAL DO PARETO DE NÍVEL 2		61,9%	32,1%	PARADAS DA BALANCEADORA (PONTUAÇÃO)	PERCENTUAL	PERCENTUAL ACUMULADO	TIPO
6 M's	ENTRADAS	DESREGULAGEM DO PROGRAMA	CONTROLADOR DANIFICADO				
MÁQUINA	FALTA DE PROTEÇÃO ELETRÔNICA	90	90	85	21%	21%	C
MÁQUINA	DISPOSITIVO INADEQUADO	90	30	65	16%	36%	C
MÉTODO	ARRUMAÇÃO	90	30	65	16%	52%	C
MÁQUINA	VIBRAÇÃO	90	0	56	14%	66%	C
MÃO-DE-OBRA	MANUSEIO INADEQUADO	60	30	47	11%	77%	C
MÁQUINA	DESGASTE DO CILINDRO	60	30	47	11%	89%	NC
MATERIAL	SUGEIRA NA PISTA INTERNA DO ROLAMENTO	30	0	19	5%	93%	C
MEIO AMBIENTE	ÁREA CONFINADA	30	0	19	5%	98%	C
MEDIDA	RECALIBRAÇÃO	0	30	10	2%	100%	C

Quadro 4.2 – Matriz de Causa e Efeito Base 6M para os problemas de desregulagem do programa e controlador danificado. (Fonte: autor deste trabalho).

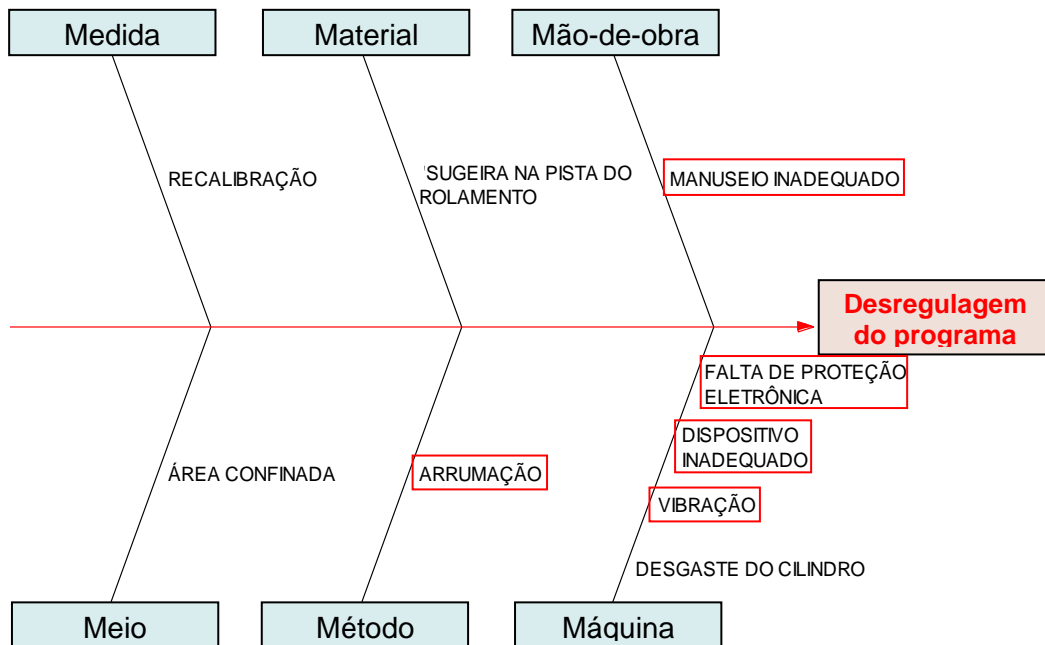


Figura 4.8 – Diagrama de Causa e Efeito das paradas de máquina ocorridas nas máquinas de regular por desregulagem do programa. (Fonte: autor deste trabalho).

4.1.6.4. Diagramas de Correlação

Os diagramas de correlação são utilizados para explorar as possíveis relações entre os problemas e o tempo (correlação temporal) ou entre os problemas e suas possíveis causas (correlação causal) (CORRÊA e CORRÊA, 2006). Pande et al (2004) afirmam que uma forte correlação pode ser um indicador bastante forte de que uma hipótese seja válida, desde que se aplique bom senso ao tirar as conclusões. Os autores ainda demonstram vários tipos de correlações que podem ser encontradas, sendo elas:

- Correlação positiva. É o relacionamento no qual um aumento em um fator acompanha um aumento no outro fator.
- Correlação negativa. Um aumento ou decréscimo em um fator equipara-se ao efeito oposto no outro.
- Correlação curvilínea. Versão de Diagrama de Dispersão de que “tudo que sobe tem que descer”. Para alguns fatores, uma correlação, positiva ou negativa, poderá existir até certo ponto, atingindo um ápice aonde, a partir daí, efetivamente se transforma no oposto.

Quando não houver qualquer correlação, os pontos estarão literalmente espalhados por todo o gráfico de dispersão como uma nuvem – o que significa que uma mudança no fator nada tinha a ver com uma mudança no outro (PANDE et al, 2004).

Pontos positivos:

Permite a identificação rápida e simples da conexão ou não entre dois conjuntos de dados: por exemplo, o momento em que se sai para o trabalho toda manhã e quanto tempo leva o trajeto (SLACK et al, 2002). Corrêa e Corrêa (2006) demonstram o objetivo do uso dos diagramas como ferramentas, que é utilizar racionalmente os dados, muitas vezes existentes, e transformá-los em informações úteis ao direcionamento das análises de problemas, pelo pessoal da linha de frente. A análise é imprescindível para a identificação de possíveis itens influentes nas causas raízes. Estando em posse das informações sobre as correlações existentes entre as variáveis analisadas, define-se a estratégia de atuação, a fim de atingir os objetivos do estudo.

Pontos a serem melhorados:

Na análise de correlação pode haver problemas relativos aos tipos de entradas de dados na análise, muitas vezes desconhecidos ou desprezados. Propõe-se, então, definir um estudo prévio das variáveis que estão sendo analisadas, utilizando a melhor forma de análise de correlação em função destas variáveis e expondo resultados da análise mais próximos da realidade. Para tal, serão expostos os tipos de variáveis e a forma de análise de correlação para cada par de variáveis analisadas.

Frequentemente procura-se analisar o comportamento conjunto de duas ou mais variáveis aleatórias. Os dados aparecem na forma de matriz, usualmente com as colunas indicando variáveis e as linhas os indivíduos. Quando consideramos duas variáveis (ou dois conjunto de dados), podemos ter três situações (BUSSAB E MORETTIN, 2004), sendo:

- a) as duas variáveis são qualitativas;
- b) as duas variáveis são quantitativas;
- c) uma variável é qualitativa e a outra quantitativa.

As técnicas de análise dos dados, nestas três situações, são diferentes. Quando as variáveis são qualitativas, os dados são resumidos em tabelas de dupla entrada (ou de contingência), onde aparecerão as frequências absolutas ou contagem de indivíduos que pertencem simultaneamente às categorias de uma e outra variável. Quando as duas variáveis são quantitativas, as observações são provenientes de mensurações, e técnicas como gráficos de dispersão ou de quantis são apropriadas. Quando temos uma variável qualitativa e outra quantitativa, em geral analisamos o que acontece com a variável quantitativa quando os dados são categorizados de acordo com os diversos atributos da variável qualitativa. Mas podemos ter também o caso de duas variáveis quantitativas agrupadas em classes. Por exemplo, podemos querer analisar a associação entre renda e consumo de certo número de famílias e, para isso, agrupamos as famílias em classes de rendas e classes de consumo. Desse modo, recaímos novamente numa tabela de dupla entrada (BUSSAB E MORETTIN, 2004).

Para variáveis quantitativas, a fim de se verificar de forma simples a correlação entre duas variáveis, Bussab e Morettin (2004) propõem realizar a geração de gráficos de dispersão. A nuvem de dispersão poderá dar uma idéia da relação das variáveis, devido à forma em que os pontos estão situados no gráfico. Na figura 4.9 temos exemplos de três tipos de associações entre duas variáveis, sendo em (a) uma associação linear direta (ou positiva), em (b) uma associação linear inversa (ou negativa), e em (c) não há associação linear.

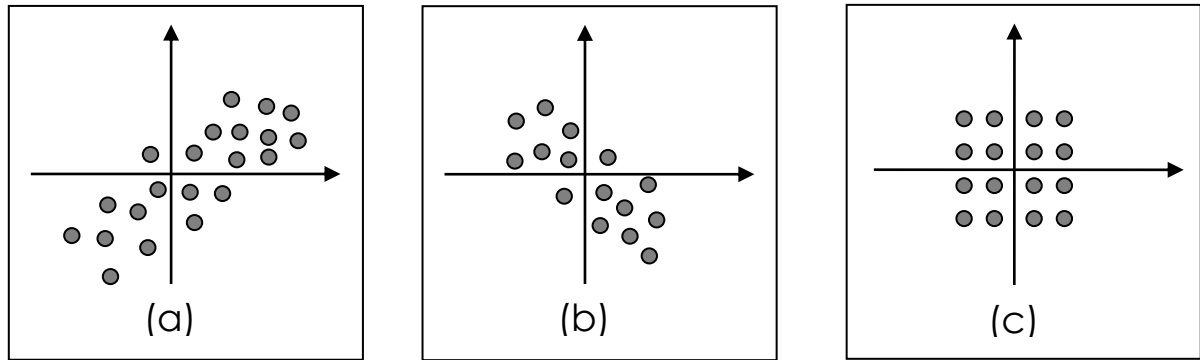


Figura 4.9 – Tipos de associações entre duas variáveis. (Fonte: BUSSAB E MORETTIN, 2004).

Apesar de a abordagem ser sofisticada, esse tipo de análise somente identifica a existência de um relacionamento, não necessariamente a existência de uma relação de causa e efeito. Em alguns casos são necessários outros testes estatísticos mais sofisticados para se provar a relação de causa e efeito. É de suma importância que o analista esteja apto para tal cargo, a fim de que este não retire conclusões errôneas das análises.

Sugestão proposta:

Para a avaliação de variáveis aleatórias quantitativas, propõe-se a realização de gráficos de dispersão, a fim de se obter uma visualização prévia da associação entre as variáveis. Para se confirmar a correlação propõe-se, após a realização do gráfico de dispersão, a realização da análise do coeficiente de correlação.

A tabela 4.2 mostra os dados de quantidade de paradas de máquina e tempos de paradas para das linhas de 1 a 6, da empresa estudada. A figura 4.10 apresenta o gráfico de dispersão para estas variáveis. Analisando o diagrama de dispersão das variáveis “Quantidade de paradas” e “Tempo parado”, percebe-se que pode haver uma correlação positiva, mas somente com o gráfico de dispersão não dá para afirmar tal ocorrência. Sendo assim, necessita-se do cálculo do coeficiente de correlação.

Bussab e Morettin (2004) apresentam a equação 4.1 para o cálculo da correlação entre duas variáveis aleatórias quantitativas. Seguindo a metodologia destes autores, foi gerada a tabela 4.3 com os dados calculados a partir das variáveis da tabela 4.2, que serviram de base para a coleta de dados a ser utilizada na equação 4.1.

Linha	Quantidade de Paradas	Tempo Parado (minutos)
Linha 1	7	105
Linha 2	8	205
Linha 3	5	138
Linha 4	8	270
Linha 5	13	458
Linha 6	7	136

Tabela 4.2 – Quantidade de paradas e tempo parado das linhas de 1 a 6 da Produção 2, ocorridas em março de 2007. (Fonte: autor deste trabalho).

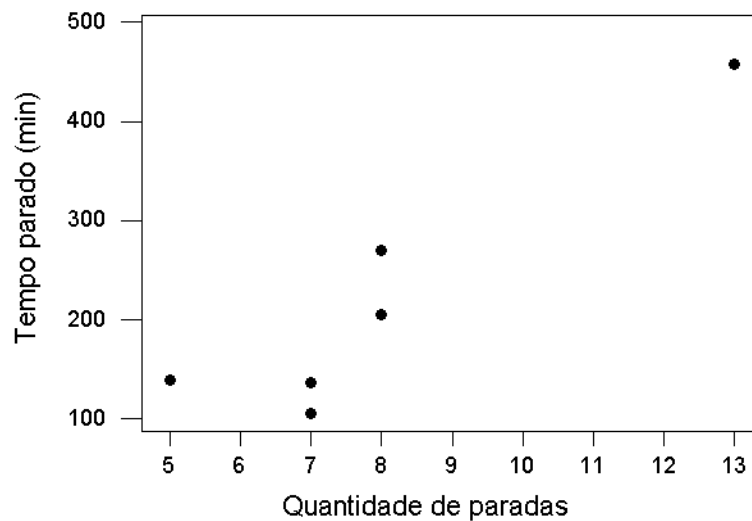


Figura 4.10 – Diagrama de dispersão para as variáveis *quantidade de paradas* e *tempo parado* da linhas de 1 a 6, ocorridas no mês de março de 2007. (Fonte: autor deste trabalho).

Equação da correlação: Dados n pares de valores $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$, denominamos de coeficiente de correlação entre duas variáveis X e Y a

$$\text{corr}(X, Y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - \bar{x}}{dp(X)} \right) \left(\frac{y_i - \bar{y}}{dp(Y)} \right) \quad (4.1)$$

onde,

n = número de pares de valores;

x_i = valores das observações da variável X ;

y_i = valores das observações da variável Y ;

\bar{x} = média de X ;

\bar{y} = média de Y ;

$dp(X)$ = desvio padrão de X ;

$dp(Y)$ = desvio padrão de Y ;

$\text{corr}(X, Y)$ = coeficiente de correlação entre as variáveis quantitativas X e Y .

LINHA	QUANTIDADE DE PARADAS (x)	TEMPO PARADO(y) (min)	$x - \bar{x}$	$y - \bar{y}$	$(x - \bar{x})/dp(x) = Z_x$	$(y - \bar{y})/dp(y) = Z_y$	$Z_x \cdot Z_y$
1	7	105	-1	-114	-0,37	-0,87	0,32
2	8	205	0	-14	0,00	-0,11	0,00
3	5	138	-3	-81	-1,12	-0,62	0,69
4	8	270	0	51	0,00	0,39	0,00
5	13	458	5	239	1,86	1,82	3,39
6	7	136	-1	-83	-0,37	-0,63	0,24
Total	48	1312	0	-2			5

$\bar{x} = 8$ paradas $dp(x) = 2,6833$

$\bar{y} = 219$ min $dp(y) = 131,43$

Tabela 4.3 – Dados necessários para o cálculo do coeficiente de correlação das variáveis X e Y , sendo respectivamente, quantidade de paradas e tempo parado. (Fonte: autor deste trabalho).

Bussab e Morettin (2004) relatam a necessidade de quantificação da associação entre as variáveis quantitativas. Os autores apresentam o tipo de relação simples, que é a linear. Estes ainda definem o coeficiente de correlação da equação 4.1 como sendo uma medida que avalia o quanto a nuvem de pontos no gráfico de dispersão aproxima-se de uma reta. Esta é definida de modo a variar num intervalo finito, especificamente, de -1 a +1.

Valores de correlações de variáveis quantitativas próximos de -1 e +1 são característicos de associações que apresentam correlação.

De posse dos dados da tabela 4.3, foi possível calcular o coeficiente de correlação. O resultado aproximado, obtido para o coeficiente, foi de 0,833. É possível afirmar que existe uma correlação entre as variáveis quantidade de paradas de máquina e minutos parados, com base no coeficiente de correlação próximo de 1. Esta relação é uma relação positiva.

Para confirmar tal afirmação, pode-se calcular o coeficiente de correlação através do *software* MINITAB. O mesmo fornece o valor do coeficiente de correlação de Pearson. Para os mesmos dados da tabela 4.2 obtivemos um coeficiente de Pearson de 0,97, conforme pode ser observado na figura 4.11. Um outro valor que pode ser analisado é o p-value, demonstrado na análise do coeficiente de correlação de Pearson através do MINITAB.

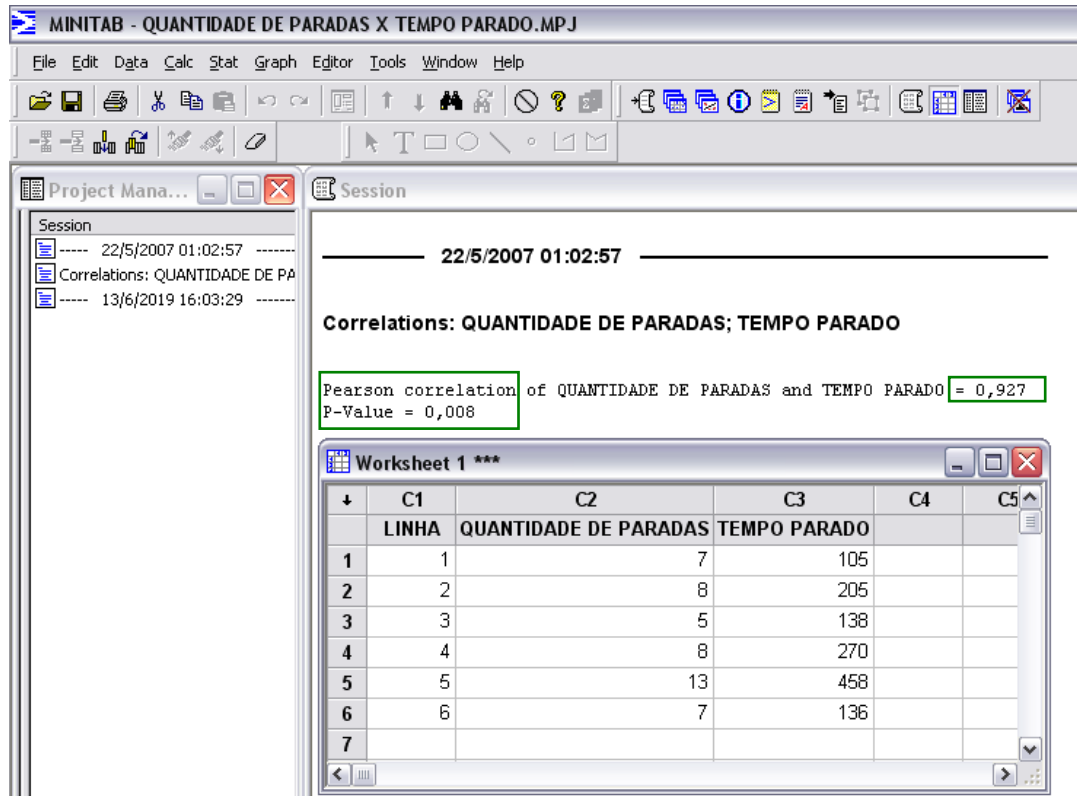


Figura 4.11 – Coeficiente de Pearson para a análise de correlação das variáveis quantidade de paradas de máquina e tempo parado. (Fonte: autor deste trabalho).

Para variáveis qualitativas, a quantificação do grau de associação também é realizada através dos coeficientes de associação ou correlação. Também nestas variáveis, esses coeficientes usualmente variam entre 0 e 1, e -1 e +1, e a proximidade de zero indica falta de associação (BUSSAB e MORETTIN, 2004). Os autores apresentam o coeficiente C , definido por Pearson, como uma medida de associação denominada de coeficiente de contingência, que se interpreta de forma análoga ao coeficiente de correlação. Contudo, o coeficiente C não varia entre 0 e 1. O valor máximo de C depende de r e s . Para evitar este inconveniente, os autores apresentaram o coeficiente T , que atinge o valor máximo igual a 1 se $r = s$. As equações 4.2 e 4.3 correspondem aos coeficientes C e T , respectivamente.

$$C = \sqrt{\frac{\chi^2}{\chi^2 + n}} \quad (4.2)$$

$$T = \sqrt{\frac{\chi^2/n}{(r-1)(s-1)}} \quad (4.3)$$

As equações 4.2 e 4.3 contêm o qui-quadrado de Pearson, que fornece uma medida do afastamento global das medidas. Para entender melhor os dados utilizados para o cálculo dos coeficientes C e T , utilizaremos a tabela 4.4, para a demonstração da notação para tabelas de contingência.

$\begin{matrix} Y \\ X \end{matrix}$	B_1	B_2	...	B_j	...	B_s	Total
A_1	n_{11}	n_{12}	...	n_{1j}	...	n_{1s}	$n_{1\cdot}$
A_2	n_{21}	n_{22}	...	n_{2j}	...	n_{2s}	$n_{2\cdot}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
A_i	n_{i1}	n_{i2}	...	n_{ij}	...	n_{is}	$n_{i\cdot}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
A_r	n_{r1}	n_{r2}	...	n_{rj}	...	n_{rs}	$n_{r\cdot}$
Total	$n_{\cdot 1}$	$n_{\cdot 2}$...	$n_{\cdot j}$...	$n_{\cdot s}$	$n_{\cdot \cdot}$

Tabela 4.4 - Notação para tabelas de contingência. (Fonte: Figura adaptada de BUSSAB e MORETTIN, 2004).

Suponha que duas variáveis qualitativas X e Y , classificadas em r categorias A_1, A_2, \dots, A_r para X e s categorias B_1, B_2, \dots, B_s , para Y . Na tabela 4.4 temos:

n_{ij} = número de elementos pertencentes a i -ésima categoria de X e j -ésima categoria de Y ;

$n_{i\cdot} = \sum_{j=1}^s n_{ij}$ = número de elementos da i -ésima categoria de X ;

$n_{\cdot j} = \sum_{i=1}^r n_{ij}$ = número de elementos da j -ésima categoria de Y ;

$$n_{..} = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s n_{ij} = \text{número total de elementos.}$$

Sob a hipótese de que as variáveis X e Y não sejam associadas (comumente dizemos independentes), temos que

$$\frac{n_{i1}}{n_{.1}} = \frac{n_{i2}}{n_{.2}} = \dots = \frac{n_{is}}{n_{.s}}, i = 1, 2, \dots, r \quad (4.4)$$

ou ainda,

$$\frac{n_{ij}}{n_{.j}} = \frac{n_{i.}}{n}, i = 1, \dots, r, j = 1, \dots, s \quad (4.5)$$

de onde se deduz, finalmente, que

$$n_{ij} = \frac{n_{i.} n_{.j}}{n}, i = 1, \dots, r, j = 1, \dots, s. \quad (4.6)$$

Portanto, sob a hipótese de independência, de (4.6) segue que, em termos de frequências relativas, podemos escrever $f_{ij} = f_i f_j$.

Denominando de frequências esperadas os valores dados pelos segundos membros de 4.6 e denotando-as por n^{*ij} , temos que o qui-quadrado de Pearson pode ser escrito

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s \frac{(n_{ij} - n^{*ij})^2}{n^{*ij}} \quad (4.7)$$

onde n_{ij} são os valores efetivamente observados. Se a hipótese de associação for verdadeira, o valor de χ^2 deve ser grande.

Podemos escrever a equação 4.7 em termos de frequências relativas, como

$$\chi^2 = n \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s \frac{(f_{ij} - f_{ij}^*)^2}{f_{ij}^*}, \quad (4.8)$$

para a qual as notações são similares.

Como exemplo, vamos analisar dados de absenteísmo ocorridos em junho de 2007, nas linhas 1, 2, 3, 4, 5 e 6. A tabela 4.5 possui dados de operadores faltantes e não faltantes das linhas do mês de junho de 2006. De posse dos dados da tabela 4.5, gerou-se a tabela 4.6, contendo os valores esperados de cada item, para posteriormente serem utilizados no cálculo do qui-quadrado (χ^2) da equação 4.7. Os desvios existentes entre os valores obtidos e esperados foram dispostos na tabela 4.7, juntamente com sua respectiva parcela de contribuição para o somatório do qui-quadrado, oriunda do cálculo da equação 4.7.

LINHA	ANÁLISE ABSENTEISMO X LINHAS		
	COM ABSENTEISMO	SEM ABSENTEISMO	TOTAL
I	6 (37,50%)	10 (62,50%)	16 (100%)
II	7 (36,84%)	12 (63,16%)	19 (100%)
III	5 (41,67%)	7 (58,33%)	12 (100%)
IV	9 (47,37%)	10 (52,63%)	19 (100%)
TOTAL	27 (40,91%)	39 (59,09%)	66 (100%)

Tabela 4.5 – Operadores com e sem absenteísmo por linha. (Fonte: autor deste trabalho).

LINHA	ANÁLISE DE ABSENTEISMO POR LINHA		
	COM ABSENTEISMO	SEM ABSENTEISMO	TOTAL
I	6,55 (40,91%)	9,45 (59,09%)	16 (100%)
II	7,77 (40,91%)	11,23 (59,09%)	19 (100%)
III	4,91 (40,91%)	7,09 (59,09%)	12 (100%)
IV	7,77 (40,91%)	11,23 (59,09%)	19 (100%)
TOTAL	27,00 (40,91%)	39,00 (59,09%)	66 (100%)

Tabela 4.6 – Valores esperados para o número de operadores com e sem absenteísmo por linha. (Fonte: autor deste trabalho).

LINHA	ANÁLISE DE ABSENTEISMO POR LINHA	
	COM ABSENTEISMO	SEM ABSENTEISMO
I	-0,546 (0,045)	0,546 (0,031)
II	-0,773 (0,077)	0,773 (0,053)
III	0,091(0,002)	-0,091 (0,001)
IV	1,227 (0,194)	-1,227 (0,134)

Tabela 4.7 – Desvios entre os valores observados e esperados. (Fonte: autor deste trabalho).

Realizando os cálculos para o qui-quadrado através da equação 4.7, obtemos o valor de 0,538. Este valor é muito baixo e indica não haver nenhuma correlação entre as variáveis, colaboradores com e sem absenteísmos, e linhas da empresa do presente estudo de caso para o mês de junho de 2006. A fim de confirmar tal resultado, iremos realizar o cálculo do valor T , para $n = 66$, $X^2 = 0,538$, $r = 4$, e $s = 2$. Calculando o valor T , através da equação 4.3, teremos como resultado o valor 0,052, que é muito próximo de 0, confirmando a não correlação entre as variáveis colaboradores com e sem absenteísmos e linhas da empresa em questão.

Esta análise também pode ser realizada através do software MINITAB, onde pode-se encontrar o valor qui-quadrado, conforme ilustrado na figura 4.12. O p-value também pode ser analisado quanto ao resultado da análise.

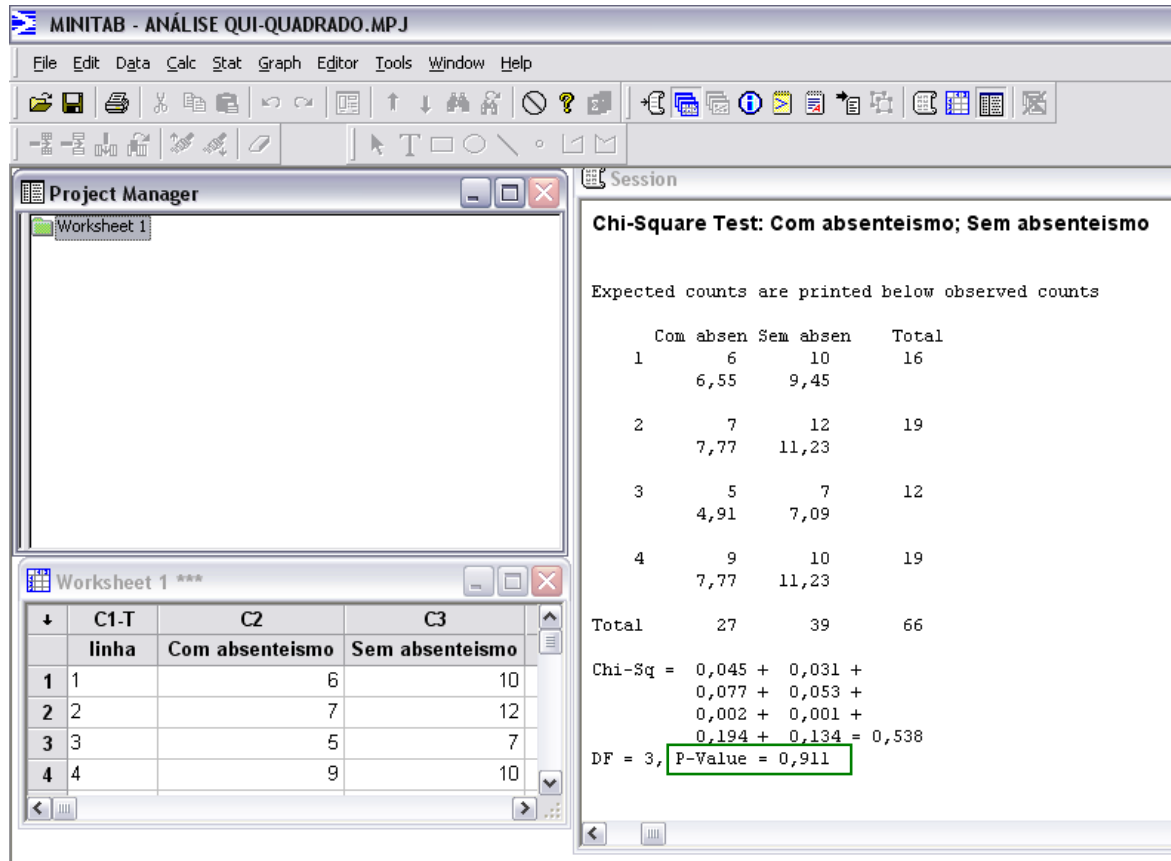


Figura 4.12 – Análise Qui-quadrado para as variáveis colaboradores com e sem absenteísmos por linhas da empresa do mês de junho de 2006. (Fonte: autor deste trabalho).

Para análises de associação entre variáveis qualitativas e quantitativas, segundo Bussab e Morettin (2004), é comum analisar o que acontece com a variável quantitativa dentro de cada categoria da variável qualitativa. Segundo estes autores, essa análise pode ser conduzida por meio de medidas-resumo, histogramas, *box plots* ou ramo-e-folhas. Estes itens serão mais bem discutidos na seção 4.1.5, relativa à ferramenta da qualidade Histograma.

4.1.6.5. Histogramas

Bussab e Morettin (2004) apresentam o histograma como sendo um gráfico de barras contíguas, com as bases proporcionais aos intervalos das classes e a área de cada retângulo proporcional à respectiva frequência (BUSSAB e MORETTIN, 2004). Segundo estes autores, podem ser utilizados em análises onde se quer perceber o que acontece com uma variável quantitativa dentro de cada categoria da variável qualitativa.

Segundo Corrêa e Corrêa (2006), o histograma é uma forma gráfica de apresentação dos dados obtidos em uma observação, de forma a simplificar a comparação de suas frequências de ocorrências.

A figura 4.13 mostra um exemplo de um histograma utilizado na análise da idade dos operadores de uma das linhas da empresa em estudo.

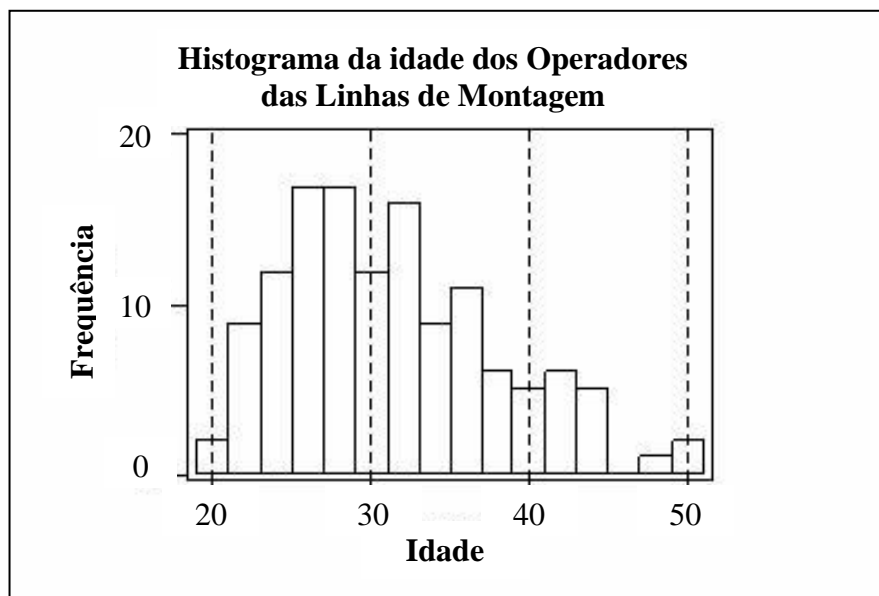


Figura 4.13 – Histograma da idade dos colaboradores das linhas de montagem. (Fonte: autor deste trabalho).

Pontos positivos:

Uma simples observação do histograma fornece uma idéia da distribuição dos eventos (CORRÊA e CORRÊA, 2006). Os histogramas possibilitam a visualização do alcance e a profundidade de variação em grupos de dados (PANDE et al, 2004).

Pontos a serem melhorados:

Os histogramas, por si só, indicam apenas a distribuição de um evento. É de fundamental importância o cuidado na acuracidade dos dados a serem utilizados na geração dos gráficos, e sempre que necessário, utilizar outras formas de análise para se chegar a uma conclusão da análise com maior segurança.

Sugestão proposta:

A fim de auxiliar na análise de distribuição de um evento, pode-se, além do histograma, utilizar a geração de gráficos tipo *box plots* e as tabelas de frequências, podendo exibir dados separados.

4.1.6.6. Cartas de controle de processos

O objetivo das cartas de controle é manter o controle de um processo através do acompanhamento do comportamento de uma ou várias medidas importantes resultantes deste processo. Geralmente, as cartas de controle possuem informações tais como: limites inferiores

e superiores de controle, limites inferiores e superiores de especificação, médias e dispersões (CORRÊA e CORRÊA, 2006).

Para os autores Pande et al (2004), controle significa a capacidade de manter um processo dentro de uma faixa de variação previsível, e seu objetivo consiste em manter o processo com um desempenho estável e consistentemente positivo. Para se saber se um processo está estatisticamente “sob controle” ou “fora de controle”, é preciso começar a medir o processo ao longo do tempo para então examinar as variações nos dados acumulados. As indicações sobre processo fora de controle podem guiar a empresa na procura de possíveis causadores de problemas. Algumas das indicações são:

- Pontos discrepantes – qualquer ponto fora dos limites de controle;
- Tendências – uma série de pontos em contínua ascensão ou queda;
- Deslocamentos – uma seqüência contínua de pontos acima ou abaixo da média;
- Ciclos ou periodicidade – Uma série de pontos alternadamente altos e baixos ou tendências de ascensão e queda formando “ondas”;
- Propensões – Situações em que os pontos traçados no mapeamento caem continuamente junto à linha média ou a qualquer dos limites de controle.

Galuch (2002) apresenta gráficos de controle para *atributos* e para *variáveis*, onde:

- Atributos: estudam o comportamento de números e proporções. Exigem somente uma classificação de medições descontínuas como boa ou má.

- Variáveis: referem-se a aspectos como peso, comprimento, densidade, concentração etc. Exigem medições em uma escala contínua.

Os gráficos de controle exibem três linhas paralelas ao eixo X, conforme ilustrada na figura 4.14, sendo elas:

- Linha Central: representa o valor médio da característica exigida;
- Linha Superior: representa o limite superior de controle (LSC);
- Linha Inferior: representa o limite inferior de controle (LIC).

Pontos positivos:

Através da análise do comportamento de uma determinada medida ao longo do tempo, pode-se concluir sobre a sua tendência, possibilitando uma possível tomada de decisões.

Os gráficos de controle analisam o comportamento do processo de fabricação, permitindo que se possa atuar no processo de forma preventiva efetuando ações corretivas no momento em que ocorrerem desvios e, assim, permitam manter o processo dentro de condições preestabelecidas. Os gráficos de controle também podem ter um papel importante na aceitação do produto, pois o controle estatístico verifica a estabilidade do processo e a homogeneidade do produto (GALUCH, 2002).

Pontos a serem melhorados:

Além das análises das indicações do controle estatístico do processo das cartas de controle apresentadas por Pande et al (2004), pode-se também analisar a capacidade do processo em atender os limites de especificação através das análises da capacidade do processo.

Segundo Summer (2000, apud GALUCH, 2002) a capacidade de um processo envolve a comparação entre os “Limites Naturais” do processo com os “Limites Especificados”. Baseado nesse conceito, um processo pode ser classificado, quanto à sua capacidade, em:

- Processo capaz: quando os resultados das medições encontram-se dentro dos limites das especificações do projeto, ou seja, estatisticamente não estão sendo produzidos produtos defeituosos.
- Processo não-capaz: quando os resultados das medições encontram-se fora dos limites das especificações do projeto, ou seja, estatisticamente existem indicações que estão sendo produzidos produtos defeituosos.

Para se medir o quanto o processo é capaz de atender às especificações, utiliza-se o que se denomina de índices de capacidade. São dois os índices de capacidade:

- a) Índice de Potencial do Processo (C_p);
- b) Índice de Desempenho do Processo (C_{pk}).

Para que o cálculo destes itens tenham significado estatístico, deve-se ter pelo menos 30 valores de controle e a distribuição deles deve tender à normal Summer (2000, apud GALUCH, 2002).

O índice de capacidade (C_p) se preocupa com a centralização do processo, isto é, com a média estimada do processo \bar{x} em relação aos limites de especificação. É calculado através da equação 4.9:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\hat{\sigma}} \quad (4.9)$$

onde:

- LSE = Limite Superior de Especificação;
- LIE = Limite Inferior de Especificação;
- $\hat{\sigma}$ = desvio-padrão da amostra do processo.

A figura 4.14 apresenta uma análise da carta de controle do processo de montagem do subconjunto A, fabricado na empresa estudada. Na figura 4.15 temos uma análise da capacidade do processo de montagem do produto A.

I and MR Chart for Desl. Radial

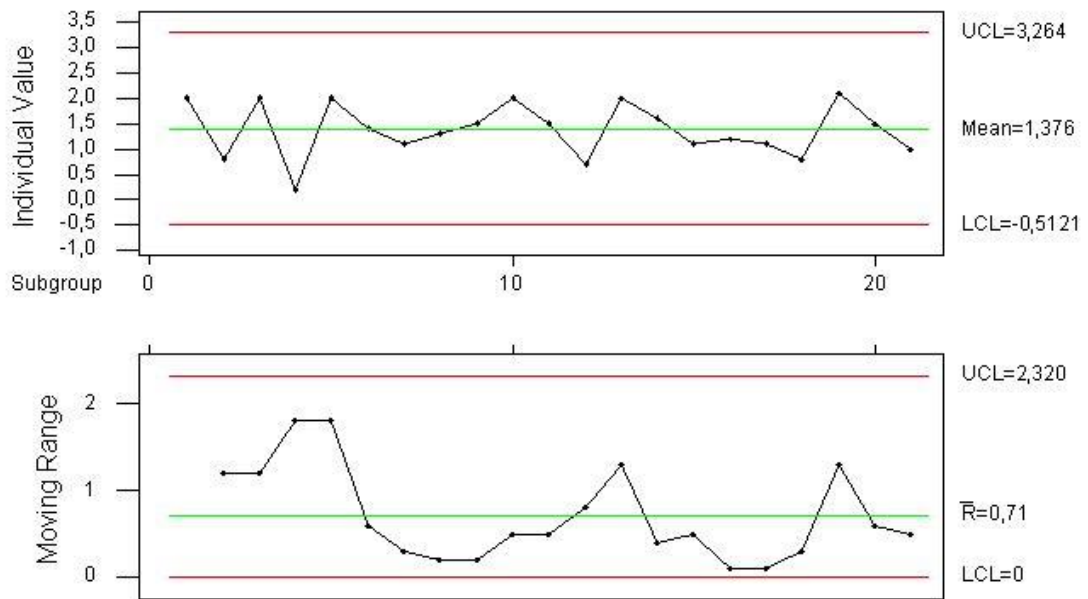


Figura 4.14 – Carta de controle do processo para a montagem do subconjunto A. (Fonte: autor deste trabalho).

Process Capability Analysis for Radial

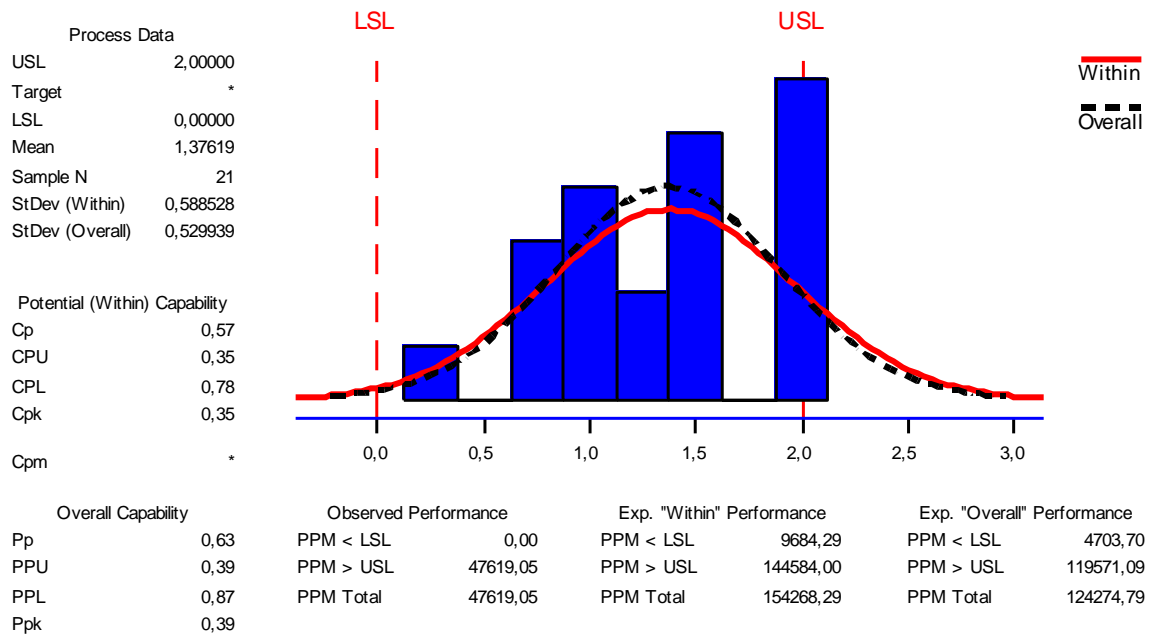


Figura 4.15 – Análise de C_{pk} da montagem do subconjunto A. (fonte: autor deste trabalho).

Sugestão proposta:

Realizar, em itens críticos para a qualidade, acompanhamentos de capacidade do processo, a fim de obter um controle mais detalhado do parâmetro de qualidade. Realizar avaliações de capacidade anteriormente às alterações do processo que possam influenciar em características de qualidade controladas pelo setor. Objetiva-se com isto, evitar que possíveis alterações no processo venham a causar problemas de qualidade que não sejam observados facilmente através de análises através de cartas de controle.

4.1.6.7. Folhas de Verificação

As folhas de verificação têm a função de garantir o ganho obtido pela aplicação das seis ferramentas da qualidade descritas anteriormente. Estas devem conter de forma simples, objetiva e clara, o procedimento correto a ser seguido e as verificações que deverão ser feitas no processo para evitar a ocorrência dos problemas (CORRÊA e CORRÊA, 2006).

Pontos positivos:

Garantir que o ganho obtido pela aplicação das seis ferramentas da qualidade, descritas anteriormente na seção 4.3.1 a 4.1.6, não seja perdido ou esquecido depois que os problemas, já resolvidos, deixem de ocupar as atenções da operação (CORRÊA e CORRÊA, 2006).

Pontos a serem melhorados:

Necessita-se de maior comprometimento no preenchimento dos dados, bem como análises dos mesmos, para que as folhas de controle atendam aos objetivos para os quais foram criadas.

Sugestão proposta:

Pode-se utilizar a realização de auditorias na verificação da continuidade da realização dos procedimentos do setor.

4.2. Ferramentas do JIT

As ferramentas a serem apresentadas e discutidas nas seções 4.2.1 a 4.2.10 são as ferramentas do JIT, apresentadas por Slack et al (2002) como constituintes de um conjunto de técnicas para a gestão da produção. Serão realizados estudos destas ferramentas, apresentando pontos positivos, pontos a serem melhorados e sugestões propostas para uma implantação destas ferramentas de forma simples e fácil, em linhas de montagem da empresa foco da pesquisa.

4.2.1. Práticas Básicas de Trabalho

Slack et al (2002) apresentam as práticas básicas de trabalho como formadoras da preparação básica para a organização e para seus funcionários, e como sendo fundamentais na

implementação do JIT. Segundo estes autores, são constituintes das práticas básicas de trabalho:

- disciplina (os padrões de trabalho são críticos para a segurança dos membros da empresa, do ambiente e da qualidade do produto);
- flexibilidade (as barreiras à flexibilidade, como as estruturas organizacionais devem ser removidas);
- igualdade (políticas de recursos humanos injustas e separatistas devem ser descartadas);
- autonomia (deve-se delegar cada vez mais a responsabilidade às pessoas envolvidas no negócio);
- desenvolvimento de pessoal (ao longo do tempo, o objetivo é criar mais membros da empresa que possam suportar os rigores de ser competitivo);
- qualidade de vida no trabalho (envolvimento no processo de decisão, segurança de emprego, diversão e instalações da área de trabalho);
- criatividade (deve-se não só fazer o seu trabalho com sucesso, mas também aprimorá-lo para a próxima vez que for feito).

Pontos positivos:

As práticas básicas de trabalho ajudam a criar um ambiente que seja favorável à implantação do JIT, trabalhando principalmente na mudança de cultura da organização como um todo.

Pontos a serem melhorados:

Na prática é muito difícil atingir todas as “práticas básicas de trabalho”, ao mesmo tempo. É melhor considerar estas práticas básicas de trabalho como metas a serem alcançadas (SLACK et al, 2002).

Sugestão proposta:

Deve-se tentar criar um ambiente favorável à implantação das práticas básicas de trabalho, e os gestores da empresa são os grandes responsáveis pela formação deste ambiente. Um bom início poderia ser a implantação de reuniões semanais entre a operação a fim de que estes possam fazer suas críticas e solicitações relativas às práticas básicas de trabalho. Estas solicitações seriam enviadas aos gestores que ficariam responsáveis por responder de forma coerente às solicitações e críticas, e tomar as ações a fim de realizar a solução das dificuldades existentes.

4.2.2. Projeto para Manufatura

Diversos pesquisadores vêm estudando novas maneiras de distribuir tempos de tarefas como meio de melhorar a eficiência de linhas de produção. Tais pesquisas se baseiam, em geral, em sistemas produtivos com as seguintes características (SOUZA et al, 2002):

- a) o primeiro recurso tem sempre material disponível para trabalhar;
- b) há quantidade pré-fixada (finita ou infinita) de capacidade de armazenagem de materiais entre os recursos;

c) o material é empurrado pela linha de produção até que o último recurso o processe e o libere na forma de produto acabado.

Segundo esses estudos, a produção de cada recurso pode ser interrompida normalmente por dois motivos: falta de material para processar ou bloqueio devido à presença de um pulmão de armazenagem no nível máximo à sua frente. O último recurso nunca fica bloqueado. Esse tipo de sistema de gestão da manufatura é denominado aqui de sistema ROP (*Reorder Point*).

A fim de se ter um maior conhecimento quanto ao projeto de manufatura, desde a forma de definição do sistema ou método de gestão, mostramos, a seguir, os sistemas de gestão da produção apresentados por Souza et al (2002). Estes autores apresentam quatro sistemas de gestão da produção, todos se diferenciando pela maneira como controlam seus estoques. O primeiro deles, aqui denominado *Reorder Point* (ROP), já foi definido anteriormente. O segundo sistema a ser analisado é o Kanban, que faz parte de uma filosofia mais ampla de administração desenvolvida pela *Toyota Motor Corporation*, denominada Sistema de Produção da Toyota. Por intermédio desse sistema a produção de um recurso é disparada segundo a necessidade de peças do recurso que o procede. Dessa forma, partindo-se das necessidades da demanda final, todo o processo produtivo é “puxado” até que se alcance as necessidades de produção do primeiro recurso fabril. Para viabilizar esse tipo de sistema, cartões tipo Kanban são utilizados, os quais determinam um lote de peças para cada item do mix de produção da fábrica. O sistema CONWIP (SPEARMAN et al, 1990 apud SOUZA et al, 2002) é uma forma mais específica de Kanban, já que também é baseado em sinais. Entretanto, no CONWIP, os cartões realizam um circuito que inclui a linha de produção inteira. Para tanto, um cartão é fixado em um contêiner-padrão de peças no início da linha. Há um número predefinido de cartões que define uma quantidade fixa e constante de estoques (CONstant

WIP) para a linha. Quando um contêiner é usado no final da linha, o cartão é removido e enviado de volta para o início, onde ele espera na fila de cartões para eventualmente ser fixado em outro contêiner de peças. Enquanto no sistema Kanban cada cartão é usado para sinalizar a produção de uma peça específica, no CONWIP os cartões são designados para toda a linha de produção e não correspondem a uma peça específica. A necessidade específica de uma peça é determinada segundo uma lista (*backlog*) de itens demandados. Quando o trabalho é necessário ao primeiro centro de processamento da linha, um cartão é removido da fila e marcado com o primeiro tipo de peça da lista para o qual a matéria-prima ou componentes estão presentes. O quarto e último sistema de gestão da produção aqui estudado é o tambor-pulmão-corda (TPC) baseado na Teoria das Restrições (GOLDRATT, 1995, apud SOUZA et al, 2002). Este método reconhece que há poucos recursos com restrição de capacidade (RRCs) que irão impor o índice de produção da fábrica inteira (tambor). Para garantir que a produção desse recurso não seja interrompida por falta de peça, cria-se na frente dele um inventário que protegerá o ganho das vendas da fábrica contra a maioria das interrupções que possam ocorrer em um intervalo de tempo predeterminado (pulmão de tempo). Com o objetivo de impedir que haja aumento desnecessário nos níveis de estoque em processo, o material é liberado para a fábrica no mesmo ritmo com que o recurso restritivo o consome (corda), mas com defasagem no tempo equivalente ao pulmão de tempo estabelecido.

Aprimoramentos do projeto podem reduzir drasticamente o custo do produto por meio de mudanças no número de componentes e submontagens, além do melhor uso de materiais e métodos (SLACK et al, 2002).

Pontos positivos:

Estudos em empresas automobilísticas e aeroespaciais têm mostrado que o projeto determina 70% a 80% dos custos de produção (SLACK et al, 2002). Portanto, é importante que os aprimoramentos de projetos sejam realizados.

Pontos a serem melhorados:

Devido às mudanças rápidas no mercado atual, as mudanças internas das empresas também são necessariamente rápidas. O tempo destinado a mudanças de projeto ou implantação de um novo projeto muitas vezes é curto, que unido ao pessoal com qualificação aquém da necessária, acaba por inviabilizar projetos mais detalhados no que diz respeito às metodologias de gestão, balanceamentos e eficiência dos processos.

Sugestão proposta:

Caso não exista uma equipe qualificada e com tempo disponível para a realização de projeto de novas linhas, pode-se utilizar-se de empresas que tenham *know-how* na área de gestão da produção e operações. Desta forma, a equipe técnica do setor ficará incumbida de analisar as propostas e definir dentre estas a que melhor se enquadra dentro da necessidade da empresa. Tem-se neste caso uma equipe externa ao processo voltada apenas para a realização de um projeto novo, não sofrendo influência de outros trabalhos e atividades do dia-a-dia. Em contra partida tem-se um custo adicional da contratação da empresa para desenvolvimento do projeto.

4.2.3. Foco na Operação

O conceito oculto no foco das operações, apresentado por Slack et al (2002), é a simplicidade, a repetição e a experiência, que trazem competência. No âmbito da melhoria contínua, Mesquita e Alliprandini (2003) relatam que a melhoria da produção deve ser tratada de forma completa, o que requer balanceamento e integração dos sistemas técnicos e sociais. Isso conduz à necessidade de atuação em diferentes áreas e à consideração de aspectos como habilidades e motivação (HARRISON, 2000, apud MESQUITA e ALLIPRANDINI, 2003).

Pontos positivos:

Operações simples e repetitivas são facilmente absorvidas pelos funcionários, que rapidamente adquirem a experiência necessária para a realização das tarefas.

Pontos a serem melhorados:

Não só a simplicidade, a repetição e a experiência irão garantir que o processo irá trabalhar em sua capacidade máxima, existem fatores comportamentais, de coordenação do processo, motivacionais, enfim, fatores que acabam por influenciar no desempenho do processo produtivo.

Sugestão proposta:

Focar na operação a simplicidade das operações, a repetição, e também a rotatividade entre postos de trabalho, a fim de que se possa ter pessoal qualificado em todos os processos, evitando perdas de eficiência em casos de troca de operação. Aliado a estes itens, deve-se

também promover um ambiente agradável de trabalho, podendo-se utilizar-se das práticas básicas de trabalho descritas na seção 4.2.1, a fim de que se consigam melhoramentos na questão motivacional do pessoal do processo.

4.2.4. Máquinas Pequenas e Simples

O princípio desta técnica é o de que várias máquinas pequenas sejam usadas, em vez de uma máquina grande (SLACK et al, 2002). Nem sempre é possível ter máquinas pequenas e simples, pois há processos de fabricação específicos que exigem equipamentos mais complexos. Fatores como *lead-time* e qualidade são determinantes, em vários casos, quanto à complexidade dos equipamentos. Como exemplo pode-se citar as indústrias de usinagem, que atualmente estão migrando para a utilização de máquinas controladas por computadores (CNC) na confecção das peças.

Pontos positivos:

Máquinas pequenas são movidas facilmente, de forma que a flexibilidade do arranjo físico é ampliada e os riscos de erros nas decisões de investimentos são reduzidos, pois máquinas pequenas normalmente requerem baixo investimento (SLACK et al, 2002).

Pontos a serem melhorados:

Aspectos de qualidade e tempos de processamento devem ser levados em consideração. As máquinas podem ser pequenas e simples, mas esta simplicidade está diretamente ligada ao nível de qualificação de quem a opera. As mudanças no ritmo de produção estão acontecendo

cada vez mais de forma rápida, para tal, o pessoal de nível operacional deve acompanhar estas mudanças, possibilitando que novas tecnologias inclusas em novos equipamentos sejam consideradas simples.

Sugestão proposta:

Na aquisição de equipamentos novos deve-se procurar no mercado, quando possível, máquinas pequenas e simples que atendam às necessidades do processo produtivo, mas sempre estar atento às novas tecnologias e performance dos equipamentos existentes no mercado.

4.2.5. Arranjo Físico e Fluxo

O arranjo físico de uma operação é a maneira segundo a qual se encontram dispostos, fisicamente, os recursos que ocupam espaço dentro da instalação de uma operação (CORRÊA e CORRÊA, 2006). Longas rotas de processos ao longo da fábrica fornecem oportunidade para a geração de estoques, não agregam valor aos produtos e reduzem a velocidade de atravessamento dos produtos (SLACK et al, 2002).

Em um sistema de linha de montagem, a matéria-prima entra e progressivamente se move através de uma série de estações de trabalho, enquanto está sendo transformada no produto desejado. O conteúdo total de trabalho do processo de montagem é dividido entre as estações de trabalho, sem violar as relações de precedência de montagem. De acordo com Askin e Standridge (1993, apud SOUZA et al, 2003), esse tipo de sistema de manufatura tende a ser um dos mais eficientes, porém requer processos confiáveis, com mínima

variabilidade nos tempos de processamento nas estações de trabalho e entre elas, e nos tipos de produtos que estão sendo produzidos. Além disso, um ambiente desejado para a linha de montagem é aquele com alto volume de produção de um único produto. Na prática, muitos produtos não possuem demanda suficiente para justificar uma linha de montagem, principalmente em um ambiente onde a demanda se caracteriza pela grande diversidade de modelos do produto e por ciclos de vida reduzidos. A montagem de diferentes modelos em pequenos lotes, e curtos *lead times*, além da utilização de produtos modulares tem levado à utilização de linhas flexíveis, como as de multimodelos de produto, nas quais diferentes modelos do produto são produzidos na mesma linha, separadamente em lotes (SOUZA et al, 2003).

Pontos positivos:

Técnicas de arranjo físico podem ser utilizadas para promover um fluxo suave de materiais, de dados e de pessoas na operação (SLACK et al, 2002).

Pontos a serem melhorados:

Em determinadas situações em operações, inúmeras decisões podem gerar *trade-offs* (conflitos) entre a obtenção de flexibilidade e eficiência, por exemplo, utilizando um projeto só de arranjo físico. Daí resulta a necessidade de subordinar a decisão de arranjo físico à estratégia competitiva da operação (CORRÊA et al, 2006).

Sugestão proposta:

Propõe-se a análise via simulação de fluxos e arranjos físicos do processo, como auxílio à definição do melhor arranjo físico e do fluxo a ser implantado no processo. Para tal pode-se seguir a metodologia utilizada por Sousa et al (2003), para a determinação do melhor arranjo e fluxo de uma linha. Esta metodologia foi composta de seis estágios, sendo eles:

- a) análise e planejamento;
- b) modelagem;
- c) programação;
- d) execução dos experimentos;
- e) apresentação;
- d) análise dos resultados.

4.2.6. TMP

A Manutenção Produtiva Total (TMP) visa eliminar a variabilidade em processos de produção, a qual é causada pelo efeito de paradas não planejadas. Isso é alcançado por meio do envolvimento de todos os funcionários na busca de aprimoramentos na manutenção. Os "donos" de processos são incentivados a assumir a responsabilidade por suas máquinas e a executar atividades rotineiras de manutenção e reparo simples. Fazendo isso, os especialistas em manutenção podem, então, ser liberados para desenvolver qualificações de ordem superior, para melhores sistemas de manutenção (SLACK et al, 2002).

Quando se tratava de equipamento, máquinas e todas as tecnologias de um processo, a manutenibilidade era voltada à capacidade de manutenção especificamente dada ao setor de manutenção. Esta metodologia (TPM) está fundamentada em oito pilares, ou seja, oito pontos efetivamente estabelecidos, conhecidos como os oito pilares do TPM, Figura 4.16. Sendo assim, uma gestão é conduzida de pilar a pilar com o atingimento de metas e mudança de comportamento que estão subdivididos em passos dentro de cada pilar. O processo de desenvolvimento é lento e o IM&C *International JIPM (Japan Institute Plant Maintenance)* afirma que os indicadores de resultados se dão a partir do terceiro dos sete passos do pilar Manutenção Autônoma, com sua ênfase na diminuição das quebras. Esta pesquisa se faz em uma empresa automobilística, com o Sistema de Produção estruturado em células no início da implantação do TPM, abrangendo o primeiro e o segundo passo do pilar de Manutenção Autônoma, caminhando com o início do pilar da Manutenção Planejada (MOREIRA, 2003).

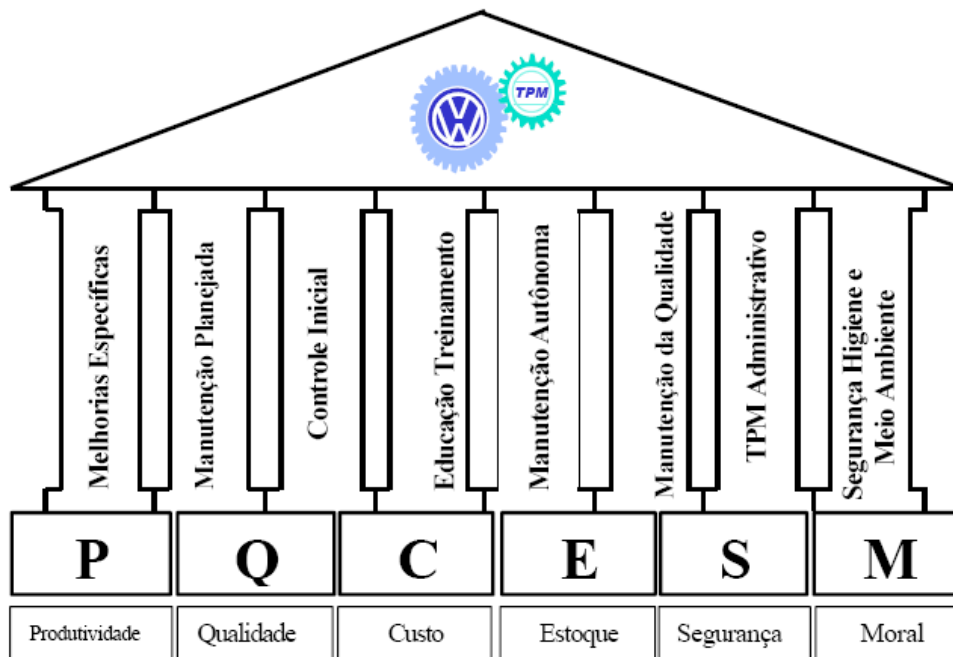


Figura 4.16 – Oito pilares da TPM. (Fonte adaptada de: Módulo SPVW – 13º elemento TPM, 2001, apud MOREIRA, 2003).

Pontos positivos:

Além de eliminar a variedade do processo, a aplicação do TPM promove maior responsabilidade e comprometimento de todos com as manutenções e operações das máquinas e equipamentos. Com o processo mais estável pode-se ter maior tempo dedicado à realização de melhorias, treinamentos e medidas preventivas de falhas.

Pontos a serem melhorados:

Deve-se garantir o apoio da alta administração à implantação e ao mantimento da TMP na organização. A valorização do trabalho dedicado à TMP deve ser observada e divulgada para toda a organização.

Sugestão proposta:

Realizar a implantação dos pilares Manutenção Autônoma e Melhorias Específicas. Estes pilares irão possibilitar uma melhora, de forma simples, da estabilidade do setor.

4.2.7. Redução de Setup

O tempo de *setup* é definido como o tempo decorrido na troca do processo do final da produção de um lote até a produção da primeira peça boa do próximo lote. Como exemplo simples, compare-se o tempo que se leva para trocar o pneu de um carro de passeio com o tempo levado por uma equipe de Fórmula 1. Os tempos de *setup* podem ser reduzidos por meio de uma variedade de métodos, por exemplo, eliminar o tempo necessário para a busca de ferramentas e equipamentos, a pré-preparação de tarefas que retardam as trocas e a constante

prática de rotinas de *setup* (SLACK et al, 2002). Os elevados períodos de preparação de máquina, ou *setup*, quando da troca de um produto para outro na produção, também levam a decisões de lotes de produção maiores do que a necessidade do momento, com o objetivo de aproveitar os custos da troca, que independem da quantidade a ser produzida (CORRÊA e CORRÊA, 2006).

Pontos positivos:

A redução de *setups* poderá contribuir para a redução dos custos de estoques dos lotes em grande produção, redução do *lead time* do produto e aumentos de produtividade.

Pontos a serem melhorados:

Necessita-se que as equipes que irão trabalhar na redução de *setups* estejam capacitadas não só para a geração ou alteração de projeto de dispositivos, mas também para a avaliação dos fatores como segurança do pessoal e do equipamento, produtividade, e da qualidade do produto.

Sugestão proposta:

Realizar as reduções de *setup* partindo sempre de estudos de tempo, qualidade, segurança e produtividade, a fim de que se saiba qual a situação atual anterior à alteração no processo. Após a alteração, propõe-se a realização da análise destes mesmos fatores, a fim de garantir a redução de *setups* em relação a outros fatores do processo.

4.2.8. Envolvimento Total das Pessoas

O envolvimento total das pessoas prevê que os funcionários assumam muito mais responsabilidades no uso de suas habilidades para o benefício de toda a Companhia. Eles são treinados, capacitados e motivados a assumir total responsabilidade, sob todos os aspectos de seu trabalho (SLACK et al, 2002).

No nível humano é necessário que se operem mudanças de atitude, começando pela alta gerência. O compromisso deve ser dirigido através de treinamento contínuo, com o desenvolvimento de atividades em equipes de trabalho, sejam equipes de aperfeiçoamento por departamento, círculos de qualidade, grupos de trabalho, ou equipes de aperfeiçoamento de processos interdepartamentais. O envolvimento pessoal de todos os empregados é fundamental, pois é através deles que o sistema JIT se traduz em resultados concretos. É importante o fato de as pessoas, não a tecnologia, serem a prioridade número um no sistema JIT. Inclusive, pode-se lembrar um dos princípios do Sistema de Produção Toyota, que claramente estabelece a necessidade do respeito à condição humana. A motivação e o envolvimento nas tarefas, suportados por um processo de treinamento contínuo, são características presentes em todas as ferramentas que conformam o sistema JIT. As empresas que visualizam o potencial do JIT têm o convencimento de que, quando se investe no treinamento dos empregados, investe-se no futuro da empresa (BRAGA, 2001).

Pontos positivos:

Os funcionários qualificados assumindo responsabilidades com autonomia em sua própria área de trabalho. A moral elevada em função da valorização de cada cargo ocupado pelos funcionários da empresa.

Pontos a serem melhorados:

Deve-se investir em treinamentos para que os funcionários adquiram as novas responsabilidades, e dar uma real autonomia sobre a área de trabalho em que este ocupa.

Sugestão proposta:

A autonomia dos funcionários em sua própria área de trabalho e o envolvimento de todos pode ser obtida através da implantação do pilar Manutenção Autônoma da TPM, descrita na seção 4.6. Investimentos em treinamentos e a valorização dos trabalhos dos grupos participantes da TPM são imprescindíveis para o sucesso da empresa, e devem ser realizados.

4.2.9. Visibilidade

Problemas, projetos de melhoria de qualidade e listas de verificação de operações são visíveis e exibidas de forma que possam ser facilmente vistas e compreendidas por todos os funcionários (SLACK et al, 2002). As medidas de visibilidade incluem:

- exibição de medidas de desempenho no local de trabalho;
- luzes coloridas indicando paradas;
- exibição de gráficos de controle da qualidade;
- listas de verificação e técnicas de melhoria visíveis;
- área separada exibindo exemplos de produtos de concorrentes, com exemplos de produtos bons e defeituosos;

- sistemas de controle visual como *kanbans*;
- arranjo físico de locais de trabalho, sem divisórias.

Pontos positivos:

A visibilidade dos problemas, das melhorias, das medidas de desempenho, dentre outros itens, por parte dos funcionários, ajuda na compreensão do contexto no qual o funcionário está inserido dentro da organização. Luzes indicando paradas facilitam a identificação de problemas de equipamentos e, conseqüentemente, uma solução destes problemas de forma rápida.

Pontos a serem melhorados:

Existe a necessidade de se ter pessoas comprometidas com a manutenção dos itens de visibilidade, pois caso contrário, os métodos de visibilidade aplicados não irão satisfazer os objetivos para os quais os mesmos foram criados.

Sugestão proposta:

Definir pessoal responsável pela verificação da condição física dos itens de visibilidade. Vários itens de visibilidade podem estar sendo utilizados como identificação de fatores de segurança do pessoal, do produto e do equipamento, e caso venham a falhar causarão danos em algum destes itens. Definir pessoal responsável também pela verificação dos itens tais como gráficos de melhorias, de acompanhamento da qualidade, da eficiência do processo, enfim, dos diversos fatores relevantes para o andamento das atividades do setor.

4.2.10. Fornecimento JIT

O fornecimento *just-in-time* materializa o significado popular do termo JIT e a forma de visão de componentes, chegando ao processo de montagem *just-in-time* (justamente no momento necessário) (SLACK et al, 2002). Oishi (1995, apud BRAGA, 2001), salienta que “o JIT é o caminho melhor para executar a programação detalhada/execução da atividade de produção e controle”. Outra característica do sistema JIT é a de ser um sistema ativo, enquanto os tradicionais são sistemas passivos, já que o sistema JIT questiona e melhora aquelas características do processo que os sistemas tradicionais aceitavam como normais; por exemplo, níveis de refugo, tempos de preparação das máquinas e frequência de quebra de equipamentos. A eliminação desses problemas, que são encobertos pelos estoques gerados, constitui um benefício e um pressuposto para a utilização do sistema JIT. O objetivo de redução dos estoques, presente no sistema JIT, é atingido pela eliminação das causas geradoras da necessidade de se manter os estoques.

Pontos positivos:

Focalizando o aspecto operacional e produtivo, pode-se dizer que o sistema JIT tem como objetivo fundamental melhorar continuamente a produtividade e a qualidade dos produtos e serviços de uma empresa, através do envolvimento humano no processo de melhoria, procurando flexibilidade no atendimento da demanda, simplicidade nos processos e eliminando tudo aquilo que signifique desperdício e que não agregue valor às atividades desenvolvidas. Tudo isso, dentro de uma visão de integração dos sistemas ligados pelo processo produtivo, incluindo fornecedores e clientes como elementos externos desse processo (BRAGA, 2001).

Pontos a serem melhorados:

No fornecimento JIT o fornecimento no prazo, com qualidade e a baixo custo, muitas vezes deixam a desejar. Apenas solicitações de respostas a não conformidades em produtos ou paradas de processo não poderão sanar os problemas existentes na cadeia de fornecimento ou na fabricação do produto. É então necessário que haja parcerias entre fornecedor e cliente, e que em alguns casos específicos, equipes de ambos trabalhem em função de obter os benefícios da implantação do JIT.

Sugestão proposta:

Em casos de problemas de fornecimento, de qualidade ou custos, além das solicitações de respostas a não conformidades, propõe-se que clientes e fornecedores venham a estudar o problema ocorrido para que juntos possam chegar mais rápido a solução e retornar ao fluxo normal de recebimento, produção e entrega de produtos ou serviços.

4.3. Definição das Ferramentas da TQM e do JIT

Diversos estudos estão sendo realizados atualmente a fim de se propor a utilização de estratégias de gestão forma otimizada em ambientes empresariais. Objetiva-se em geral com a aplicação otimizada das estratégias de gestão, uma maximização dos resultados das organizações com o mínimo de esforço possível para a implementação, desenvolvimento e controle destas estratégias. Kannan e Tan (2005) realizaram estudos das relações entre as estratégias de gestão TQM, JIT e o Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (*Supply Chain Management* – SCM). Os autores analisaram itens de fatores destas ferramentas através do

coeficiente α de *Cronbach*. No JIT, itens dos fatores fluxo de material, comprometimento com o JIT e gerenciamento da cadeia de suprimentos foram analisados. Na TQM, itens dos fatores projeto do produto, comprometimento com a estratégia de qualidade e capacidade de fornecimento foram analisados. Na SCM, itens dos fatores integração, coordenação, entrega e compartilhamentos das informações na cadeia de suprimentos foram analisados. Análises de correlações foram realizadas posteriormente entre os fatores das estratégias de gestão TQM, JIT e SCM. Também foram realizadas análises de correlação entre os fatores das estratégias de gestão TQM, JIT e SCM, e as medidas de performance de negócios: *market share* (percentual de mercado), retorno de financeiro, qualidade do produto, competitividade e serviço ao cliente. Através destas análises, podem-se determinar quais os itens das estratégias de gestão TQM, JIT e SCM, que possibilitarão um melhor desempenho nos negócios de uma organização. Percebe-se nesta pesquisa uma aplicação clara da otimização da aplicação de técnicas de gestão. Já os autores Hengst et al (2004) desenvolveram análises das estratégias de gestão TQM, JIT, Inovação (*Process Innovation - PI*) e a Reengenharia (*Business Process Reengineering – BPR*). Estes autores comparam estas estratégias via simulação e pesquisas de realizadas com funcionários na empresa *Dutch Insurance Company*, com atuação nas áreas de logística de entrega de correspondências e cargas. Definiram que a TQM e o JIT melhor se aplicariam na empresa para o ramo de correspondências, e a PI e a BPR para o transporte de cargas, objetivando melhoras nos indicadores de desempenho da empresa.

Já no presente trabalho propõe-se a aplicação otimizada das ferramentas das estratégias de gestão TQM e JIT em uma linha de montagem de uma empresa de fabricação de veículos automotores de duas rodas, objetivando melhoras nos indicadores de qualidade e produtividade. O setor onde estão às linhas de montagem da empresa de fabricação de veículos automotores de duas rodas da presente pesquisa é composto de seis linhas de montagem. Estas linhas fornecem produtos para a alimentação de outras linhas principais, que

produzem centenas de produtos distintos. As linhas de produção são do tipo contínua, mas com a existência de máquinas que podem produzir produtos específicos para todas as demais linhas. Esta opção é utilizada devido haver disponibilidade de tempo e escassez de máquinas e pessoas. Os sistemas normativos de qualidade ISO 9001 e ISO 14001 já se encontram implementados na empresa em questão.

Algumas das dificuldades existentes na empresa palco deste estudo de caso são:

- taxas elevadas de defeitos;
- lead-time longo;
- elevados estoques em processo;
- falhas de matérias-primas;
- alto índice de retrabalho;
- alto índice de paradas de máquina;
- alto índice de horas extras;
- mistura de matérias-primas;
- elevado índice de absenteísmo;
- processos desbalanceados.

A fim de se obter um melhoramento contínuo do processo e do produto das linhas analisadas neste estudo de caso, visou-se atuar nos focos do processo, através da aplicação de algumas técnicas e ferramentas existentes na filosofia JIT, e no produto, através da aplicação das ferramentas da TQM. Objetivou-se com o JIT uma melhoria da saúde do processo,

possibilitando um aumento de produtividade, e com a TQM uma melhoria da saúde do produto, possibilitando uma melhora da qualidade do produto. Com o sucesso da aplicação do JIT e do TQM às linhas de montagem do presente estudo de caso, espera-se uma contribuição positiva para a elevação da competitividade da empresa. A figura 4.17 mostra a sugestão deste trabalho em relação à aplicação conjunta do JIT, controlando a saúde do processo, e da TQM, controlando a saúde do produto, para proporcionar o aumento da produtividade e da qualidade de um processo produtivo.

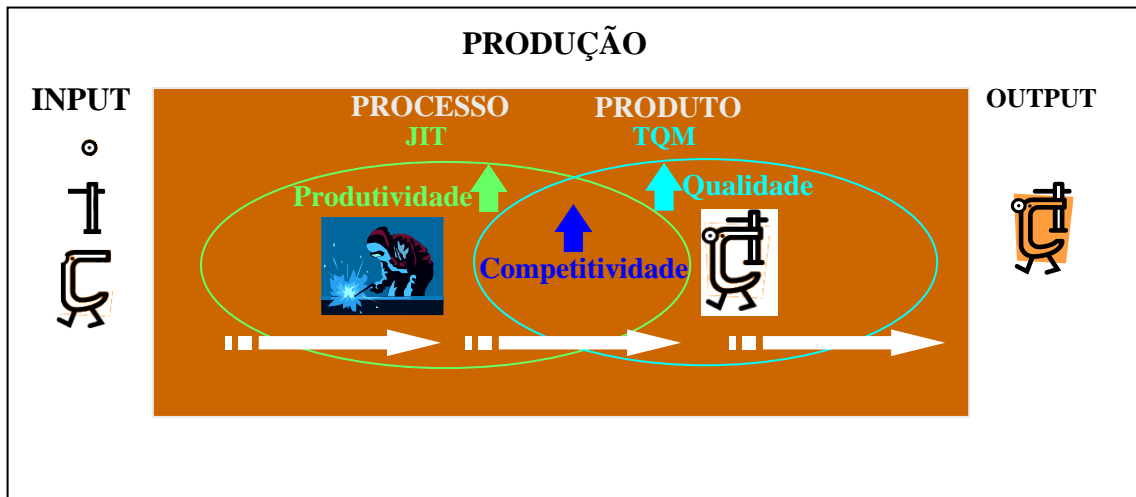


Figura 4.17 - Aplicação conjunta TQM e do JIT para proporcionar o aumento da produtividade e da qualidade de um processo produtivo. (Fonte: autor deste trabalho).

A fim de que se possa obter uma fácil implantação e manutenção das ferramentas do JIT e da TQM nas linhas de montagem do presente estudo, opta-se por definir dentre as ferramentas de ambas as filosofias as que melhor se aplicam, a fim de atingir os objetivos propostos.

Da TQM, os tópicos atendimento das necessidades e expectativas dos consumidores, inclusão de todas as partes da organização, exame de todos os custos relacionados com a qualidade, fazer “as coisas certo da primeira vez” e desenvolvimento de sistemas e

procedimentos que apóiem qualidade e melhoria, já estão implementados e devem continuar sendo utilizados no ambiente produtivo, e sugere-se que sejam aplicadas as sugestões de melhorias descritas para estes tópicos da seção 4.1.1 a 4.1.6.

Em Corrêa et al (2006) podemos encontrar a afirmação do Ishikawa, relativa às ferramentas da qualidade, sendo: “noventa e cinco por cento dos problemas relacionados à qualidade podem ser resolvidos com o uso de sete ferramentas quantitativas básicas”. Estas ferramentas as quais o Ishikawa relata são as 7 Ferramentas da Qualidade, as quais foram apresentadas nas seções de 4.1.6.1 a 4.1.6.7. Estes autores afirmam que as sete ferramentas não resolvem problemas nem melhoram situações, mas sim as pessoas que fazem estas mudanças. As ferramentas apenas apóiam e auxiliam as tomadas de decisões que melhorarão e resolverão os problemas. Seguindo esta linha de raciocínio, propõe-se a aplicação de todas as 7 Ferramentas da Qualidade, aplicando as sugestões propostas nas seções de 4.1.6.1 a 4.1.6.7, com foco na resolução de problemas de qualidade nas linhas de montagem do estudo em pauta.

Slack et al (2002) afirmam que a filosofia JIT está fundamentada em fazer bem as coisas simples, em fazê-las cada vez melhor e em eliminar todos os desperdícios em cada passo do processo. A fim de atingir tais objetivos, nas linhas de montagem em estudo, alinhado a uma fácil implantação e manutenção das ferramentas e técnicas do JIT, propõe-se utilizar as práticas básicas de trabalho, foco na operação, arranjo físico e fluxo, TPM, visibilidade, e o fornecimento JIT como itens a serem implementados com o objetivo de se melhorar a produtividade. O foco da aplicação destas ferramentas volta-se para as melhorias de pessoal e do processo.

Capítulo 5: Conclusões

É perceptível que as inter-relações entre a TQM e o JIT formam um ciclo positivo de melhoria dos processos e produtos de uma organização. Faz-se necessário destacar que cabe especialmente à direção maior da Empresa a tarefa de ser a impulsionadora das mudanças necessárias para a sobrevivência desta empresa e, conseqüentemente, apoiar a implementação real das filosofias de administração, bem como acompanhar os resultados esperados por tais implementações. A implantação das filosofias, por si só, não garante melhorias nos processos e produtos, mas as pessoas que estão envolvidas no processo sim. A mudança de cultura e o conhecimento das ferramentas de gestão auxiliam na implantação, manutenção e, conseqüentemente, na melhoria dos indicadores de qualidade e produtividade. As sugestões propostas para as ferramentas da TQM e do JIT foram exibidas com o intuito de se atingir de forma mais simples e rápida os objetivos para os quais cada ferramenta está destinada, sendo assim, as ferramentas propostas neste trabalho têm aplicações peculiares descritas nas sugestões das seções 4.1.1 a 4.1.6, para a TQM, e de 4.2.1 a 4.2.10, para o JIT. Percebe-se que todas as ferramentas da TQM descritas no presente trabalho são de fácil aplicação e manutenção e, portanto, podem ser aplicadas com o intuito de obter melhoramentos da qualidade da linha de montagem da pesquisa. No JIT, focando o processo e a melhoria do pessoal, visto que a necessidade de uma fácil aplicação e manutenção, propõe-se a aplicação das práticas básicas de trabalho, o foco na operação, o arranjo físico e fluxo, a TMP, a visibilidade e o fornecimento JIT, a fim de que se obtenha aumentos de produtividade. Com a implantação das ferramentas descritas, espera-se a obtenção conseqüente de aumentos de produtividade.

Referências

BONIFÁCIO, Mário Cezar Reis. Análise Crítica das Melhores Práticas de Produção Utilizadas no Setor de Autopeças. 170 pág. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 2004.

BUSSAB, Wilton de O. e MORETTIN, Pedro A. Estatística Básica. 526 pág. São Paulo: Saraiva, 2004.

BRAGA, Olney. O Impacto da Implantação do Sistema de Produção Just-In-Time na Indústria de Confecções Mimo, de Colatina – ES. 116 pág. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2001.

CERRA, A. L. e BONADIO, P. V. G. As Relações Entre Estratégia de Produção, TQM (Total Quality Management ou Gestão da Qualidade Total) e JIT (Just-In-Time) – Estudo de Caso em Uma Empresa do Setor Automobilístico e em Dois de Seus Fornecedores. Revista Gestão e Produção, V.7, n.3, p.305-319, 2000.

CORDEIRO, José Vicente Bandeira de Mello. Alinhamento Estratégico: Estudos Multicasos em Empresas Paranaenses de Médio Porte. 300 pág. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2005.

CORRÊA, Henrique L. e CORRÊA, Carlos A. Administração de Produção e Operações. Manufatura de Serviços: Uma Abordagem Estratégica. 690 pág. São Paulo: Atlas, 2006.

GALUCH, Lucia. Modelo para Implementação das Ferramentas Básicas do Controle Estatístico do Processo – CEP em Pequenas Empresas Manufatureiras. 87 pág. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2002.

HENGST, Mariëlle den, HLUPIC, Vlatka e CURRIE, Wendy L. The Increasing Need for Integrating Simulation and Collaboration to Support Change Management Programs. Proceedings of the 37th Hawaii International Conference on System Science, IEEE Computer Society Press, p. 1-8, 2004.

KANNAM, Vijay R. e TAN, Keah Choon. Just in Time, Total Quality Management, and Supply Chain Management: Understanding their Linkages and Impact on Business Performance. Omega International Journal of Management Science, n. 33, p. 153-162, 2005.

LOUREIRO, Gean Marques. Estratégia para Utilização de Ferramentas da Qualidade no Serviço Público: Uma Proposta para Melhoria no Processo de Atendimento aos Consumidores no Procon – SC. 121 pág. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2003.

MESQUITA, Melissa, ALLIPRANDINI, Dário Henrique. Competências Essenciais para Melhoria Contínua da Produção: Estudo de Caso em Empresas da Indústria de Autopeças. Revista Gestão e Produção: V.10, n.1, p.17-33, 2003.

MOREIRA, Evandro Luis de Mello. Análise da Implementação da Manutenção Produtiva Total na Área de Estamparia em uma Empresa do Setor Automobilístico. 52 pág. Dissertação (Mestrado). Universidade de Taubaté, Taubaté, 2003.

PANDE, Peter S., NEUMAN, Robert. P., CAVANAGH, Roland R.. Estratégia Seis Sigma. 442 pág. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

SLACK, Nigel, CHAMBERS, Stuart e JOHNSTON, Robert. Administração da Produção. 747 pág. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUZA, Fernando Bernardi de, RENTES, Antonio Freitas, AGOSTINHO, Oswaldo Luiz. A Interdependência entre Sistemas de Controle de Produção e Critérios de Alocação de Capacidades. Revista Gestão e Produção, V.9, n.2, p.215-234, 2002.

SOUZA, Mariella Consoni Florenzano, YAMADA, Mamoru Carlos, PORTO, Arthur José Vieira, FILHO, Eduardo Vila Gonçalves. Análise da Alocação de Mão-De-Obra em Linhas de Multimodelos de Produtos com Demanda Variável Através do Uso da Simulação: um Estudo de Caso. Revista Produção, V. 13, n. 3, p. 63-77, 2003.