



UFSM

Dissertação de Mestrado

**GESTÃO DA PRODUÇÃO EM EMPRESAS DE PEQUENO
E MÉDIO PORTE DO RAMO METAL-MECÂNICO
DA REGIÃO DA GRANDE SANTA ROSA**

João Antonio Cervi

PPGEP

Santa Maria, RS, Brasil

2004

**GESTÃO DA PRODUÇÃO EM EMPRESAS DE PEQUENO
E MÉDIO PORTE DO RAMO METAL-MECÂNICO
DA REGIÃO DA GRANDE SANTA ROSA**

por

João Antonio Cervi

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Área de Concentração em Gerência de Produção, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia de Produção.**

PPGEP

Santa Maria, RS, Brasil

2004

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**GESTÃO DA PRODUÇÃO EM EMPRESAS DE PEQUENO
E MÉDIO PORTE DO RAMO METAL-MECÂNICO
DA REGIÃO DA GRANDE SANTA ROSA**

elaborada por
João Antonio Cervi

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia de Produção

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. João Hélio Righi de Oliveira/UFSM
(presidente/orientador)

Prof. Dr. Leandro Cantorski da Rosa/UFSM

Prof. Dr. Luis Felipe Dias Lopes/UFSM

Santa Maria, 21 de dezembro de 2004

*“Qualidade
é sempre fazer corretamente o trabalho.
Perfeição
é sempre fazer corretamente o trabalho certo.”*

H. James Harrington (1993, p.xxi)

*Este trabalho é dedicado às empresas,
organismos vivos,
que buscam formas de manter-se competitivas,
em um universo de distâncias cada vez menores.*

*Agradeço ao Professor Dr. João Hélio Righi de Oliveira,
pelo inestimável apoio nesta caminhada;
ao Professor Homéro Celso Junges,
mentor da jornada na FEMA;
aos Professores componentes da banca,
Dr. Leandro Cantorski da Rosa e Dr. Luis Felipe Dias Lopes,
pelas contribuições para a melhoria deste trabalho;
à esposa Beatriz e aos filhos Gustavo e Juliana,
pelo convívio em todos os momentos;
aos pais Genézio e Alice e aos irmãos
Luiz Geraldo, Lisiane e Lenise,
pela acolhida nas estadas em Santa Maria;
a todos os professores do PPGEP da UFSM,
pela experiência e conhecimento;
aos colegas Aloisio Immich, Antonio Ternes e Claiton Damke,
pelo apoio e trocas de idéias;
aos professores e funcionários da FEMA,
pelo convívio baseado no coleguismo;
à FEMA,
pelo apoio total;
à SETREM,
pelo apoio irrestrito;
às empresas pesquisadas,
pelas portas abertas;
à FANKHAUSER S.A.,
pelo apoio na busca do conhecimento e da prática;
aos colegas de mestrado,
pela busca conjunta rumo ao crescimento acadêmico;
e a todos que, de uma forma ou de outra,
contribuíram para a realização deste trabalho.*

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xv
LISTA DE ANEXOS	xvii
RESUMO	xviii
ABSTRACT	xix
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Contextualização	1
1.2 O problema	3
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo geral	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 Delimitação do tema	4
1.5 Estruturação do trabalho	5
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
2.1 Processos de manufatura do ramo metal-mecânico	7
2.1.1 Processos de serviços de apoio à manufatura	9
2.2 Planejamento da produção	10
2.3 Sistema de gestão da produção	11
2.3.1 <i>Just-in-time</i> (JIT)	13
2.3.1.1 Troca rápida de ferramentas e produção em pequenos lotes	15
2.3.1.2 Inspeção 100% e dispositivos à prova de erro – <i>poka-yoke</i>	16
2.3.1.3 Automação	18
2.3.2 <i>Kanban</i>	19
2.3.2.1 Sistemas de produção de “empurrar” e de “puxar”	19
2.3.2.2 Tipos de cartões <i>kanban</i>	20
2.3.3 Planejamento das necessidades de materiais – MRP	21
2.3.3.1 Lista de materiais ou estrutura do produto	21

2.3.3.2	Informações de controle de estoques	21
2.3.3.3	Programa mestre de produção.....	22
2.3.4	Planejamento dos recursos de manufatura – MRP II	22
2.3.4.1	Módulo de cálculo de capacidade – CRP	23
2.3.5	Programação de capacidade finita	23
2.3.6	MRP II + <i>Just-in-time</i> com <i>Kanban</i> = MRP III.....	24
2.3.7	Planejamento dos recursos empresariais – ERP	24
2.3.8	Tecnologia de produção otimizada – OPT	25
2.3.9	Manufatura celular	27
2.3.10	Sistemas flexíveis de manufatura – FMS	28
2.3.11	Manutenção produtiva total – TPM.....	28
2.3.11.1	O programa 5S.....	30
2.4	Gerenciamento de processos	31
2.4.1	O enfoque ou abordagem por processos	32
2.4.2	Aperfeiçoamento de processos	34
2.4.3	A hierarquia do processo.....	35
2.4.4	As fases do aperfeiçoamento de processos empresariais	37
2.4.5	A representação dos processos através de fluxogramas.....	39
2.4.6	O mapofluxograma	39
2.4.7	Método para priorização de processos para análise, através da matriz GUT	40
2.4.8	Método para redução/eliminação de perdas nos processos	41
2.5	A melhoria contínua	41
2.5.1	A melhoria contínua e a abordagem para o processo.....	42
2.5.2	Os métodos e as ferramentas para a melhoria contínua.....	43
2.5.2.1	O ciclo PDCA	43
2.5.2.2	Metodologia seis sigma – 6σ	45
2.5.2.3	Melhores práticas ou <i>benchmarking</i>	47
2.5.2.4	Engenharia e análise do valor	48
2.5.2.5	Círculos da qualidade.....	51
2.5.2.6	Indicadores de desempenho	52
2.5.2.7	Treinamento	53
2.5.2.8	As sete novas ferramentas.....	53
2.5.3	O mecanismo do pensamento científico segundo Shingo.....	54
2.5.4	A abordagem das Normas ISO 9000:2000 para a melhoria contínua.....	55

2.6 Vantagem competitiva	57
2.6.1 Vantagem competitiva em custos.....	58
2.6.2 Vantagem competitiva em qualidade.....	60
2.6.2.1 Os significados da qualidade e os objetivos de desempenho	61
2.6.2.2 As Normas ISO 9000 e a vantagem competitiva em qualidade	61
2.6.2.3 Os custos associados à qualidade	62
2.6.3 Vantagem competitiva em velocidade de entrega.....	62
2.6.3.1 Os benefícios da velocidade	62
2.6.3.2 Como melhorar a velocidade de fluxo através da manufatura	63
2.6.3.3 Acelerar o tempo de introdução de novos produtos	64
2.6.4 Vantagem competitiva em confiabilidade de entrega	64
2.6.4.1 Os benefícios da confiabilidade.....	64
2.6.4.2 Como melhorar a confiabilidade de entrega.....	64
2.6.5 Vantagem competitiva em flexibilidade	65
2.6.5.1 Como melhorar a flexibilidade	66
2.6.6 A inter-relação entre as prioridades competitivas.....	68
2.6.7 Vantagem competitiva através da diferenciação	69
2.7 As perdas nos sistemas produtivos	70
2.7.1 Desperdício de superprodução	71
2.7.2 Desperdício em transporte	72
2.7.3 Desperdício de tempo disponível – espera	72
2.7.4 Desperdício do processamento em si	74
2.7.5 Desperdício de estoque disponível – estoque.....	74
2.7.6 Desperdício de movimento.....	75
2.7.7 Desperdício de produzir produtos defeituosos	75
3 METODOLOGIA	76
3.1 A estrutura metodológica da pesquisa	76
3.1.1 Em relação aos objetivos propostos.....	76
3.1.2 Em relação à forma de abordagem	77
3.1.3 Em relação à natureza	77
3.1.4 Em relação aos procedimentos adotados	77
3.1.4.1 Pesquisa bibliográfica.....	78
3.1.4.2 Estudo de caso.....	78
3.2 O delineamento da pesquisa	78

3.3 Descrição sucinta das atividades	79
3.3.1 A formação do referencial bibliográfico	79
3.3.2 A escolha da atividade produtiva e a percepção do problema	79
3.3.3 A coleta de dados.....	80
3.3.4 Análise e interpretação dos dados	80
4 DIAGNÓSTICO DAS EMPRESAS: COLETA E ANÁLISE DOS DADOS	81
5 O SISTEMA DE GESTÃO PROPOSTO	108
5.1 Proposição para implantação seqüencial do sistema de gestão	111
6 CONCLUSÃO	115
6.1 Quanto à contribuição científica	116
6.2 Sugestões para novas pesquisas	116
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118
ANEXOS	123

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	- Verificação dos setores que utilizam cartões kanban na produção	91
TABELA 2	- Verificação do nível de envolvimento dos operadores na manutenção das máquinas que operam	99
TABELA 3	- Verificação da utilização de ferramentas para a melhoria de processos.....	100
TABELA 4	- Verificação da adoção das chamadas Sete Novas Ferramentas para a melhoria contínua dos processos	100
TABELA 5	- Verificação da importância dada pela empresa às prioridades competitivas.....	102
TABELA 6	- Verificação do sistema de programação da produção integrado com o cliente.....	105
TABELA 7	- Verificação da utilização de indicadores de desempenho para o gerenciamento do sistema de produção	107

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	- Técnicas de inspeção x dispositivos <i>poka-yoke</i>	17
FIGURA 2	- Funções e métodos de uso dos dispositivos <i>poka-yoke</i>	17
FIGURA 3	- Passos para a pré-automatização	18
FIGURA 4	- Conceito do sistema de puxar a produção	20
FIGURA 5	- Os pressupostos do OPT	26
FIGURA 6	- Componentes básicos de um sistema flexível de manufatura	28
FIGURA 7	- Os papéis e responsabilidades do pessoal de manutenção e de operação na MPT	29
FIGURA 8	- Metas e pontos a serem melhorados com a MPT	30
FIGURA 9	- Diferenças quanto ao enfoque na organização x enfoque no pro- cesso	33
FIGURA 10	- As cinco fases do aperfeiçoamento de processos empresariais.....	35
FIGURA 11	- Exemplos de hierarquia de processos em indústrias manufaturei- ras	36
FIGURA 12	- Esquema genérico da hierarquia do processo.....	37
FIGURA 13	- As cinco fases do aperfeiçoamento de processos empresariais	39
FIGURA 14	- Simbologia para a esquematização de processos	39
FIGURA 15	- Modelo de matriz GUT de priorização	41
FIGURA 16	- Características do Ciclo PDCA de acordo com o escopo de utilização	44
FIGURA 17	- Os Ciclos PDCA para manutenção e para melhorias	44
FIGURA 18	- As duas abordagens para implantação do Seis Sigma	46
FIGURA 19	- Passos do processo de <i>benchmarking</i>	47
FIGURA 20	- Conceitos da EAV	49
FIGURA 21	- Instrumentos de trabalho relacionados à EAV	50
FIGURA 22	- As sete novas ferramentas para a resolução de problemas	54
FIGURA 23	- O mecanismo do pensamento científico para melhorias	55
FIGURA 24	- As dimensões da flexibilidade de sistema	66
FIGURA 25	- Implicações dos tipos de flexibilidade do sistema nos recursos	68

FIGURA 26 - Inter-relação entre as prioridades competitivas	69
FIGURA 27 - Fontes representativas de diferenciação ligadas à área de manufatura na cadeia de valores	70
FIGURA 28 - Causas e conseqüências de perdas por superprodução	72
FIGURA 29 - Perdas por espera e soluções	73
FIGURA 30 - Estratificação do número de empresas por município e de acordo com seu porte baseado no número de colaboradores	81
FIGURA 31 - Identificação das empresas quanto ao foco de atuação: fabricantes x terceirizadas	82
FIGURA 32 - Verificação das empresas que mantêm planejamento estratégico.....	83
FIGURA 33 - Verificação das empresas que mantêm planejamento estratégico da fábrica	83
FIGURA 34 - Verificação do horizonte de programação da produção.....	84
FIGURA 35 - Empresas que prestam serviços terceirizados e que também fornecem a matéria-prima	85
FIGURA 36 - Política das empresas com relação a estoques.....	86
FIGURA 37 - Número de empresas que possuem máquinas operatrizes de controle computadorizado CNC.....	86
FIGURA 38 - Tempo médio de preparo de máquina	87
FIGURA 39 - Verificação do ponto de armazenagem de ferramental e dispositivos de fixação, com relação à(s) máquina(s) que os utilizam	87
FIGURA 40 - Número de empresas que utilizam ferramental à prova de erros humanos na fabricação de peças	88
FIGURA 41 - Empresas que adotam sistema de inspeção durante o processo produtivo	89
FIGURA 42 - Tipo de inspeção utilizado na produção.....	89
FIGURA 43 - Método de inspeção utilizado.....	89
FIGURA 44 - Verificação do número de empresas que adotam dispositivos com sistema de aviso de ocorrência de erros.....	90
FIGURA 45 - Organização do sistema de controle da produção.....	90
FIGURA 46 - Empresas que se utilizam da estrutura do produto para orientação de compra de matérias-primas e componentes	91

FIGURA 47 - A fábrica utiliza algum programa informatizado para orientar a compra e a produção?	92
FIGURA 48 - Verificação do tipo de software utilizado para controle	92
FIGURA 49 - Verificação da capacidade que o tipo de software utilizado tem de informar o tempo para a conclusão de programas de produção	93
FIGURA 50 - A empresa utiliza algum software para integração de informações entre os diversos setores?	93
FIGURA 51 - Identificação do software integrador utilizado	94
FIGURA 52 - A organização da produção identifica e tem um procedimento de tratamento de gargalos da fábrica?.....	94
FIGURA 53 - Verificação do tipo de ociosidade que mais preocupa	95
FIGURA 54 - Verificação da polivalência dos operadores de máquinas	95
FIGURA 55 - A fábrica possui células de produção?.....	96
FIGURA 56 - Verificação da adoção de lotes unitários de produção.....	96
FIGURA 57 - Verificação da adoção de sistemas flexíveis de manufatura.....	97
FIGURA 58 - A fábrica possui programa de manutenção preventiva?	97
FIGURA 59 - A fábrica possui programa de manutenção preditiva?	98
FIGURA 60 - Verificação se os operadores se envolvem com a manutenção das máquinas que operam.....	98
FIGURA 61 - A empresa mantém Programa 5S ou similar?	99
FIGURA 62 - Verificação da adoção de programa de treinamento no local de trabalho para os colaboradores.....	101
FIGURA 63 - Verificação do entendimento de parte da empresa com relação às vantagens competitivas.....	102
FIGURA 64 - Verificação da atitude da empresa frente a variações urgentes de demanda colocadas pelo cliente	103
FIGURA 65 - No caso desta empresa prestar serviços terceirizados para empresas clientes fabricantes, pode-se considerar que, em termos de compartilhamento da demanda futura estimada	103
FIGURA 66 - Dentre as empresas que compartilham informações de planejamento futuro em um sistema de parceria, pode-se afirmar que o horizonte de planejamento estimado de demanda é:.....	104
FIGURA 67 - Verificação do nível de desenvolvimento de um sistema de parceria, medindo-se o horizonte da demanda futura firme.....	104

FIGURA 68 - No que se refere à implantação de sistemas de gestão da qualida-de, a empresa:	105
FIGURA 69 - A empresa trabalha na implantação de um sistema de Qualidade Total do tipo TQC?.....	106
FIGURA 70 - Modelo proposto de sistema de gestão da produção	109
FIGURA 71 - Seqüência sugerida de implantação do sistema de gestão da produção	112

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- CCQ - Círculo de Controle de Qualidade
- CEP - Controle Estatístico de Processo
- CNC - Controle Numérico Computadorizado
- CP - Índice de Capabilidade
- CPM - *Critical Path Method*, Método do Caminho Crítico
- CQ - Controle de Qualidade
- CRP - *Capacity Requirements Planning*, Módulo de Cálculo de Capacidade
- DEI - Dificuldade, Economia, Impedimento
- DMADV - *Define, Measure, Analyze, Design, Verify*
- DMAIC - *Define, Measure, Analyze, Improve, Control*
- DMAMC - Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar
- DMAPA - Definir, Medir, Analisar, Projetar, Avaliar
- EAV - Engenharia e Análise do Valor
- ERP - *Enterprise Resources Planning*, Planejamento dos Recursos Empresariais
- FIRE - Função, Investimento, Resultado, Exeqüibilidade
- FMEA - *Failure Mode and Effect Analysis*, Análise de Efeito e Modo de Falha
- FMS - *Flexible manufacturing system*, Sistema Flexível de Manufatura
- GUT - Gravidade, Urgência, Tendência
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- ISO - *International Standardization Organization*, Organização Internacional de Normalização
- JIT - *Just-in-time*
- JUSE - *Japanese Union of Scientists and Engineers*, União Japonesa de Cientistas e Engenheiros
- KT - Kepner-Tregoe
- MIT - *Massachussets Institute of Technology*, Instituto de Tecnologia de Massachussets
- MPC - Mecanismo do Pensamento Científico

- MPT - Manutenção Produtiva Total
- MRP - *Material Requirements Planning*, Planejamento das Necessidades de Materiais
- MRP II - *Manufacturing Resources Planning*, Planejamento dos Recursos de Manufatura
- NBR - Norma Brasileira
- NPR - Número de Prioridade de Risco
- OPT - *Optimized Production Technology*, Tecnologia de Produção Otimizada
- PDCA - *Plan, Do, Check, Action*, Planejar, Fazer, Medir, Agir
- PDPC - *Process Decision Program Chart*, Carta do Programa de Decisão sobre o Processo
- PERT - *Program Evaluation and Review Technique*, Técnica de Avaliação e Revisão de Programa
- RPC - Resultado, Possibilidade, Custo
- SAP - Sistemas de Administração da Produção
- TDR - Teoria das Restrições
- TPE - Tempo de Preparação Externo
- TPI - Tempo de Preparação Interno
- TPM - *Total Productive Maintenance*, Manutenção Produtiva Total
- TQC - *Total Quality Control*, Controle da Qualidade Total
- TQM - *Total Quality Management*, Gerenciamento da Qualidade Total
- TRF - Troca Rápida de Ferramentas

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 - Questionário aplicado na pesquisa realizada junto às empresas do ramo metal-mecânico da Região da Grande Santa Rosa - RS.....	124
---	-----

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

GESTÃO DA PRODUÇÃO EM EMPRESAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE DO RAMO METAL-MECÂNICO DA REGIÃO DA GRANDE SANTA ROSA

Autor: João Antonio Cervi
Orientador: João Hélio Righi de Oliveira
Local e data da defesa: Santa Maria, 21 de dezembro de 2004

O presente trabalho propõe um modelo de sistema de gestão da produção voltado às empresas de pequeno e médio porte do ramo metal-mecânico, de maneira a atuarem com o foco na melhoria contínua e na obtenção de vantagem competitiva. Para cumprir os objetivos propostos, primeiramente buscou-se identificar as melhores práticas de gestão adequadas ao chão de fábrica e fundamentadas pela Engenharia de Produção. Para verificar a aplicabilidade dos conceitos foi realizada uma pesquisa junto às empresas do pólo metal-mecânico localizado na região da Grande Santa Rosa, noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Dentre as empresas pesquisadas contam-se prestadoras de serviços terceirizados e também fabricantes de produtos metálicos diversos, principalmente voltados ao segmento de mecanização agrícola. Verificou-se situações diferenciadas no contexto de como estas empresas gerenciam suas fábricas e que evidenciam que, com a implantação do sistema proposto, há a possibilidade de se obter melhorias substanciais em seus níveis de competitividade. Verificou-se também, através da pesquisa, que as referidas empresas, em sua maioria, incluindo-se as terceirizadas, já desenvolvem seus próprios produtos, reduzindo a dependência das grandes fabricantes.

Palavras-chave: gestão da produção, melhoria contínua, vantagem competitiva

ABSTRACT

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

GESTÃO DA PRODUÇÃO EM EMPRESAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE DO RAMO METAL-MECÂNICO DA REGIÃO DA GRANDE SANTA ROSA

*(Production management on small and medium enterprises of the
metal mechanic segment of the Region of Santa Rosa County)*

Author: João Antonio Cervi
Adviser: João Hélio Righi de Oliveira
Place and date: Santa Maria, december 21, 2004

This essay proposes a production management model adequate to the small and medium enterprises of the metal mechanic segment, as a way to work focused on continuous improvement and engaged to the competitive advantage. The planning to get that intention at first considered the identification of the best practices adequate to the shop floor management and based on the Industrial Engineering concepts. Then, to verify the applicability of that concepts it was organized a research next to the metal mechanic segment located on the region of Santa Rosa County, northwest of the State of Rio Grande do Sul, Brazil. Among the studied companies it can found subcontracted manufacturers and factories that produces their own products, all of them producing several metallic products, mainly including agricultural implements. It was verified different circumstances concerning the way these companies manages their factories and that evidentiates that, with the implementation of the proposed system, it is possible to obtain substantial improvements in their levels of competitive advantages. It was verified too, as a information of the research, that the refered companies, in a majority level, already developes and produces their own products, as a strategy to reduce their economic dependence to the great enterprises.

Key words: production management, continuous improvement, competitive advantage

1 INTRODUÇÃO

É inegável que durante as últimas décadas houve um crescimento na importância dos serviços no meio empresarial. Inclusive, esta evolução tem sido chamada de “A Revolução dos Serviços” (GAITHER & FRAZIER, 2001, p. 12). Autores referiram-se a isso para indicar que, na nova sociedade, os serviços seriam o tipo de atividade primordial. Porém, o que está sendo visualizado nos últimos anos é a percepção da revalorização da função manufatura.

Sabe-se da importância que os processos produtivos representam na geração do Produto Interno Bruto de todas as nações desenvolvidas e em desenvolvimento do mundo atual. E, ao par de sua crescente valorização, hoje, cada vez mais, organizações promotoras da evolução destas atividades surgem, universidades criam institutos de pesquisa e programas voltados à Engenharia de Produção e congressos são organizados para que se consiga acelerar a troca de experiências e a evolução tecnológica dos processos.

Com isso, independente da rapidez evolutiva dos sistemas produtivos no sentido da automatização e esta, em grande parte possibilitada pelo avanço da informática, a função produção certamente continuará a ser fator preponderante no desenvolvimento das condições de vida do ser humano.

1.1 Contextualização

A Região da Grande Santa Rosa, assim chamada por ter a cidade de mesmo nome como “cidade mãe”, está inserida na Região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Historicamente, sua ocupação deu-se a partir do início do Século XX, quando agrimensores demarcaram as terras e cuja intenção foi a formação de colônias e conseqüente ocupação territorial. Para aí vieram se instalar famílias oriundas de várias nacionalidades, sendo que, a partir de então e por longo período, a principal atividade desenvolvida foi a agropecuária de subsistência.

Em meados do mesmo século inicia-se a cultura da soja e, segundo consta, em Santa Rosa deram-se os primeiros plantios com esta oleaginosa, que tomou vulto nacional a partir de então.

No início, o plantio era executado de forma manual. Porém, à medida que as áreas cultivadas foram se alargando, começaram a surgir pequenos implementos agrícolas, os quais vieram possibilitar ganhos de produtividade e, conseqüentemente, novas expansões. Graças a essa demanda, formam-se pequenas ferrarias que se encarregam de prover o mercado com plantadeiras tracionadas por animais, trilhadeiras e arados, além de outros ferramentais para uso na propriedade.

A mecanização chega, então, às propriedades rurais, o que vem possibilitar aos fabricantes já existentes o crescimento empresarial. Um importante fato aconteceu no ano de 1965, quando então é fabricada a primeira colhedora automotriz brasileira, sendo produzida na cidade de Horizontina. Já nessa época outra empresa fabricava trilhadeiras em Santa Rosa, a qual, em pouco tempo, também passa a produzir colhedoras automotrizes. Nas cidades de Tuparendi e Três de Maio surgem fabricantes de semeadoras.

Ao final da década de 1960 a monocultura expande-se velozmente e empresas fabricantes de semeadoras passam a produzir maiores e melhores implementos. Nessa época os agricultores gaúchos vão em busca de novas terras, o que possibilita também um crescimento acentuado aos fabricantes locais, ao mesmo tempo em que iniciam as exportações.

Graças à qualidade apresentada pelas máquinas e implementos produzidos, grandes grupos privados nacionais e internacionais mostram-se interessados na participação societária das empresas fabricantes de colhedoras. À medida que vão ampliando sua participação, passam a introduzir novas formas de gestão, sendo que, no início dos anos 90, conceitos como Reengenharia e Terceirização passam a fazer parte do vocabulário e da vida dos gestores dessas empresas. Naquele momento, a fabricante sediada em Santa Rosa promove demissões em massa e passa a incentivar seus ex-colaboradores a criarem suas próprias empresas, de maneira que reduziu sua própria capacidade produtiva e transferiu-a para essas novas firmas. Por sinal, Giosa (1997, p. 37) comenta muito bem acerca do assunto Terceirização, referindo-se ao fato de que empresas formadas por ex-funcionários, devido às condições específicas de algumas atividades, “têm condições efetivas de

executá-las com a qualidade e sintonia esperadas, pois conhecem a cultura e a filosofia da organização mãe”. Com isso, a região vê surgirem diversas pequenas empresas preparando-se para o atendimento da grande, tendo como proprietários os anteriormente colaboradores de chão de fábrica.

Algumas dessas empresas sucumbiram com o passar do tempo, outras lutam para manter-se ativas e há as que cresceram e investem em novas formas de gestão e tecnologia de produção. Com a expansão da demanda, mais empresas surgiram. Inclusive, a subcontratação de serviços de manufatura também passa a ser percebida na região.

Hoje, as duas grandes empresas passaram a ser totalmente controladas por capitais estrangeiros, sendo de ressaltar que, justamente, os grupos proprietários são os dois maiores do ramo de máquinas e implementos agrícolas do mundo. Todo este contexto leva a Região ao status de um dos maiores pólos metal-mecânicos do segmento de máquinas e implementos agrícolas do Brasil e da América Latina.

1.2 O problema

O crescimento da atividade agrícola no Brasil e no mundo suscita o aumento da demanda por máquinas e implementos agrícolas. Em consequência, os fabricantes destes produtos passam a ampliar a terceirização de seus processos de manufatura, incentivando o fortalecimento e o surgimento de novas empresas prestadoras de serviços, que vêm aí a possibilidade de crescer e se destacar.

Por outro lado, a abertura das fronteiras comerciais entre os países do mundo, aliada à expansão das tecnologias da informação, estão reduzindo relativamente as distâncias. Em vista disso, as empresas regionais vêm-se diante de desafios iminentes, pois passam a contar com a potencial concorrência de fabricantes capacitados a prover produtos de qualidade, com preços competitivos e dentro de prazos de entrega hábeis.

Percebe-se, assim, que as pequenas e médias empresas regionais necessitam organizar seu sistema de gestão da manufatura, de maneira que possam fazer frente aos desafios potenciais citados.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Desenvolver um sistema de gestão da produção para as pequenas e médias empresas do ramo metal-mecânico da região da Grande Santa Rosa, RS, possibilitando sua atuação com o foco na melhoria contínua e na obtenção de vantagem competitiva.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar os processos de fábrica relativos às empresas referidas no objetivo geral;
- Verificar como essas empresas estão gerenciando seu sistema de produção, comparado às melhores práticas;
- Identificar técnicas da Engenharia de Produção adequadas para aplicação no ambiente fabril das empresas pesquisadas;

1.4 Delimitação do tema

O escopo da pesquisa é o de verificar a atual situação da gestão dos processos produtivos de fábrica, com o foco orientado às pequenas e médias empresas atuantes no ramo metal-mecânico e compará-los ao estado-da-arte. A partir daí é proposto um modelo de gestão.

O critério para identificação das empresas que se enquadram ao perfil definido é baseado na seguinte análise:

- O SEBRAE considera pequena empresa industrial a que conta com número de pessoas ocupadas de 20 a 99 ;
- O IGEA – Instituto Gaúcho de Estudos Automotivos considera pequena empresa a que conta entre 10 e 100 pessoas ocupadas e média, a empresa que emprega de 100 a 500 pessoas;
- Chiavenato (1991) considera pequena empresa a que conta com um número de funcionários entre 10 e 49, sendo média a que conta entre 50 a 500 funcionários.

Com base nos critérios acima, o presente trabalho abrange as empresas que contam entre 10 a 500 funcionários.

Com referência à área geográfica, é delimitada à Região da Grande Santa Rosa, composta por 21 municípios e localizada no noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. A área total abrangida pelos referidos municípios é de 5.544,891 km², o que corresponde a 1,968% da área do Estado do Rio Grande do Sul, que é de 281.748,538 km², conforme dados do IBGE (2004). Com relação à população, a região conta com 228.141 habitantes, o que representa 2,127% de um total de 10.726.063 habitantes no Estado, conforme estimativa do IBGE, para a data de referência de 1º de julho de 2004.

Ainda, como escopo da pesquisa, foram selecionadas empresas que manufacturam peças e componentes padronizados, sendo excluídas as que se envolvem na produção de itens para encomenda, tais como serralherias.

1.5 Estruturação do trabalho

O presente trabalho conta, inicialmente, com a introdução, onde aí é realizada a contextualização da pesquisa, apresentando a problematização, os objetivos geral e específicos e a delimitação do tema. Com este capítulo tem-se a idéia geral do trabalho.

O capítulo dois aborda a fundamentação teórica, onde se esclarece quais são os processos da produção metal-mecânica, a teoria fundamentada do planejamento da produção, dos sistemas de gestão da produção, do gerenciamento de processos, da melhoria contínua, da vantagem competitiva e das perdas relacionadas aos sistemas produtivos.

O capítulo três engloba os procedimentos metodológicos adequados à linha da pesquisa.

Na seqüência, o capítulo quatro apresenta a análise dos dados coletados na pesquisa e que se referem a como as empresas pesquisadas estão organizadas em seu sistema de produção.

No capítulo cinco, por sua vez, é apresentado o modelo de gestão proposto.

Por fim, são apresentadas as conclusões da pesquisa, levando-se em consideração os objetivos propostos, são tecidas considerações acerca da

contribuição científica do trabalho e propostos temas a serem explorados em outros trabalhos.

Encerra-se o trabalho com a bibliografia consultada e o anexo, contendo o roteiro para entrevistas aplicado na pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Através da revisão bibliográfica busca-se a apreensão e a atualização de conhecimentos relacionados ao tema proposto para o trabalho. É onde se constrói a fundamentação teórica proporcionada por autores e pesquisadores conceituados contemporaneamente ao momento da realização da pesquisa, sendo fundamental que o conteúdo estudado apresente características de argumentação atualizada em nível global. No caso presente, a percepção do enfoque globalizado se dá pelo fato das empresas enquadradas no escopo do trabalho estar inseridas em um contexto que envolve uma logística de suprimentos de abrangência mundial. Melhor dizendo, as empresas da região da Grande Santa Rosa se especializam na manufatura de componentes, principalmente direcionados para a grande indústria de máquinas agrícolas, esta sim já atuando em mercados internacionais. Por sua vez, estas grandes empresas mantêm um processo de desenvolvimento de fornecedores, independente de onde estejam e que sejam capazes de fornecer componentes que atendam a seus requisitos de qualidade, custos, rapidez de entrega e, por fim, que apresentem confiabilidade de entrega. Como se percebe, isto faz com que as empresas locais tenham que enfrentar o desafio da concorrência acirrada, sendo que seu concorrente pode estar localizado perto, ou até, do outro lado do planeta.

Deste modo, a presente revisão bibliográfica vai de encontro às melhores práticas de gestão da produção da atualidade, estando aqui organizada de maneira a abordar os seguintes temas: processos de manufatura do ramo metal-mecânico; sistemas de gestão; gerenciamento de processos; melhoria contínua; e vantagem competitiva. Assentam-se, pois, primeiramente, as bases conceituais, para que seja possível, após, desenvolver o sistema de gestão da produção proposto.

2.1 Processos de manufatura do ramo metal-mecânico

As empresas pertencentes ao ramo metal-mecânico apresentam processos de manufatura característicos, contando-se entre eles os seguintes: usinagem,

conformação, soldagem, fundição, tratamentos térmicos e pintura, além de montagem de conjuntos de peças metálicas.

É de se ressaltar, porém, que, atualmente, existem empresas na região que processam materiais não-metálicos, as quais também se integram na cadeia produtiva de implementos agrícolas e, portanto, podem perfeitamente ser beneficiadas pela contribuição da pesquisa. Assim mesmo, estas empresas não fazem parte da pesquisa de campo do presente trabalho.

Para Ferraresi (1977, p. xxv), operações de usinagem são aquelas que produzem cavaco no momento de “conferir à peça a forma, ou as dimensões ou o acabamento, ou ainda uma combinação qualquer destes três itens”. O referido autor ainda define cavaco como sendo “a porção de material da peça, retirada pela ferramenta, caracterizando-se por apresentar forma geométrica irregular”.

Por outro lado, operações de conformação são entendidas pelo mesmo autor como aquelas que visam dar à peça a forma desejada através da deformação plástica do metal. Por deformação plástica entende-se aquela em que a peça não mais retorna ao formato original ao sofrer o processo de conformação.

Tratando-se de soldagem, Wainer (1979, p. 3) explica que vem a ser a “técnica de reunir duas ou mais partes constitutivas de um todo, assegurando entre elas a continuidade do material e, em conseqüência, suas características mecânicas e químicas”. Normalmente, há desprendimento de grande quantidade de calor, tendo-se, por conseguinte, a fusão do metal nas partes de contato, havendo aí a ligação definitiva.

Siegel (1978, p. 2) afirma que “fundição vem a ser a conformação de um metal no estado líquido”. Para que o metal atinja o estado líquido, passa por um processo de aquecimento, sendo em seguida vertido em moldes, onde solidificar-se-á, adquirindo a forma desejada.

Referente a tratamentos térmicos, Colpaert (1974, p. 216) coloca que estes “consistem, essencialmente, em aquecer o material a uma certa temperatura e esfriá-lo em determinadas condições”. Por outro lado, Chiaverini (1979) refere-se à finalidade de um tratamento térmico como sendo a de alterar as propriedades do metal ou conferir-lhe características determinados, adequando-o às exigências de seu uso. Alguns objetivos dos tratamentos térmicos são o aumento ou diminuição de dureza, remoção de tensões internas e melhoria da resistência ao desgaste.

Os processos de pintura e montagem são auto-explicativos.

Todos os processos relacionados compõem aquele que é denominado o macroprocesso da manufatura metal-mecânica.

É de se ressaltar que, para que os processos de manufatura relacionados aconteçam, normalmente se faz necessária a confecção e utilização de ferramental apropriado. Dado que a elaboração de ferramental constitui-se de atividade especializada, o que, de acordo com Giosa, *op.cit.*, constitui-se em prerrogativa para a terceirização, atualmente já surgem na região empresas cujo negócio é o de ferramentaria. Isto também vem contribuir para a afirmação da cadeia produtiva do pólo metal-mecânico da Região da Grande Santa Rosa.

2.1.1 Processos de serviços de apoio à manufatura

Para que o chão de fábrica possa desempenhar sua real função de produzir, a estrutura organizacional fabril conta com os chamados processos de serviços, os quais, juntamente com os processos de manufatura, compõem o sistema de produção da indústria. A função dos processos de serviços é prover organização e otimização ao uso dos recursos disponíveis.

Os processos de serviços à manufatura são muitos, podendo-se citar alguns:

- manutenção de instalações e de equipamentos;
- planejamento e controle da produção;
- aquisição;
- controle de estoques;
- gestão de custos;
- métodos e processos;
- logística interna;
- gestão da qualidade;
- gestão ambiental;
- gestão da segurança e saúde ocupacional;
- gestão do conhecimento.

2.2 Planejamento da produção

As quatro principais funções – finanças, marketing, produção e engenharia - de uma empresa industrial precisam ter claro qual o caminho a ser traçado a longo prazo, de maneira que todas trabalhem sintonizadas, somando esforços para que os resultados alcancem o planejado.

Plossl (1993) chama atenção para o que denomina Hierarquia de Planejamento. Trata-se de organizar o planejamento desde o longo prazo até o curtíssimo. Assim, o referido autor identifica a necessidade de quatro níveis básicos de planos: planos estratégicos; planos empresariais; planos de produção; e programas-mestres de produção.

Os planos estratégicos representam o planejamento de mais longo prazo na hierarquia, podendo normalmente atingir um horizonte de cinco anos. Tratam de questões como a missão da empresa, qual ou quais mercados servir e da definição das estratégias a serem conduzidas pelas quatro funções principais.

Quanto aos planos empresariais, dizem respeito a prazos bem menores de tempo, em torno de dois anos, sugere o referido autor. Os planos empresariais concentram-se em análises de produtos: quais deveriam ser suprimidos? Quais estão ganhando mercado? Que novos produtos criar? Quais as tendências de ação da concorrência?

Os planos de produção concentram-se no modo de viabilizar a manufatura dos produtos previstos, identificando necessidades de pessoal, de materiais, de equipamento, de introdução de novas tecnologias de processo e de espaço adicional na fábrica. Suas informações referem-se a grupos ou famílias de produtos.

Os programas-mestres de produção, por sua vez, informam quais e quantos produtos serão produzidos, em previsões que poderão estar distribuídas em intervalos semanais e em horizontes de tempo de no máximo um ano.

Os produtos previstos nos programas-mestres de produção chegam ao chão de fábrica através do uso de *softwares* específicos para controle da produção, os quais são examinados no próximo item.

2.3 Sistema de gestão da produção

O conjunto de palavras “sistema de gestão da produção” encerra um significado e uma intenção, porquanto deve ser elucidado já de início, sendo fundamental seu entendimento, tendo em vista os objetivos a que se propõe atingir com o presente trabalho.

De acordo com Chiavenato (1991, p. 42), “um sistema é um conjunto de partes inter-relacionadas que existem para atingir a um determinado objetivo”.

Gestão, no parecer da Norma NBR ISO 9000:2000 (2000, p. 8) diz respeito às “atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização”.

Seguindo o entendimento da referida Norma, sistema de gestão vem a ser um “sistema para estabelecer política e objetivos, e para atingir estes objetivos”.

Por outro lado, segundo Martins & Laugeni (1998, p. 1), a função produção é “entendida como o conjunto de atividades que levam à transformação de um bem tangível em um outro com maior utilidade”.

Do exposto, pode-se entender que um sistema de gestão da produção, para atender ao escopo do presente trabalho, vem a ser um conjunto sistêmico de atividades inter-relacionadas e coordenadas para dirigir e controlar uma empresa, tendo como objetivos o foco na melhoria contínua e a obtenção de vantagem competitiva, no que diz respeito à função produção.

É importante destacar o fato de que, neste trabalho, o conceito da palavra produção, conforme exposto anteriormente, tem a conotação idêntica ao que determinados autores denominam manufatura.

Para que as empresas possam efetivamente desenvolver um gerenciamento eficiente e eficaz de seus processos de manufatura, mister se faz a identificação de suas reais necessidades e suas características produtivas ligadas ao contexto em que estão inseridas. Com isso será possível a opção pelo sistema de gestão mais apropriado ou, ainda, pela adoção de sistemas integrados.

De acordo com a definição de Correa & Gianesi (1993, p. 42),

Sistemas de Administração da Produção (SAP) são sistemas que provêem informações que suportam o gerenciamento eficaz do fluxo de materiais, da utilização de mão-de-obra e dos equipamentos, a coordenação das atividades internas com as atividades dos fornecedores e distribuidores e a comunicação/interface com os clientes no que se refere a suas necessidades operacionais. O ponto chave nesta definição é a necessidade gerencial de usar as informações para tomar decisões inteligentes.

Há de se considerar também que, segundo os autores citados, um adequado sistema de gestão vai possibilitar a tomada de decisões, não só operacionais, como também estratégicas, pois, neste sentido, afetam os níveis de desempenho do sistema de produção e, por conseguinte, “afetam a forma com que a própria organização compete e é vista pelo mercado”.

Além disso, hoje, mais do que nunca, a empresa necessita ter as medidas e os indicadores de desempenho de sua produção monitorados em tempo real, conforme colocam Pires e Carpinetti (2000, p.51).

Levando-se em conta o que está sendo considerado “as melhores práticas de gestão da manufatura”, somado à visão da “fábrica do futuro”, da “manufatura enxuta” e, ainda, ligado ao conceito de Sistemas Produtivos de Manufatura Integrada - SPMI (BLACK, 1998), é possível fazer-se referência a alguns sistemas e ferramentas de gestão:

- *Just-In-Time* - JIT;
- *Kanban*;
- Planejamento das Necessidades de Materiais - MRP;
- Planejamento dos Recursos de Manufatura - MRP II;
- Planejamento de Capacidade de Curto Prazo - CRP;
- Programação da Produção com Capacidade Finita;
- Planejamento de Recursos Empresariais - ERP;
- Tecnologia de Produção Otimizada - OPT;
- Manufatura Celular;
- Sistemas Flexíveis de Manufatura - FMS;
- Manutenção Produtiva Total - TPM;

A grande maioria dos sistemas e das ferramentas de gestão já podem ser assimilados pelas pequenas e médias empresas, sendo que elas necessitam estar atentas para a estruturação de seu sistema de produção, de modo a obter vantagem competitiva em manufatura, fazer frente à concorrência de nível globalizado e, assim, poder experimentar um crescimento saudável e duradouro, inclusive com a expansão de sua área de atuação.

Antes de discorrer sobre a gestão da manufatura, é necessário fazer-se referência ao conjunto de práticas denominado “manufatura enxuta” ou mesmo “produção enxuta”, devido a apresentar características comuns ao escopo do presente trabalho.

Conforme Womack *et al.* (1992) a expressão Produção Enxuta foi definida pelo pesquisador John Krafcik, do MIT - *Massachusetts Institute of Technology*, onde este coloca que é enxuta por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: operários na fábrica; espaço para fabricação; investimento em ferramentas; horas de planejamento para desenvolver novos produtos; estoques no local de fabricação; menos defeitos; e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos.

O fato é que os fabricantes que a adotam estão continuamente em busca dos objetivos de redução de estoques, de eliminação de desperdícios e da customização, ou seja, da personalização dos produtos.

A Manufatura Enxuta tem sua origem baseada no Sistema Toyota de Produção (RAGO *et al.*, 2003) e, por conseguinte, a partir da filosofia *Just-in-Time* (WALLACE & STAHL, 2003). Para que possa ser viabilizada, lança-se mão de filosofias, métodos, técnicas e ferramentas organizacionais, conforme explanado a seguir. Shah & Ward (2003) ressaltam que o conjunto de práticas da Manufatura Enxuta contribui substancialmente para a performance operacional da fábrica.

2.3.1 *Just-in-Time* (JIT)

A atualidade na gestão da manufatura é conseqüência da evolução nos sistemas produtivos após a 2ª Guerra Mundial, sendo tomado como referência o desenvolvimento do que foi denominado Sistema Toyota de Produção. Até então, os conceitos da produção em massa, ou fordismo, como também ficou conhecido o sistema de produção desenvolvido por Henry Ford, dominavam o contexto fabril.

As condições macro-econômicas que possibilitaram o desenvolvimento da produção em massa deixaram de existir com a ocorrência da crise do petróleo na década de 1970, conforme informado por Schonberger (1988). Os fabricantes japoneses, que já vinham de um ambiente restrito de consumo, tiveram aí as condições para se sobressaírem. Assim, nas últimas décadas o que se viu foi a

exigência crescente de personificação dos produtos, ambiente propício para o triunfo do que se convencionou chamar *Just-in-Time*, abreviatura JIT.

Schonberger *op.cit.* afirma que, apesar de ser natural manufaturas de fluxo contínuo utilizarem-se do conceito JIT, do mesmo modo que Ford também tê-lo utilizado, o fato é que por sua linha de montagem passava somente um modelo de carro e de uma só cor. Foram os japoneses, justamente, os que desenvolveram a metodologia disseminada mundialmente, utilizando-o em linhas de montagem com grande variação de modelos, fabricando diariamente somente o que já era vendido.

Shingo (1996a, p.103) explica que “em japonês, as palavras para *Just-in-Time* significam ‘no momento certo’, ‘oportuno’”, isto quer dizer que cada processo deva ser abastecido com componentes necessários, na quantidade e no momento necessário.

Segundo Hutchins (1993, p. 20) “a principal meta do JIT é o atingimento de ‘estoque zero’, confinado não apenas dentro de uma só empresa, mas através de toda uma cadeia de suprimentos”, envolvendo também seus fornecedores. Trata-se, portanto, de uma meta a ser perseguida continuamente pela manufatura.

Estoques devem ser evitados, pois representam espaço utilizado inutilmente, considerável custo de manuseio, custos financeiros e capital de giro mais baixo. Além disso, grandes perdas ocorrem quando estoques não vendidos devem ser descartados por obsolescência. Contra isso, Shingo (1996b, p. 61) sugere que a produção estimada seja substituída pela produção garantida, evitando-se o trabalho elaborado sob incerteza.

Reduzir os ciclos de produção é outra forma de possibilitar a minimização de estoques. Tempo de ciclo, conforme Tubino (1999, p. 112), “é o intervalo de tempo entre a saída de produtos acabados”. Para reduzir os ciclos de produção, Shingo *op.cit.* sugere as seguintes ações:

- eliminar o transporte, unindo várias máquinas de acordo com o fluxo do processo;
- adotar fabricação e transferência unitária de peças e eliminar as esperas de lote, com o objetivo de reduzir drasticamente os ciclos de produção;
- evitar a produção excessiva de produtos e minimizar o ciclo de produção, processando lotes pequenos e separados;
- adotar a TRF ou a troca de ferramentas em um único toque visando a reduzir drasticamente os tempos de *setup*;

- usar a lógica da inspeção na fonte e o sistema *poka-yoke* com o intuito de alcançar o defeito zero e a quebra zero dos equipamentos;
- tornar a produção com estoque zero possível através do sistema de manufatura flexível, sensível a flutuações de demanda;
- usar um sistema de superprodução quando for exigida entrega imediata.

Por outro lado, deve-se reduzir os *lead times* produtivos, os quais, segundo Tubino (1999, p. 111) representam “uma medida do tempo gasto pelo sistema produtivo para transformar matérias-primas em produtos acabados”. Corrêa & Ganesi (1993), por sua vez, destacam que o *lead time*, quando diz respeito a um item comprado, refere-se ao tempo decorrido desde a colocação do pedido de compra até o recebimento do material comprado. Em se tratando de item fabricado, o *lead time* refere-se ao tempo decorrido desde a liberação de uma ordem de produção até que o item fabricado esteja pronto e disponível para uso.

2.3.1.1 Troca rápida de ferramentas e produção em pequenos lotes

A troca rápida de ferramentas desenvolvida na Toyota caracterizou-se por possibilitar a drástica redução do tempo de preparo nas operações de manufatura, passando de horas para minutos. A consequência foi a redução no tamanho dos lotes, conforme Ohno (1997) e uma maior sincronia na produção. Com isso, passou-se a obter mais flexibilidade na fábrica e foi aberto o caminho para a customização em massa, ou seja, a personalização crescente das linhas de produtos.

Shingo (2000, p. 44) percebeu que as operações de *setup*, isto é, de preparo de máquina para processamento de nova operação, são de dois tipos diferentes:

- *Setup* interno (TPI – Tempo de Preparação Interno), tais como a montagem ou remoção das matrizes, que podem ser realizadas somente quando a máquina estiver parada.
- *Setup* externo (TPE – Tempo de Preparação Externo), tais como o transporte das matrizes já utilizadas para o almoxarifado ou o transporte das novas para a máquina, operações que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento.

Com isso, a TRF advoga que todas as operações de preparo da matriz que possam ser realizadas antes de instalá-la na máquina, devem ser identificadas e realizadas como tal. É o *setup* externo. Deste modo, reduz-se muito o tempo total de *setup*. Por outro lado, para redução também do tempo de preparo interno, a

ferramenta (matriz) deve ser projetada de maneira a possibilitar posicionamentos e ajustes rápidos, ou até, a eliminação destes.

Após a utilização e remoção da matriz, deve ser desenvolvido o procedimento de executar sua manutenção, para que esteja em condições de uso na próxima vez que for utilizada.

2.3.1.2 Inspeção 100% e dispositivos à prova de erro – *poka-yoke*

Podem ocorrer erros durante as operações, quando até os melhores trabalhadores estão sujeitos a isto. Para evitar que algo neste sentido aconteça, é recomendável o desenvolvimento de dispositivos de detecção física à prova de erros, ou seja, *poka-yoke*. Um dispositivo *poka-yoke* ajuda a atingir a totalidade de produtos aceitáveis.

Este recurso, segundo Shingo (1996a, p. 151), age no sentido de auxiliar a inspeção 100%, ou seja, a inspeção da totalidade dos itens produzidos e segue o conceito de que “a inspeção deve prevenir os defeitos e não simplesmente encontrá-los”. Além disso, neste método, quando um erro é detectado, o equipamento é imediatamente paralisado, não sendo acionado novamente até que seja eliminada a causa do erro.

Shingo *op.cit.* também identifica algumas técnicas de inspeção, das quais a manufatura pode dispor e os tipos de dispositivos *poka-yoke* adequados, conforme visualizado na figura 1.

Porém, ainda é preciso identificar a função a que pode ser destinado cada tipo de dispositivo e o método apropriado, de acordo com a figura 2.

Na verdade, a seqüência correta para o bom casamento entre inspeção e dispositivos à prova de erros é a seguinte:

- a) identificar o sistema de inspeção que melhor satisfaz as necessidades de um determinado processo;
- b) identificar o método *poka-yoke*, de controle ou advertência, que seja capaz de satisfazer a função de inspeção desejada;
- c) definir o tipo ou *design* do dispositivo *poka-yoke*, seja de contato, de conjunto ou de etapas.

Assim, será bem aplicado seu conceito.

Tipos de inspeção	Formas de inspeção preventiva	Dispositivos apropriados de acordo com a forma de inspeção
Inspeção sensorial: depende da avaliação e sentidos humanos. Ex.: concentração de cor	Inspeção sucessiva: os trabalhadores checam o trabalho realizado pelos colegas. Só deve ser adotada quando nem a auto-inspeção, nem a inspeção na fonte forem viáveis.	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositivos que obstruem defeitos através da verificação de erros no processo precedente impedindo-os de seguirem ao próximo, em caso positivo; • Dispositivos que impedem o início de um processo se alguma peça do processo anterior tiver sido esquecida.
Inspeção física: não depende dos sentidos humanos e emprega diversos instrumentos de detecção.	Auto-inspeção: cada trabalhador é responsável por encontrar e corrigir defeitos gerados na própria operação	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositivos que impedem uma peça de encaixar em um gabarito se algum erro operacional tiver sido feito; • Dispositivos que impedem uma máquina de iniciar o processamento se houver algo errado com a peça que está sendo trabalhada; • Dispositivos que impedem uma máquina de iniciar o processamento se algum erro operacional tiver sido feito; • Dispositivos que corrigem erros operacionais ou de movimento e permitem que o processamento prossiga.
	Inspeção na fonte: previne a ocorrência de defeitos, através do controle das condições operacionais.	

Fonte: adaptado de Shingo (1996a).

FIGURA 1 – Técnicas de inspeção x dispositivos *poka-yoke*

Função	Tipo
Função corretiva ou de detecção: usados para corrigir erros.	<ul style="list-style-type: none"> • método de controle: quando o <i>poka-yoke</i> é ativado, a máquina ou a linha de processamento pára, de forma que o problema pode ser corrigido; • método de advertência: quando o <i>poka-yoke</i> é ativado, um alarme soa ou uma luz sinaliza, visando alertar o trabalhador.
Função de ajuste ou de regulação	<ul style="list-style-type: none"> • método de contato: identifica os defeitos em virtude da existência ou não de contato entre o dispositivo e alguma característica ligada à forma ou dimensão do produto; • método de conjunto: determina se um dado número de atividades previstas são executadas; • método das etapas: determina se são seguidos os estágios ou operações estabelecidos por um dado procedimento.

Fonte: adaptado de Shingo (1996a).

FIGURA 2 – Funções e métodos de uso dos dispositivos *poka-yoke*

2.3.1.3 Automação

Autonomação é a palavra definida no Sistema Toyota de Produção para o que lá se denomina como pré-automação ou automação com toque humano e é considerada como o estágio anterior à automação total. Para que uma máquina seja totalmente automatizada, ela deve ser capaz de detectar e corrigir os seus próprios problemas operacionais e, no entendimento de Shingo (1996a), é viável desenvolver-se equipamentos que detectem problemas, deixando a correção para o operador, ao contrário da automação total, por ser muito dispendiosa.

Shingo *op.cit.* defende a idéia de que a autonomação deve ser vista como o principal meio para se atingir as reduções do custo de mão-de-obra. Os trabalhadores podem ser vinculados a mais de uma máquina, otimizando-se, assim, o aproveitamento da mão-de-obra. Os passos necessários para se chegar à pré-automação são apresentados na figura 3.

Mecanização do trabalho manual	1. automatização das operações essenciais	Automação de usinagem, processamento, etc.
	2. automatização das operações auxiliares	Automação da fixação e remoção de peças nas máquinas, operação de interruptores, etc.
	3. automatização das folgas de trabalho	Automação do fornecimento do óleo de corte, remoção de retalhos ou cavacos, etc.
	4. automatização das folgas entre operações	Automação do fornecimento de materiais, estocagem do produto, etc.
Mecanização do trabalho intelectual	5. Automatização da detecção de problemas	Tipo S: detecta as causas das anormalidades; Tipo R: detecta os resultados das anormalidades.
6. O trabalhador escolhe uma solução apropriada e a executa.		

Fonte: adaptado de Shingo (1996a).

FIGURA 3 – Passos para a pré-automação

Em resumo, os esforços relacionados ao JIT objetivam: zero defeitos, tempo zero de preparação, estoques zero, movimentação zero, quebra zero, *lead time* zero e lote unitário. São metas bastante arrojadas, porém garantem o esforço no sentido da melhoria contínua.

2.3.2 Kanban

O método *Kanban* de controle da produção é tido como idéia desenvolvida por Taiichi Ohno durante a década de 1950, quando era vice-presidente da empresa japonesa fabricante do ramo automobilístico, *Toyota Motor Company*. Em uma de suas visitas aos Estados Unidos, ao observar o princípio de abastecimento das prateleiras de supermercados americanos, onde eram repostas somente as mercadorias consumidas, Ohno (1997, p. 45) percebeu que poderia aplicá-lo ao sistema produtivo da empresa, mediante a introdução de um controle visual no chão de fábrica. Assim surgiu o *kanban*.

Segundo Schonberger (1992, p. 171) “literalmente traduzido, *kanban* significa ‘registro visível’ ou ‘placa visível’. De modo mais geral, toma-se a palavra *kanban* como significando ‘cartão’”.

Shingo (1996a) argumenta que o método *Kanban* possibilita a busca do objetivo de eliminar os estoques de produtos acabados e produzir somente de acordo com os pedidos de produtos vendidos, isto é, apenas o que o consumidor adquiriu. Assim, é tido como um dos instrumentos essenciais para a implantação do sistema *Just-in-time*.

2.3.2.1 Sistemas de produção de “empurrar” e de “puxar”

Tradicionalmente, desde que Henry Ford criou o sistema de produção em massa, os métodos de programação para a manufatura baseavam-se em produzir, baseados em previsões de vendas futuras, que na verdade eram incertas no que diz respeito aos modelos de produtos, às quantidades e aos prazos de entregas. A consequência para este sistema de produção, normalmente, é o acúmulo de estoques e obsolescência dos produtos. Este sistema é identificado como de produção por “empurrar”. Nele, as ordens/roteiros de produção direcionam o fluxo dos materiais através dos postos de trabalho até a linha de montagem.

Contrariamente, com referência ao sistema de “puxar” a produção, Moura (1996, p. 159) argumenta que se trata de produzir somente o que foi vendido. Ou, também, conforme Oishi (1995, p. 215), “o usuário vai buscar o material necessário para seu serviço no momento que necessitar”. Deste modo, o fluxo de informações para a fabricação segue o caminho inverso ao do fluxo produtivo, isto é, vem desde a linha de montagem e vai sendo conectado às estações de trabalho anteriores, virtualmente “puxando” a produção, conforme se pode observar na figura 4.

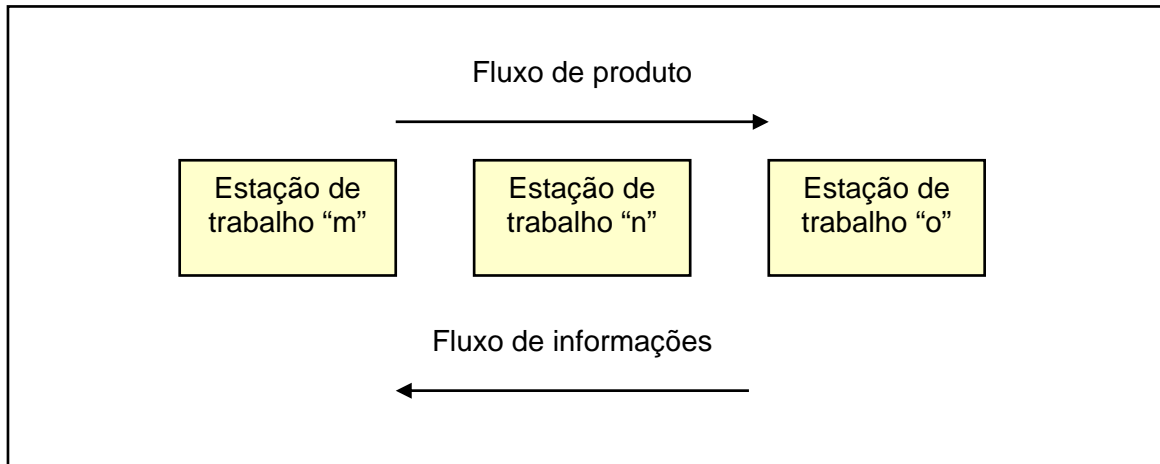


FIGURA 4 – Conceito do sistema de “puxar” a produção

2.3.2.2 Tipos de cartões *kanban*

Shingo (1996a, p. 214) identifica dois tipos de *kanban*, de acordo com suas funções:

- *kanban* de produção – serve como etiqueta de identificação e de instrução de tarefa;
- *kanban* de movimentação – serve como etiqueta de identificação e de transferência.

O *kanban* de produção é uma ordem de produção e autoriza a fabricação do item identificado em sua face. Por sua vez, o *kanban* de movimentação somente autoriza o transporte do item identificado para o ponto de uso. Tubino (1999) acrescenta que os cartões de movimentação são utilizados quando os centros de trabalho produtor e consumidor estão distantes.

Ainda pode ser identificado o *kanban* de fornecedor, o qual autoriza um fornecedor externo da empresa a produzir e entregar o especificado no cartão.

É importante ressaltar que, para o aperfeiçoamento contínuo do sistema *Kanban*, deve-se buscar a redução do número de cartões utilizados.

2.3.3 Planejamento das necessidades de materiais - MRP

O que se convencionou identificar por MRP, na verdade, é um *software*, cuja função é a de possibilitar o gerenciamento dos materiais da fábrica. Foi desenvolvido

durante os anos 1960, com a possibilidade de se utilizar o computador para o processamento de informações. É uma abreviatura das palavras *material requirements planning* e que significam: planejamento das necessidades de materiais. Assim, trata-se de “uma sistemática para dimensionar a quantidade necessária de materiais ou peças componentes, ao longo do tempo, para produção de um mix de produtos, obedecendo ao planejamento de produção e considerando os prazos de entregas” (OISHI, 1995, p. 180). “A partir da data e da quantidade em que um produto final é necessário, obtém-se as datas e as quantidades em que suas partes componentes são necessárias” (MOREIRA, 1998, p. 529).

O MRP se utiliza de um conjunto de informações de entrada que, ao serem processadas, geram um conjunto de informações de saída, úteis para o gerenciamento dos suprimentos da fábrica. Como dados de entrada necessários contam-se: lista de materiais ou estrutura do produto; informações relacionadas ao controle de estoques; e o plano mestre de produção. Como dado de saída tem-se o relatório de suprimento de materiais.

2.3.3.1 Lista de materiais ou estrutura do produto

Segundo Slack *et al.* (1996, p. 452) “uma lista de materiais mostra quais e quantos itens são necessários para fabricar ou montar outros itens”. Através da lista de materiais pode-se perceber que alguns itens formam outros, que, por sua vez, formam terceiros e assim por diante. Isto é denominado no MRP por níveis da estrutura. Estas informações são necessárias para que o software possa efetuar cálculos das quantidades demandadas.

2.3.3.2 Informações de controle de estoques

Estas informações dizem respeito à política de níveis de estoques, incluindo o dimensionamento de estoques mínimos; também refere-se à renovação, envolvendo os *lead times* de ressurgimento e, conseqüentemente, à determinação dos pontos de pedido para todos os componentes a serem adquiridos.

2.3.3.3 Programa mestre de produção

Como visto anteriormente no item 2.2 o programa mestre de produção trabalha nos níveis de detalhe sobre quais produtos, quantos e quando devem ser produzidos. Isto em prazos e horizontes de semanas, podendo ser até de dias.

O MRP, então, interage com o setor de compras, reunindo as informações das listas de materiais, dos métodos de controle de estoques utilizados na empresa e do programa-mestre de produção, fornecendo a informação do que e quanto adquirir e os respectivos prazos de recebimento.

2.3.4 Planejamento dos recursos de manufatura - MRP II

A princípio uma ferramenta para gerenciamento de materiais, o MRP evoluiu, graças ao incremento dos recursos da informática, na metade dos anos 1970, para “um método de planejamento total de todos os recursos de manufatura, necessários para a fabricação dos produtos de uma empresa” (MOURA, 1996, p. 155), vindo, então, a ser identificado por MRP II.

Com o MRP II passou a ser possível atender aos requisitos de gerenciamento do chão de fábrica. A partir daí a programação da produção pôde ser viabilizada com o uso do computador, através da alimentação de dados referentes aos recursos da manufatura, tais como: capacidade de carga de máquinas; número de operadores de máquinas; *lead times* produtivos e tempos de produção; roteiros de operações; acrescido das informações que o MRP já disponibilizava. Assim, o rápido processamento destes dados permitiu que a manufatura passasse a informar rapidamente à área comercial o tempo necessário para entrega dos produtos solicitados para fabricação.

2.3.4.1 Módulo de cálculo de capacidade - CRP

Na verdade, segundo Corrêa *et al.* (1997), devido a que o MRP não considera limitações de capacidade de produção em seu método de cálculo, é através do CRP – módulo de cálculo de capacidade, *capacity requirements planning* – que o sistema MRP II pode disponibilizar os dados de prazos de entrega para os setores

interessados. Portanto, o objetivo do CRP é gerar o plano viável e detalhado de produção.

A partir das informações geradas pelo CRP quanto a necessidades de capacidade para cada centro de trabalho, período por período, é possível, então, ao programador, tomar as providências viáveis, tais como, antecipação ou adiamento de ordens, estudos para a adequação como solicitação de horas-extras, implantação de turnos extras de trabalho ou a decisão pela subcontratação de serviços externos à empresa.

Para o chão de fábrica seguem, após, as ordens/roteiros de produção com as informações de quantidades a manufaturar e operações a processar.

2.3.5 Programação de capacidade finita

Devido a que a ferramenta MRP assume disponibilidade de capacidade infinita, o que não representa a realidade, Rago *et al.* (2003, p. 267) enfatizam que, “isto tem levado muitas empresas a optar por pacotes especialistas de programação de capacidade finita, que levam em conta as restrições das instalações de produção de cada fabricante”. Porém, a adoção da programação de capacidade finita não elimina a necessidade do uso do sistema MRP/ERP.

Os sistemas de suporte à decisão, como são chamados os softwares de programação de capacidade finita, são desenvolvidos para o uso através de outros sistemas e geram informações aplicando regras, algoritmos ou programação linear. Sua função é auxiliar tarefas ligadas ao planejamento, à modelação e à programação do chão de fábrica, possibilitando ao usuário avaliar diferentes cenários.

2.3.6 MRP II + *Just-in-time* com *Kanban* = MRP III

De acordo com Ohno (1997), *Just-in-time* significa que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessárias e somente na quantidade necessária. No bojo

desta questão, outros objetivos são perseguidos, tais como, a redução contínua de inventário, tendendo a chegar em zero e a redução no tamanho dos lotes de produção, até obter-se a transferência unitária. Para que isso se concretize, o *Kanban* é a ferramenta adequada, podendo se perceber que traz benefícios nos pontos que antecedem o estágio da montagem.

Por outro lado, devido à complexidade da composição dos implementos agrícolas, o MRP II é utilizado para a programação e controle nos processos de usinagem, conformação e solda. Após isso, para que se possa integrar o *Kanban* ao MRP II, este último dispõe de um recurso onde os processos a serem operacionalizados pelo primeiro são transformados em “fantasmas”. Isto possibilita que estes processos não recebam ordens de produção e possam, então, obedecer aos padrões *Kanban*. A partir daí, conforme asseguram Ritzman *et al.* (1996), no JIT as baixas do inventário geralmente são feitas através de dedução posterior, com base na produção completada em pontos fixados de dedução na fábrica.

2.3.7 Planejamento dos recursos empresariais - ERP

Com a evolução dos recursos da informática, as diversas funções empresariais passaram a ser atendidas por softwares de auxílio operacional e gerencial. Surgiram fornecedores de softwares especializados em cada área do conhecimento empresarial, envolvendo recursos humanos, contabilidade, finanças, marketing, vendas, logística, manufatura, projeto, entre outros.

O passo adiante foi a organização de um software integrador de todos os outros, surgindo então o conceito do ERP – *Enterprise Resources Planning*, ou seja, Planejamento dos Recursos Empresariais. Pode-se, então, enunciar o ERP como sendo um sistema de informação para a “integração entre as várias áreas e setores funcionais da organização, todas compartilhando uma mesma base de dados única e não redundante” (CORRÊA *et al.*, 1997, p. 324).

No início um componente utilizado somente por grandes empresas, devido a seu alto custo, hoje já sua tecnologia foi absorvida pelas pequenas empresas de software, o que tornou o ERP passível de ser implantado também nas pequenas empresas.

A estrutura de um sistema ERP é modular, isto é, cada função empresarial é atendida por um módulo específico e independente dos demais. Significa dizer que cada empresa pode optar por adquiri-lo completo ou composto com os módulos que sejam de seu interesse.

Um sistema ERP típico poderia ser composto pelos seguintes módulos: cadastro, estoques, pcp, custos, vendas, finanças, contabilidade, recursos humanos e controle patrimonial.

Yen & Sheu (2004) ressaltam que, para que se obtenha êxito na implantação de um sistema ERP, que o mesmo esteja alinhado com as estratégias competitivas da empresa. Por outro lado, o ERP possibilita às organizações a visualização de novas formas de obtenção de vantagem competitiva. “Estas empresas estão encontrando a vantagem através da *web* e do *e-commerce*, onde é oferecida aos clientes uma vasta gama de opções de produtos e serviços” (RAGO *et al*, 2003, p.221).

2.3.8 Tecnologia de produção otimizada - OPT

A Tecnologia de Produção Otimizada – *Optimized Production Technology, OPT* – é uma técnica de gerenciamento da produção baseada na Teoria das Restrições – *Theory of Constraints* – a qual foi desenvolvida pelo físico Eliyahu Goldratt.

Como pressuposto básico, a Teoria das Restrições parte do princípio que a meta de uma empresa é ganhar dinheiro. A manufatura pode contribuir para isso atuando sobre três elementos, que são:

- Ganho: é o índice pelo qual o sistema gera dinheiro através das vendas;
- Inventário: é todo o dinheiro que o sistema investiu na compra de coisas que ele pretende vender;
- Despesa operacional: é todo o dinheiro que o sistema gasta a fim de transformar o inventário em ganho (GOLDRATT & COX, 1993, p.69-70).

Então, de acordo com a teoria, uma empresa deve atingir os objetivos de aumentar o fluxo, reduzir o estoque e reduzir a despesa operacional, com o que estará melhorando seu desempenho geral. Para que a empresa maximize estes objetivos, o sistema OPT considera que há quatro áreas a serem repensadas,

especialmente com relação à programação de atividades. A figura 5 explica sucintamente estas questões.

ÁREAS DE ANÁLISE	PRESSUPOSTOS
1. Tipos de recurso: são elementos necessários à produção, como pessoas, equipamentos, dispositivos, instrumentos de medição, espaço, etc. Dividem-se em recursos gargalos e recursos não gargalos.	a) balanceie o fluxo e não a capacidade: os recursos gargalos determinam o fluxo; b) a utilização de um recurso não gargalo não é determinada por sua disponibilidade, mas por alguma outra restrição do sistema; c) ativação e utilização de um recurso não são sinônimos: ativar um recurso não gargalo significa programá-lo além da capacidade do recurso gargalo e não contribui para os objetivos da empresa. A utilização sim.
2. Preparação de máquinas: não há benefícios em se reduzir os tempos de preparação de recursos não gargalo.	d) uma hora ganha num recurso gargalo é uma hora ganha para o sistema global; e) uma hora ganha num recurso não gargalo não é nada, é só uma miragem.
3. Tamanho de lotes: no OPT tem-se que: a) lote de processamento é aquele que é processado num recurso até que este seja reprocessado para processamento de outro item; b) lote de transferência é aquele que vai ser transferido para as próximas operações.	f) o lote de transferência pode não ser e, freqüentemente, não deveria ser, igual ao lote de processamento; g) o lote de processamento deve ser variável e não fixo: depende dos custos de carregar estoques, custos de preparação e necessidades de fluxo.
4. Os efeitos das incertezas: o tempo de execução de uma mesma operação varia a cada vez que é executada e, por mais que se possa controlar boa parte desta flutuação estatística, é impossível eliminar a componente aleatória. Como a manufatura envolve uma cadeia de operações interdependentes, os atrasos tendem a propagar-se ao longo dela.	h) os gargalos não só determinam o fluxo do sistema, mas também definem seus estoques: para evitar o efeito das flutuações estatísticas, programa-se os materiais para chegarem ao recurso gargalo determinado tempo antes que sejam utilizados.
5. Tempos de ressuprimento e prioridades: considerando as limitações de capacidade dos recursos gargalos, o sistema OPT decide por prioridades na ocupação destes recursos.	i) a programação de atividades e a capacidade produtiva devem ser consideradas simultaneamente e não seqüencialmente. Os tempos de ressuprimento são um resultado da programação e não podem ser assumidos a priori.

Fonte: adaptado de Corrêa & Gianesi (1993).

FIGURA 5 – Os pressupostos do OPT

Corrêa & Gianesi (1993), em acordo com os criadores do OPT, chamam a atenção para o processo que deve ser seguido para um bom gerenciamento utilizando a referida técnica:

- passo 1 - identificar as restrições do processo;

- passo 2 - explorar as restrições do processo, ou seja, não perder tempo algum nelas;
- passo 3 - subordinar tudo o mais às decisões referentes às restrições;
- passo 4 - procurar aumentar a capacidade de fluxo do gargalo, porém prestando atenção ao fluxo do sistema como um todo;
- passo 5 - se no passo 4 alguma restrição foi relaxada, voltar ao passo 1 para identificar a próxima restrição do sistema.

2.3.9 Manufatura celular

Com o intuito de minimizar os ciclos de produção, Shingo recomenda, conforme visto anteriormente, adotar fabricação e transferência unitária de peças, eliminando as esperas de lote. O arranjo físico de máquinas em células de manufatura pode atender estas prerrogativas.

Conforme Moreira (1998, p. 255), o “termo célula de manufatura indica um conjunto de máquinas organizadas para fabricar uma determinada família de peças ou algumas poucas famílias”, sendo que, normalmente, a matéria-prima é processada desde seu estado inicial até atingir o produto acabado. Por outro lado, Lorini (1993, p. 20) faz referência a uma família de peças como sendo “uma lista de peças agrupadas por algumas de suas características de similaridade”, as quais são principalmente de dois tipos: similaridade de projeto, como formato geométrico e tamanho; e similaridade de manufatura, ou seja, de seqüência de processamento para se fazer as peças.

Estas características de semelhança permitem que se possa tirar vantagens na manufatura, pela identificação, agrupamento e codificação destas peças baseado em uma metodologia identificada como Tecnologia de Grupo. Segundo Wen-Li (2003), o arranjo celular auxilia na redução da variabilidade no tempo de processamento de peças.

2.3.10 Sistemas flexíveis de manufatura - FMS

De acordo com Lorini (1993, p. 60) “os sistemas flexíveis de manufatura (FMS) representam o mais alto grau de automação das células de manufatura”. Consistem

normalmente de grupos de máquinas CNC, conectadas através de um sistema automatizado de estocagem e manuseio de material e controladas por um sistema integrado de computador. A figura 6 apresenta seus componentes básicos.

Componente	Descrição
Estações de processamento	Atualmente, estas estações são tipicamente máquinas ferramenta de controle numérico computadorizado, que desempenham operações de usinagem em famílias de peças.
Manuseio e estocagem de material	Vários tipos de equipamento automatizado são utilizados para transportar as peças e submontagens entre as unidades de processamento, algumas vezes incorporando estocagem na função.
Sistema de controle por computador	Utilizado para coordenar as atividades das unidades de processamento e o sistema de manuseio de material.

Fonte: adaptado de Moreira (1998).

FIGURA 6 – Componentes básicos de um sistema flexível de manufatura

Por outro lado, um FMS ainda pode ser: restrito, processando uma variedade limitada de configurações de peças; e de ordem aleatória, o qual é mais versátil que o primeiro e pode ser utilizado quando existem muitas variações na configuração das peças.

A grande vantagem dos sistemas flexíveis de manufatura é a sua rapidez de resposta para o processamento de produtos diferenciados.

2.3.11 Manutenção produtiva total - TPM

A Manutenção Produtiva Total – MPT tem o correspondente na língua inglesa como *Total Productive Maintenance – TPM* e, segundo Takahashi & Osada (1993, p.1), envolve “atividades de manutenção produtiva com participação de todos os funcionários da empresa e está entre os métodos mais eficazes para transformar uma fábrica em uma operação com gerenciamento orientado para o equipamento”. Isto significa dizer que se volta a atenção para todos os componentes da fábrica, tais como máquinas, matrizes, dispositivos, ferramentas e instrumentos industriais.

Ainda, segundo os autores citados, dentre as atividades de MPT estão:

1. investigar e melhorar máquinas, matrizes, dispositivos e acessórios, de modo que sejam confiáveis, seguros e de fácil manutenção, e explorar meios para padronizar essas técnicas;

2. determinar como fornecer e garantir a qualidade do produto através do uso de máquinas, matrizes, dispositivos e acessórios, e treinar todo o pessoal nessas técnicas;
3. aprender como melhorar a eficiência da operação e como maximizar sua durabilidade;
4. descobrir como despertar o interesse dos operadores e educá-los para que cuidem das máquinas da fábrica (TAKAHASHI & OSADA, 1993, p. 7).

Na figura 7 é possível perceber o relacionamento que envolve pessoal de manutenção e operadores de máquinas, dentro do conceito de MPT.

	Pessoal de manutenção	Pessoal de operação
Papéis	Para desenvolver: <ul style="list-style-type: none"> • ações preventivas • manutenção corretiva 	Para assumir: <ul style="list-style-type: none"> • domínio das instalações • cuidado com as instalações
Responsabilidades	<ul style="list-style-type: none"> • treinar os operadores • planejar a prática de manutenção • solução de problemas • avaliar a prática operacional 	<ul style="list-style-type: none"> • operação correta • manutenção preventiva de rotina • manutenção preditiva de rotina (baseada em avaliação do equipamento em operação) • detecção dos problemas

Fonte: Slack *et al.* (1996, p. 641).

FIGURA 7 – Os papéis e responsabilidades do pessoal de manutenção e de operação na MPT

O método da MPT de envolver todo o pessoal da empresa, segundo Rago *et al.* (2003), se coaduna com as práticas do Gerenciamento da Qualidade Total.

A MPT enfrenta o desafio de melhorar o rendimento global do equipamento, sendo que a figura 8 mostra os pontos que podem ser melhorados.

Com relação ao departamento de manutenção especificamente, Takahashi & Osada *op.cit.* citam suas principais tarefas:

- as atividades devem ser eficientes em termos de planejamento, padronização e flexibilidade;
- aumentar o nível de conhecimento técnico, através da análise dos aspectos relativos à engenharia;
- aumentar o nível das técnicas e do pessoal de manutenção, inclusive as aptidões de cada membro da equipe de manutenção;
- reduzir os custos de manutenção.

METAS		PONTOS A SEREM MELHORADOS
Melhoria da taxa de rendimento global do equipamento	Aumento da capacidade do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> • aumento da velocidade, simplificação operacional, etc; • processo de ação única: elevação dos níveis funcionais e de precisão; • aumento no tamanho do lote; processamento de alto volume, etc; • uso de capacidade excessiva; equilíbrio de carga nas linhas através de um <i>layout</i> inteligente; • maior tempo operacional, aumento do nº de máquinas; • operação não assistida; • mecanização do trabalho manual; • outros.
	Redução das perdas operacionais	<ul style="list-style-type: none"> • redução das avarias; • redução das paralizações rápidas e do tempo ocioso; • redução dos tempos de preparação; • redução de sucata e itens refeitos; • redução dos tempos de espera e fila; • redução de outras perdas.

Fonte: Takahashi & Osada (1993, p.51).

FIGURA 8 – Metas e pontos a serem melhorados com a MPT

Ainda, segundo os autores citados, ao se projetar um sistema de manutenção, algumas considerações importantes devem ser enfatizadas, tais como: desenvolver um sistema simplificado; o desenho do sistema deve ter seus objetivos claros; deve ser mantida a importância das funções individuais no todo; devem ser esclarecidos os objetivos para o curto e o longo prazos; devem ser definidos padrões de ação; por fim, é importante que se desenvolva a consciência da relação entre o ambiente de trabalho do indivíduo e o ambiente como um todo.

2.3.11.1 O Programa 5S

A prática da Manutenção Produtiva Total inclui o Programa 5S como suporte para sua otimização, graças aos benefícios que são advindos de sua implantação, pois, segundo Osada (1992), envolvem organização, arrumação, limpeza, padronização e disciplina. Devido a já ser uma ferramenta bastante utilizada nas empresas de manufatura, não é desenvolvida a teoria de sua metodologia neste trabalho.

2.4 Gerenciamento de processos

A visão de Shingo (1996b) é a de que a produção é uma rede de processos e operações. O estudo da teoria do gerenciamento dos processos, neste trabalho, justifica-se pela necessidade da correta identificação destes, sendo possível, por conseguinte, a execução de sua análise, o desenvolvimento de ações e, por fim, seu acompanhamento e controle, no sentido de possibilitar sua melhoria contínua.

A definição de processos e operações, quando referida a ambientes de manufatura, fica melhor explicitada da seguinte maneira:

- Processo refere-se ao fluxo de produtos de um trabalhador para outro, ou seja, os estágios pelos quais a matéria-prima se move até se tornar um produto acabado.
- Operação refere-se ao estágio distinto no qual um trabalhador pode trabalhar em diferentes produtos, isto é, um fluxo humano temporal e espacial, que é firmemente centrado no trabalhador (SHINGO, *op.cit.*).

Como se pode perceber, nesta visão, a operação, como ponto de análise, está centrada em cada posto de trabalho ou, então, em cada trabalhador, sendo que este executa uma determinada operação em diferentes produtos. Por outro lado, um processo faz parte de uma visão mais ampla, compondo-se de diversas operações, as quais, reunidas, gerarão na saída produtos que apresentam vestígios dessas operações por onde passaram. Como exemplos de alguns processos de manufatura no setor metal-mecânico tem-se a usinagem e a soldagem.

Porém, em um ambiente de manufatura tem-se também processos de serviços. Como exemplos, pode-se citar o processo de desenvolvimento de fornecedores e o planejamento e controle da produção.

A Norma NBR ISO 9000:2000 (p. 2) indica que “uma atividade que usa recursos e que é gerenciada de forma a possibilitar a transformação de entradas em saídas, pode ser considerada um processo”.

Harrington (1993, p. 10), por sua vez, define processo como “qualquer atividade que recebe uma entrada (*input*), agrega-lhe valor e gera uma saída (*output*) para um cliente interno ou externo”. Surge aqui a figura do cliente, indicando a necessidade de que lhe seja fornecido um produto ou serviço em que ele perceba e reconheça seu valor e sua utilidade e esteja disposto a pagar por isso.

Quando este autor faz referência a “qualquer atividade”, é necessário prestar atenção para o fato de existirem processos de diferentes amplitudes dentro de uma empresa ou, também, de existirem processos inseridos dentro de processos de maior abrangência. Como exemplo, pode-se citar o desenvolvimento de fornecedores, que está inserido dentro de outro processo maior que engloba a aquisição. Também há o processo de desenvolvimento de ferramental que está inserido no processo de desenvolvimento do produto.

Com referência às (entradas) *inputs* citadas anteriormente, Gonçalves (2000, p.7) indica que “podem ser materiais - equipamentos e outros bens tangíveis -, mas também podem ser informações e conhecimento”.

2.4.1 O enfoque ou abordagem por processos

Davenport (1994, p. 6) chama a atenção para o fato de, quando se analisa processos, dar-se “uma acentuada ênfase na maneira *como* o trabalho é feito na organização, em contraste com a ênfase relacionada com o produto em si, que se centra no *que* é o produto” (grifos do autor).

No Japão antes, enquanto que no Ocidente, somente a partir da década de 1990, passa-se a perceber a importância do enfoque nos processos empresariais e não somente na empresa voltada para a organização hierárquica e centrada nos indivíduos. Neste sentido, Harrington enfatiza diferenças fundamentais entre os dois enfoques, conforme se pode perceber na figura 9.

Fica evidente que a motivação dos colaboradores para o trabalho e, de um modo geral, para seu dia-a-dia na empresa, melhora muito quando deixa de pesar sobre si o ônus dos problemas e das não-conformidades, pois o enfoque nos processos direciona para o esforço da melhoria em equipe. Colocado de outra maneira, processos envolvem equipes.

1. Enfoque na organização	2. Enfoque no processo
<ul style="list-style-type: none"> • O problema está nos empregados • Empregados são problemas organizacionais • Eu cuido do meu serviço • Eu entendo o meu serviço 	<ul style="list-style-type: none"> • O problema está no processo • Pessoas são fontes de processos • Ajudo a fazer as coisas acontecer • Sei como meu trabalho se encaixa no processo geral

<ul style="list-style-type: none"> • Meça o desempenho dos indivíduos • Mude a pessoa • Sempre se acha alguém melhor • Motive as pessoas • Controle os empregados • Não confie em ninguém • Quem cometeu o erro? • Corrija os erros • Orientado para o lucro 	<ul style="list-style-type: none"> • Meça o desempenho do processo • Mude o processo • Sempre se pode aperfeiçoar o processo • Remova os obstáculos • Treine as pessoas • Estamos nisso juntos • O que permitiu que esse erro ocorresse? • Reduza as variações • Orientado para o cliente
---	--

Fonte: Harrington (1993, p.6).

FIGURA 9 - Diferenças quanto ao enfoque na organização x enfoque no processo

Hammer (1998, p. 6) chama a atenção para a importância que representa uma empresa orientada para processos, onde estes são o centro das atenções e

eles são cuidadosamente projetados, mensurados e, o que é mais importante, todos os entendem. Dentro desse modelo os processos funcionam bem e trazem bons resultados. Para trabalhar dessa maneira, a empresa precisa principalmente de duas coisas: em primeiro lugar, um comprometimento sério dos altos executivos com a parte que lhes cabe. O passo seguinte é identificar os processos e colocar as chefias como responsáveis por eles

A Norma NBR ISO 9004:2000 (p. 2) considera como abordagem de processo a “aplicação de um sistema de processos em uma organização, junto com a identificação, interações desses processos e sua gestão.”

Tanto a referida Norma, como a Norma NBR ISO 9001:2000 promovem a adoção da abordagem de processo “para aumentar a satisfação do cliente pelo atendimento” aos seus requisitos.

Dado que, normalmente, a saída de um processo é a entrada para o seguinte, a vantagem da abordagem por processo é o controle contínuo que se obtém com a ligação entre os processos individuais dentro do sistema, combinando-os e promovendo sua interação.

Ainda, segundo a Norma NBR ISO 9004:2000, esta abordagem enfatiza a importância de:

- a) entendimento e atendimento dos requisitos (do cliente);
- b) necessidade de considerar os processos em termos de valor agregado;
- c) obtenção de resultados de desempenho e eficácia de processo;
- d) melhoria contínua de processos baseada em medições objetivas.

Desta forma, toda a empresa pode ser gerenciada através dos processos.

2.4.2 Aperfeiçoamento de processos

A análise dos processos objetiva seu aperfeiçoamento. Harrington (1993, p. 18) ainda coloca que:

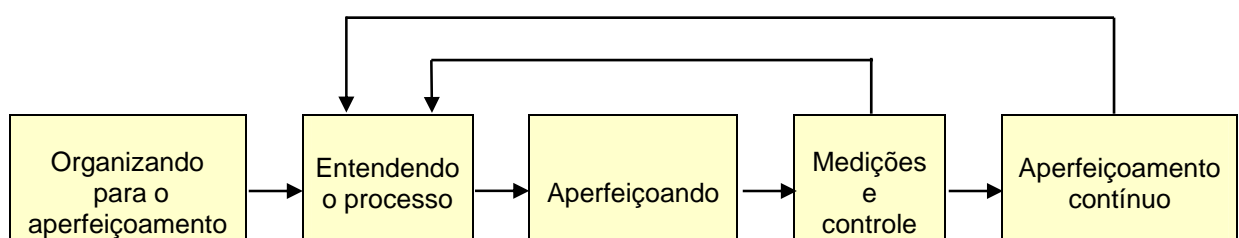
os três principais objetivos do aperfeiçoamento de processos empresariais são:

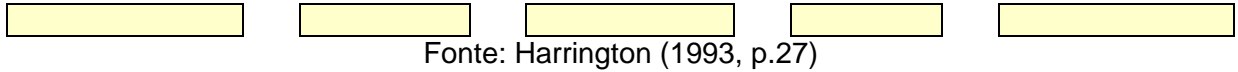
- tornar os processos eficazes - produzindo os resultados desejados;
- tornar os processos eficientes - minimizando o uso dos recursos;
- tornar os processos adaptáveis - deixando-os capazes de se adaptar às necessidades variáveis do cliente e da empresa.

O referido autor entende que os processos empresariais englobam todos os processos da empresa e, porque os processos administrativos e de apoio são tão complexos quanto os de manufatura, podem e devem ser controlados de modo semelhante. Assim, sugere uma metodologia para o gerenciamento do aperfeiçoamento dos processos, e que segue cinco fases, conforme a figura 10, a seguir.

Segundo a filosofia do aperfeiçoamento dos processos empresariais, entende-se que existe sempre um modo melhor de fazer qualquer coisa e que é preciso encontrá-lo.

As fases do aperfeiçoamento de processos são melhor elucidadas adiante, neste trabalho. Antes, porém, são definidos os processos quanto ao grau de abrangência.





Fonte: Harrington (1993, p.27)

FIGURA 10- As cinco fases do aperfeiçoamento de processos empresariais

2.4.3 A hierarquia do processo

A hierarquia, conforme o conceito utilizado por Harrington *op.cit.*, corresponde ao grau de abrangência que um determinado processo apresenta dentro do universo de uma dada empresa. O entendimento da hierarquia possibilita determinar o grau de detalhamento a que se pode chegar em uma análise de processo, para que, então, se busque seu melhoramento.

Assim, tem-se no nível de maior abrangência os macro processos, que dizem respeito ao negócio que a empresa atua. Os macro processos são, por sua vez, compostos por sub-processos, onde estes inter-relacionam-se seqüencial ou paralelamente, podendo, inclusive, formar redes de sub-processos para cumprir a função daqueles.

Reduzindo-se o grau de abrangência, tem-se que os sub-processos são formados por operações (Harrington *op.cit.* cita atividades, referindo-se a processos empresariais). Por fim, as operações podem ser desdobradas nas tarefas necessárias para executá-las. A figura 11 dá alguns exemplos de desdobramentos dos processos, elucidando o que foi exposto.

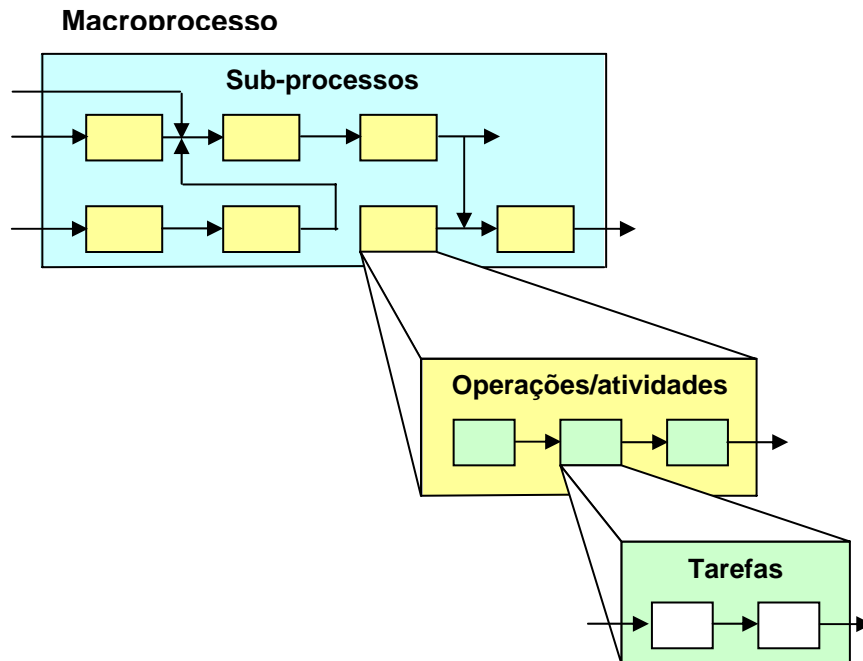
É importante destacar que o grau de detalhamento ainda pode avançar em número de níveis, dependendo da necessidade de análise dos processos, podendo chegar aos detalhes dos movimentos do trabalhador em operações fabris ou de preenchimentos de dados em documentos.

Macroprocesso	Sub-processo	Operação ou atividade	Tarefa
manufatura	usinagem	transportar	observar destino, carregar, transportar, descarregar
		usinar eixo	pegar peça, fixar, usinar
		inspecionar	pegar instrumento, medir
		transportar	observar destino, carregar, transportar, descarregar
		furar	pegar peça, fixar, furar
		inspecionar	pegar instrumento, medir
		transportar	observar destino, carregar,

	solda		transportar, descarregar
		transportar	observar destino, carregar, transportar, descarregar
		soldar	pegar peças, fixar no dispositivo, soldar
		inspecionar	pegar instrumento, medir
aquisição	desenvolvimento de fornecedores	transportar	observar destino, carregar, transportar, descarregar
		pesquisar fornecedor	pesquisar em publicações especializadas, consultar empresas parceiras
		visitar/auditar	agendar visita, viajar, auditar, retornar
	compra	efetuar testes	solicitar amostras, testar, aprovar/rejeitar
		lista mestre de compras	emitir lista, verificar prazos e <i>lead times</i>
		contatar fornecedores	telefonar, negociar preços, prazos, datas de entrega, etc.
	recebimento	emitir pedidos	preencher, confirmar e emitir pedido
		recepcionar produto	conferir nota fiscal, emitir relatório inspeção, encaminhar para ponto de descarga
		inspecionar	inspecionar conforme relatório de inspeção, identificar mercadorias, disposição
		estocar	transportar, localizar ponto de estoque, descarregar

FIGURA 11 - Exemplos de hierarquia de processos em indústrias manufatureiras

Esquemáticamente, a hierarquia dos processos é visualizada na figura 12.



Fonte: adaptado de Harrington (1993, p. 34)

FIGURA 12 – Esquema genérico da hierarquia dos processos

2.4.4 As fases do aperfeiçoamento de processos empresariais

Como comentado anteriormente, Harrington *op.cit.* propõe uma metodologia sistemática para auxiliar uma empresa a desenvolver avanços no modo de operar, denominada Aperfeiçoamento de Processos Empresariais e que é composta de cinco fases, podendo ser observada na figura 13. Ela se concentra na eliminação do desperdício e da burocracia, fornecendo um sistema para auxiliar as operações mais simples e corretas. Assegura, por outro lado, que os clientes internos e externos passem a receber produtos ou serviços que os satisfaçam.

O autor ainda ressalta o objetivo de assegurar que a organização disponha de processos empresariais que: eliminem erros; minimizem os atrasos; maximizem o uso de recursos; promovam o entendimento; sejam fáceis de usar; sejam amistosos para com os clientes; sejam adaptáveis às mudanças das necessidades; forneçam à organização uma vantagem competitiva; e reduzam o pessoal necessário.

Fase I. Organizando para o aperfeiçoamento	
Objetivo	Assegurar o sucesso, estabelecendo liderança, entendimento e comprometimento.
Atividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nomear a equipe executiva de aperfeiçoamento; 2. Designar um defensor do aperfeiçoamento de processos empresariais; 3. Dar treinamento aos executivos; 4. Desenvolver um modelo de aperfeiçoamento; 5. Comunicar as metas aos empregados; 6. Revisar a estratégia empresarial e as necessidades dos clientes; 7. Selecionar os processos críticos; 8. Designar os donos dos processos; 9. Selecionar os integrantes da equipe de aperfeiçoamento de processos.
Fase II. Entendendo o processo	
Objetivo	Entender os processos empresariais atuais em todas as suas dimensões.
Atividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir o escopo e a missão do processo; 2. Definir as fronteiras do processo; 3. Dar treinamento para a equipe; 4. Desenvolver uma visão geral do processo; 5. Definir as expectativas e os controles do cliente e da empresa; 6. Fazer o diagrama de fluxo; 7. Levantar os dados de custo, tempo e valor; 8. Repassar todas as fases do processo; 9. Resolver as diferenças (identificar as distinções); 10. Atualizar a documentação do processo.
Fase III. Aperfeiçoando	
Objetivo	Aperfeiçoar a eficiência, a eficácia e a adaptabilidade dos processos empresariais.
Atividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dar o treinamento para a equipe; 2. Identificar as oportunidades de aperfeiçoamento: erros e retrabalhos; alto custo; qualidade deficiente; grandes atrasos; acúmulo de serviço; 3. Eliminar a burocracia; 4. Eliminar atividades que não agregam valor; 5. Simplificar o processo; 6. Reduzir o tempo do processo; 7. Tornar o processo à prova de erros; 8. Atualizar o equipamento; 9. Padronizar; 10. Atualizar; 11. Documentar o processo; 12. Selecionar os empregados; 13. Treinar os empregados.
Fase IV. Medição e controle	
Objetivo	Implementar um sistema de controle que possibilite um aperfeiçoamento contínuo.
Atividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desenvolver controles e metas para avaliação do processo; 2. Estabelecer um sistema de <i>feedback</i>; 3. Auditar o processo periodicamente; 4. Estabelecer um sistema de custeio da qualidade deficiente.
Fase V. Aperfeiçoamento contínuo	
Objetivo	Implementar um processo de aperfeiçoamento contínuo.
Atividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Homologar o processo; 2. Executar auditorias periódicas; 3. Definir e eliminar os problemas do processo; 4. Avaliar o impacto das mudanças na empresa e nos clientes; 5. Fazer o <i>benchmark</i> (avaliação comparativa) do processo; 6. Dar treinamento avançado para a equipe.







Fonte: Harrington (1993, p. 25-26-27)

FIGURA 13 – As cinco fases do aperfeiçoamento de processos empresariais

2.4.5 A representação dos processos através de fluxogramas

A representação dos processos através de fluxogramas esquemáticos auxilia grandemente para a análise com objetivos de melhoria.

Para a esquematização de processos e seus elementos, Shingo (1996a, p. 39) utiliza a simbologia indicada na figura 14.

Elementos	Simbologia	Significado
Estocagem de materiais		Material armazenado.
Estocagem de produtos		Produto armazenado.
Processamento		Uma mudança física no material ou na sua qualidade (montagem ou desmontagem).
Inspeção		Comparação com um padrão estabelecido.
Transporte	o ou →	Movimento de materiais ou produtos; mudanças nas suas posições.
Espera do processo		Um lote inteiro permanece esperando enquanto o lote precedente é processado, inspecionado ou transportado.
Espera do lote		Durante as operações de um lote, enquanto uma peça é processada, outras se encontram esperando. Também ocorre na inspeção e no transporte.

Fonte: Adaptado de Shingo (1996a, p. 39)

FIGURA 14- Simbologia para a esquematização de processos

Obs.: Dos símbolos indicados acima, aqueles referentes a estocagens somente são utilizados em análises de processos que envolvam materiais.

Dos elementos citados no quadro anterior, os processamentos, as inspeções, os transportes e as esperas, demandam tempos que, somados, compõem o *lead time* do processo produtivo.

2.4.6 O mapofluxograma

O mapofluxograma é uma representação do fluxo do processo no espaço físico de uma fábrica ou setor. Para isso, utiliza-se da planta do local, em escala. Auxilia

na visualização do percurso onde se desenvolve o processo e normalmente é utilizado juntamente com o fluxograma.

2.4.7 Método para priorização de processos para análise, através da matriz GUT

A matriz GUT é recomendada para auxiliar na identificação de qual alternativa, dentre tantas possíveis, apresenta necessidades mais urgentes de ser atendida, visando a melhoria. Pode ser utilizada também na priorização de processos.

Para sua construção são utilizados três parâmetros, ou seja, gravidade, urgência e tendência, os quais atestam a probabilidade de ocorrência de perdas no processo, caso não venham a ser tomadas ações de melhoria. Basso (1991, p. 52) traça o significado de cada um dos parâmetros, onde:

- gravidade: considera o impacto atual em termos de prejuízo ou danos físicos e materiais devido à existência da situação até o presente momento; então, a gravidade olha para o passado da situação;
- urgência: considera a pressão que está sendo exercida no momento, ou seja, no presente. Esta pressão pode ser de prazo, pressão externa e pressão interna; a pressão externa pode ainda ser de alguém de muita influência, mesma influência ou pouca influência e também do cliente; a pressão interna é a pressão que nós mesmos impomos à situação;
- tendência: considera como a situação vai evoluir no futuro se não fizermos nada, ou seja, não incrementarmos nenhuma ação à situação, mas mantendo a alimentação.

Cada um destes parâmetros é quantificado em numeração que vai de “1” a “5” ou de “1” a “10”, em cada alternativa analisada. Após, os três valores atribuídos a cada alternativa são multiplicados, sendo que o valor mais alto define qual alternativa será priorizada. A figura 15 apresenta o modelo da matriz GUT.

Devido a cada um dos critérios estar ligado a um momento na situação em análise, ou seja, gravidade – passado; urgência – presente; e tendência – futuro; é possível, através da utilização de pesos diferentes, dar importância crescente do passado ao futuro, do seguinte modo: G peso 1; U peso 2; e T peso 3, ao que o multiplicador ficaria $1G \times 2U \times 3T$.

Alternativas	G	U	T	GxUxT	Prioridade
--------------	---	---	---	-------	------------

Alternativa 1					
Alternativa 2					
Alternativa 3					
...					
Alternativa n					

G = gravidade; U = urgência; T = tendência;

Fonte: adaptado de Basso (1991).

FIGURA 15 - Modelo de matriz GUT de priorização

2.4.8 Método para redução/eliminação de perdas nos processos

Após a determinação do processo a ser tratado prioritariamente através da matriz GUT, Oliveira (2002b) sugere a seguinte metodologia para a redução/eliminação de perdas nos processos produtivos e que é composta de seis passos, conforme segue:

- a) construir o macrofluxo do processo;
- b) detalhar o microfluxo de cada operação ou atividade;
- c) identificar o microfluxo crítico, onde será priorizada a ação de melhoria;
- d) definir a atividade crítica;
- e) identificar oportunidades de melhoria/alternativas, listando-as;
- f) selecionar a melhor alternativa.

2.5 A melhoria contínua

O aperfeiçoamento contínuo, também denominado melhoria contínua ou, ainda, melhoramento contínuo, segundo Slack *et al* (1996, p.599), “é uma abordagem de melhoramento de desempenho que presume mais e menores passos de melhoramento incremental”. Lembrem que o melhoramento contínuo é também conhecido como *kaizen*, que é uma palavra japonesa, cuja definição foi dada por Masaaki Imai, e significa melhoramento, sendo extrapolado para a vida pessoal, doméstica, social e no trabalho. No local de trabalho envolve todos, administradores e trabalhadores, igualmente.

Vista assim, pode-se afirmar que o *kaizen* é uma filosofia de vida, que tem a melhoria constante incorporada no modo de vida das pessoas que o adotam. É importante destacar que sua aplicação é uma estratégia para a obtenção de vantagem competitiva para a empresa.

A abordagem da melhoria contínua, ainda segundo Slack *et al.*, *idem*, Imai (1994) e Shim & Siegel (1999), faz uso de técnicas e ferramentas para seu gerenciamento e viabilização, tais como: Círculos da Qualidade, Análise de Pareto, Controle Estatístico de Processo, diagramas de causa e efeito, diagramas de dispersão, histogramas, gráficos, folhas de verificação, os cinco por quês, Ciclo PDCA, 5W2H, FMEA, MASP, *Benchmarking* e Seis Sigma.

Em contraponto à melhoria contínua, segundo os autores citados, tem-se o melhoramento revolucionário ou melhoramento baseado em inovação, como também é chamado, o qual surge através de mudanças grandes na forma como o trabalho é realizado. É possível a combinação das duas abordagens, onde as melhorias contínuas são constantemente implementadas, entremeadas de momentos com melhoramentos significativos.

O conhecimento do conceito da melhoria contínua no mundo ocidental deu-se a partir da expansão japonesa, evoluindo juntamente com os conceitos da Qualidade Total. Hoje, padrões mundiais, como as Normas ISO 9000, já os incorporam.

2.5.1 A melhoria contínua e a abordagem para o processo

Shingo (1996a) observa que se deve primeiramente atuar sobre os processos e, só após, sobre as operações. Imai (1994, p. 14), por sua vez, explica que “o *kaizen* gera o pensamento orientado para o processo, já que os processos devem ser melhorados antes que consigamos resultados melhores”. Além disso, assegura que os esforços para a melhoria devem ser canalizados através das pessoas, explorando-se as ferramentas apropriadas para o aperfeiçoamento de processos. Quanto a isso, o referido autor assegura que “uma das coisas maravilhosas em relação ao *kaizen*, é que ele não exige, necessariamente, técnicas sofisticadas, nem tecnologias avançadas” para seu gerenciamento, citando a utilização das ferramentas do controle de qualidade.

2.5.2 Os métodos e as ferramentas para a melhoria contínua

Como colocado anteriormente, para a otimização do processo de melhoria contínua são utilizáveis diversas técnicas, que constam de métodos e também ferramentas, as quais dão suporte para seu correto gerenciamento. Servem como instrumentos de coleta de dados, de análise e de determinação de padrões comparativos.

É importante distinguir método de ferramenta, quando se trata de processos empresariais. Conforme explica Campos (1992, p. 209), “o método é a seqüência lógica para se atingir a meta desejada. A ferramenta é o recurso a ser utilizado no método”. Segundo o referido autor, o domínio do método é fundamental para que a utilização das ferramentas seja efetiva.

A seguir são detalhados alguns dos métodos e ferramentas citados no item 2.5, com exceção dos mais conhecidos na bibliografia tradicional que versa sobre produção.

2.5.2.1 O Ciclo PDCA

O Ciclo PDCA se confunde com o próprio conceito da melhoria contínua. Porém, também está ligado à manutenção e à inovação de processos. É também conhecido como o Ciclo Deming. Sua utilização é recomendada, inclusive, na série de Normas ISO 9000, para a melhoria contínua do sistema de gestão da qualidade baseado em processo.

O Ciclo PDCA, que é formado pelas letras iniciais das palavras inglesas *plan*, *do*, *check* e *action*, consiste de quatro fases, conforme exposto por Campos (1992):

(P) planejamento: envolve o estabelecimento de metas e o método para se atingi-las;

(D) execução: execução daquilo que foi planejado e coleta de dados para verificação. Inclui o treinamento de aplicação do planejado;

(C) verificação: de posse dos dados coletados, compara-se o resultado alcançado com a meta planejada;

(A) ação: quando os resultados não correspondem ao planejado, toma-se ações corretivas definitivas, de maneira que o problema seja eliminado.

Escopo	Nível hierárquico de	Características
--------	----------------------	-----------------

	utilização	
PDCA de manutenção	Operadores, supervisores, gerência e alta administração.	Cumprimento das operações padronizadas e eliminação da causa fundamental de problemas. Manutenção do nível de controle e previsibilidade aos resultados da empresa.
PDCA de melhoria	Operadores participantes de CCQ, supervisores, gerência e alta administração.	Eliminação das causas fundamentais que causam resultados indesejáveis. Estabelecimento de novos níveis de controle, obtendo melhoria contínua com os processos existentes. Novas idéias.
PDCA de inovação	Gerência e alta administração.	Desenvolvimento de novos produtos, processos, mercados e para promoção de mudanças radicais nos produtos e processos existentes.

Fonte: adaptado de Campos (1992) e Aguiar (2002).

FIGURA 16 – Características do Ciclo PDCA de acordo com o escopo de utilização

Oishi (1995) chama a atenção para o fato de que, dentro de cada uma das fases do PDCA existe outro contido, que o autor denomina sub-PDCA. Isto é, deve ser realizado o giro do ciclo para cada uma das fases.

O Ciclo PDCA pode ser utilizado para manter, melhorar ou inovar processos. A figura 16 indica características do ciclo de acordo com sua utilização.

	PDCA de manutenção	PDCA de melhoria
P	a. definição dos itens a ser controlados e sua faixa-padrão aceitável; b. definição dos procedimentos-padrão necessários à manutenção dos resultados.	a. identificação do problema; b. observação do problema, com uma visão ampla e sob vários pontos de vista; c. análise, descobrindo as causas fundamentais; d. plano de ação para bloquear as causas fundamentais.
D	c. treinamento no trabalho, baseado nos procedimentos-padrão; d. treinamento em coleta de dados; e. execução das tarefas conforme os procedimentos-padrão.	e. ação, bloqueando as causas fundamentais;
C	f. os itens de controle devem ser verificados através da coleta de dados.	f. verificação, se o bloqueio foi efetivo;
A	g. tudo estando normal, manter os procedimentos atuais; h. em caso de anomalias, a chefia deve ser informada ou devem ser previstas ações corretivas padronizadas.	g. padronização, para prevenção contra o reaparecimento do problema; h. conclusão, recapitulando todo o processo de solução para trabalho futuro.

Fonte: adaptado de Campos (1992).

FIGURA 17 – Os Ciclos PDCA para manutenção e para melhorias

Campos *op.cit.* enfatiza que a conjugação dos dois tipos de gerenciamento, ou seja, de manutenção e de melhorias, é a chave para o êxito na obtenção de melhorias contínuas nos processos. A melhoria contínua de um processo inclui a melhoria contínua de seus padrões de equipamento, de materiais, técnicos, de procedimento e de produto. A figura 17 faz a distinção entre os ciclos PDCA de manutenção e de melhorias.

2.5.2.2 Metodologia Seis Sigma - 6σ

Num processo produtivo existem fatores que causam variações aos produtos, sendo os seguintes: materiais, máquinas e equipamentos, métodos de trabalho, mão-de-obra, meio ambiente e inspeção. Porém, na prática, não há como garantir homogeneidade total e, por isso, o projeto especifica tolerâncias suportáveis de maneira a garantir funcionalidade ao produto. Quando as variações fogem às especificações determinadas, ocorrem os defeitos.

O benefício da metodologia Seis Sigma para a melhoria contínua dos processos está na possibilidade de tornar as variações cada vez menores, porque variações menores representam reduções no número de defeitos. À medida que este ciclo evolui, significa que melhora a “capabilidade” do processo.

A capacidade do processo ou índice de capacidade do processo, segundo Slack *et.al.* (1996, p.564), “é a medida da aceitabilidade da variação do processo. A medida mais simples de capacidade (C_p) é dada pela razão entre a faixa de especificação e a variação ‘natural’ do processo (isto é ± 3 desvios-padrão).”

Quando a capacidade de um processo $C_p = 1$, significa uma qualidade de “3 sigma”, implicando uma taxa de 2,7 defeitos por mil.

De acordo com Meredith & Shafer (2002, p. 90), “uma tendência recente é buscar a qualidade de seis sigma, o que dá um índice $C_p = 2$, o que implica em aceitar apenas 3,4 peças defeituosas em 1 milhão” ou, 99,99966% de perfeição.

Ao trabalhar em nível de seis sigma, a empresa elimina desperdícios como inspeções, testes, retrabalho, sucata, desgaste da imagem e perda de clientes. É de se ressaltar que as falhas não estão limitadas às áreas produtivas, ou seja, as oportunidades de melhorias existem em tudo que consuma trabalho, tempo e matéria-prima.

De uma medida que indica variabilidade em processos o Seis Sigma foi transformado em um “método estruturado para melhorar o desempenho. Sua metodologia é baseada nas técnicas de controle estatístico do processo, nos métodos de análise de dados e no treinamento sistemático de todo o pessoal envolvido no programa” (SPANYI & WURTZEL, 2004, p. 44).

Já, Eckes (2001), referindo-se à implantação do programa nas empresas, chama a atenção para dois fatores:

- para que o Seis Sigma funcione, todos os níveis da empresa precisam estar ativamente envolvidos. A gestão de processo do negócio é o veículo para tal;
- existem duas abordagens para o processo de melhoria. Uma delas trabalha os processos já existentes, para aperfeiçoá-los; a outra é utilizada para criar novos processos ou produtos. A figura 18 esclarece esquematicamente esta questão.

Spanyi & Wurtzel *op.cit.* consideram que as empresas de pequeno e médio porte normalmente têm processos de negócio com muitas oportunidades de melhorias, por isso deveriam avaliar seriamente a metodologia Seis Sigma. E, contrariamente ao que se pensa, um ambiente menor de negócios pode ser mais propício a novas idéias de processo.

ESCOPO	SIGLA PORTUGUÊS/ INGLÊS	DESDOBRAMENTO
Melhoria de processos e produtos	DMAMC/ DMAIC	Definir- definir a equipe, clientes e necessidades; Medir- identificar medidas e traduzir para o conceito do sigma; Analisar- determinar causas do problema para melhoria; Melhorar- implementar soluções; Controlar- garantir sustentação às melhorias.
Novos processos e produtos	DMAPA/ DMADV	Definir- definir claramente o novo produto ou processo; Medir- necessidades dos clientes mensuráveis; Analisar- seleção do conceito e análise técnica e financeira; Projetar- desenvolver o projeto, testar e planejar a produção; Avaliar- testar, validar a viabilidade e lançar no mercado.

Fonte: adaptado de Eckes (2001), Spanyi & Wurtzel (2004) e Werkema (2004).

FIGURA 18 – As duas abordagens para implantação do Seis Sigma

2.5.2.3 Melhores práticas ou *Benchmarking*

Cada organização dirige seus esforços no sentido de obter vantagem competitiva. Porém, num mercado competitivo, uma vantagem é relativa ao que outras organizações estão fazendo e em relação aos parâmetros atingidos por elas. Por isso, é importante tomar conhecimento como anda o desempenho e também o modo de fazer de empresas concorrentes ou de líderes, suas forças e suas fraquezas, para então igualá-las ou, até, superá-las.

O *benchmarking* é, segundo Kearnes *apud* CAMP (1998, p. 8), “o processo contínuo de medição de produtos, serviços e práticas em relação aos mais fortes concorrentes, ou às empresas reconhecidas como líderes em suas indústrias”.

Camp (1998, p. 10) dá a sua definição, a qual identifica como sendo uma definição operacional para o *benchmarking*: “é a busca das melhores práticas na indústria que conduzem ao desempenho superior”.

A busca das melhores práticas pode ser desenvolvida e identificada também em empresas de outros ramos de atuação.

Planejamento	1. Identificar o que marcar para referência
	2. Identificar empresas comparativas
	3. Determinar método de coleta de dados e efetuar a coleta
Análise	4. Determinar a “lacuna” corrente de desempenho
	5. Projetar futuros níveis de desempenho
Integração	6. Comunicar descobertas de marcos referenciais e obter aceitação
	7. Estabelecer metas funcionais
Ação	8. Desenvolver planos de ação
	9. Implementar ações específicas e monitorar processos
	10. Recalibrar marcos de referência
Maturidade	• Posição de liderança atingida
	• Práticas plenamente integradas aos processos

Fonte: adaptado de Camp (1998).

FIGURA 19 – Passos do processo de *benchmarking*

Quanto aos tipos de *benchmarking*, Camp *op.cit.*, cita os seguintes:

- interno, ou seja, é a comparação com as melhores práticas dentro da própria empresa, seja ela localizada em um só ponto, ou com unidades em locais diferentes ou, até mesmo, em países diferentes;
- competitivo ou com concorrentes diretos externos;

- funcional, baseado nas melhores operações funcionais externas ou nos líderes da indústria, mesmo em indústrias diferentes;
- genérico, que é a busca das melhores práticas em processos existentes normalmente em todas as empresas.

A figura 19 identifica os passos a serem seguidos para o desenvolvimento de um processo bem definido de *benchmarking*.

2.5.2.4 Engenharia e análise do valor

A importância da inclusão deste tópico no presente trabalho tem a intenção de investigar sua utilização para a obtenção de melhorias em processos manufatureiros.

Segundo Slack *et al.* (1996) a conceituação ligada à Engenharia de Valor refere-se às melhorias efetuadas antes de se produzir o produto ou serviço, ou seja, ainda na fase de projeto, enquanto que a Análise de Valor diz respeito a melhorias obtidas com o produto já no mercado.

Basso (1991, p. 3) argumenta que a Engenharia e Análise de Valor – EAV tem como objetivo “identificar os custos ‘desnecessários’, aqueles que nada acrescentam à qualidade, ao uso, à aparência ou ao desempenho do produto”, com intenção de reduzi-los. Porém, a necessidade ou não de determinado custo está ligado à análise da função do produto. Ademais, o autor chama a atenção para a existência de interesses entre fornecedor e consumidor e da importância de se conciliar seus valores, visando-se dotar o produto de funções e qualidades que o tornam lucrativo para um e preferencial e de preço justo para outro.

O referido autor *op.cit.* propõe algumas conceituações importantes:

Valor é o menor custo atribuído a um produto ou serviço, que deverá possuir a qualidade necessária para atingir a função desejada (p.10). Função é toda e qualquer atividade que um produto desempenha (p. 11).

Engenharia e Análise do Valor é uma abordagem sistemática que identifica a função de um produto, estabelece um valor monetário para a função e provê o atendimento desta função com a qualidade necessária e com o menor custo global, através do uso da criatividade (p. 15).

Normalmente, para a execução de tarefas ligadas à EAV são formadas equipes de especialistas da empresa, que se utilizam da análise de Pareto para identificar as partes de um produto ou serviço que mereçam mais atenção, conforme informam Slack *et al.*(*op.cit.*). Ainda explicam que uma equipe de EAV “tentaria: reduzir o número de componentes; usar materiais mais baratos; simplificar os processos”.

Percebe-se que a EAV se utiliza de vários conceitos para sua necessária explanação, conforme mostra a figura 20 , compilado de Basso *op.cit.*.

Valor adicional e valor agregado	
valor adicional: significa ultrapassar as expectativas do consumidor, antecipando-se às suas necessidades e desejos.	valor agregado: distingue entre o trabalho despendido para realmente criar valor, de outro que agrega custo e não valor, como nos casos de inspeção, movimentação e estocagem
Especificações e requisitos	
Obrigatórios: são as especificações e requisitos que necessariamente o produto deve contemplar, pois, caso contrário o consumidor não o compraria.	Desejáveis: entende-se pelas especificações e requisitos que o consumidor gostaria que o produto tivesse.

Fonte: adaptado de Basso (1991).

FIGURA 20 – Conceitos da EAV

Com o intuito de apresentar de maneira esquemática e geral os instrumentos de trabalho relacionados à EAV, desenvolveu-se a figura 21:

A aplicação da EAV na área de manufatura deve englobar ações junto a processos, métodos, movimentações e ao produto, priorizando os pontos com funções complexas, críticas e com retrabalhos. Deve-se também prestar atenção ao lançamento de novos produtos, que normalmente demandam novos métodos e novos processos na manufatura. Esforços também devem ser canalizados para a padronização de componentes e a redução de operações que não agreguem valor ao produto.

Também a atividade de manutenção pode se beneficiar do enfoque direcionado à análise do valor, pois é perfeitamente possível a recuperação ou substituição de um componente baseado em sua função, o que muitas vezes viabiliza a utilização de itens de menor valor.

Descrição	Detalhamento
Métodos para priorizar escolha de produtos e serviços para análise, os quais podem ser necessários devido a algo que está fora de padrão (problema) ou algo que pode ser melhorado ou inovado (oportunidade).	<p>a) Método GUT: indicado para situações que apresentam problema. Indica a priorização baseada no comparativo do produto dos parâmetros gravidade-urgência-tendência;</p> <p>b) Método DEI: para oportunidades de melhoria/ inovação. Priorização baseada no multiplicador dos parâmetros dificuldade-economia-impedimento;</p> <p>c) Método curva: prioriza baseado na análise de Pareto;</p> <p>d) Método TDR: prioriza análise de processos baseado na Teoria das Restrições, para balanceamento do fluxo de produção, com atenção nos gargalos.</p>
Métodos para avaliação e escolha da melhor solução.	<p>a) Método RPC: para situações-problemas. Baseado no multiplicativo dos parâmetros resultado-possibilidade-custo;</p> <p>b) Método racional KT: uso tanto na solução de problemas, como para implantar melhorias. Baseado na análise de parâmetros obrigatórios e desejáveis de uma função;</p> <p>c) Método FIRE: para situações de melhorias ou inovações. Avaliação definida pelo multiplicador dos parâmetros função-investimento-resultado-exequibilidade;</p> <p>d) Método de comparação: para comparar uma alternativa contra uma situação já existente. Utiliza-se para comparação requisitos obrigatórios e, após, os desejáveis;</p> <p>e) Método seletivo: recomendado após sessões de brainstorming. Avalia a função em aplicável-inaplicável-pesquisa adicional;</p> <p>f) Método da viabilidade econômica: quando há necessidade de aplicação de capital, avalia-se o investimento e seu retorno.</p>
Escolha do analista do valor.	pessoa determinada para conduzir o processo de EAV
Formação de grupos de trabalho.	Apesar da EAV poder ser desenvolvida por uma pessoa, recomenda-se a formação de equipes, devido ao envolvimento de diversas áreas da empresa.
Plano de trabalho para análise do valor, que segue as seguintes fases:	<p>a) preparação: inclui a formação do grupo de trabalho, identificação e escolha de produtos para análise;</p> <p>b) informação: consultar áreas envolvidas, determinar especificações, requisitos e custo do produto;</p> <p>c) função: descrever funções e seus níveis de importância;</p> <p>d) inovação: propor alterações;</p> <p>e) avaliação: avaliar conforme métodos propostos acima;</p> <p>f) recomendação: apresentar recomendação e, se aprovada, implantar.</p>
Plano de trabalho para engenharia do valor, que segue as seguintes fases:	<p>a) preparação: inclui a formação do grupo de trabalho, identificação e escolha de produtos e projetos para análise;</p> <p>b) informação: consultar áreas envolvidas, determinar especificações, requisitos e custo do produto;</p> <p>c) função: descrever funções e seus níveis de importância;</p> <p>d) criação: idéias para realizar funções e criar produto;</p> <p>e) avaliação: avaliar conforme métodos propostos acima, neste quadro e identificar vantagens e desvantagens;</p> <p>f) recomendação: apresentar e, se aprovada, implantar.</p>

Fonte: adaptado de Basso (1991).

FIGURA 21 – Instrumentos de trabalho relacionados à EAV

É interessante citar que a EAV interage em um ambiente *just-in-time*, pois este age na redução de inventário, sabendo-se que este é formado pelo número de itens e pela quantidade por item estocado. O *just-in-time* age na redução da quantidade por item; a EAV, por sua vez, atua na diminuição do número de itens, através da padronização, da eliminação de funções necessárias e de simplificações.

A EAV também interage com o gerenciamento total da qualidade – TQM, porque atua na melhoria sobre reclamações de consumidores, rejeições na produção e falhas no campo.

2.5.2.5 Círculos da qualidade

Conforme Engel (1982, p. 25),

um círculo de qualidade é um grupo de colaboradores dos setores de produção ou de outros setores da empresa que:

- realiza o mesmo tipo de trabalho – conhecendo-o, portanto, a fundo;
- se encontra regularmente, por sua livre e espontânea vontade;
- trabalha como um grupo;
- resolve problemas que impedem os operários de trabalhar com eficiência, principalmente na parte da manutenção da qualidade;
- discute e
- desenvolve soluções realistas.

Os círculos geralmente são liderados por um supervisor, um facilitador, um líder de equipe ou um colega de trabalho. As propostas de soluções passam por análise em níveis hierárquicos superiores na empresa e são normalmente realizadas pelos próprios grupos.

Novamente, segundo Engel *op.cit.*, a idéia básica dos Círculos da Qualidade é levar as pessoas de cada setor a se envolver no planejamento e no controle das atividades de seu setor. O que se espera é um colaborador ativo e responsável. Além disso, objetiva-se o aperfeiçoamento do trabalho em equipe, aumento de produtividade, redução de custos e melhoria da qualidade.

Algumas regras a considerar para o bom aproveitamento do grupo são: a participação voluntária dos membros; o tamanho dos grupos deve ser limitado;

definição da frequência das reuniões, definindo-se datas, horários e locais; definição de temas e problemas a discutir.

Ishikawa (1993) caracteriza este tipo de formação de equipes de círculos de CQ e chama a atenção para a continuidade do programa, uma vez iniciado na organização. Não se deve confundir os círculos de CQ com grupos de projeto e forças-tarefas compostas temporariamente.

Dentre as ferramentas normalmente utilizadas em suas atividades estão aquelas já citadas e analisadas neste trabalho, tais como, o Ciclo PDCA, Diagrama de Causa e Efeito, histogramas, Análise de Pareto, etc, as quais contribuem para o processo de melhoria contínua.

Schonberger (1992) cita outros programas criados, os quais contam com alguns pontos em comum com os Círculos da Qualidade e traça um comparativo entre suas características. Neste sentido, tem-se o Programa Zero Defeitos e o Programa Sugestões dos Funcionários, além de outros. Porém, não faz parte do escopo do presente trabalho o aprofundamento da análise de cada um.

2.5.2.6 Indicadores de desempenho

O desdobramento da função planejamento de uma atividade inclui a determinação do(s) objetivo(s), ou seja, da(s) meta(s) a atingir. Por outro lado, as metas a serem definidas devem estar em acordo com as estratégias globais de desempenho da empresa e levar em conta a eficiência na utilização dos recursos envolvidos e a eficácia dos resultados a serem obtidos.

Deste modo, medir a execução do que foi planejado para uma melhoria de processo é uma ação justificada em dois aspectos: a) no caso de se ter atingido os objetivos, parte-se para a padronização do processo; b) em caso negativo, se definem ações no sentido de correções aos desvios verificados.

Campos (1992), por sua vez, utiliza a nomenclatura “itens de controle” em vez de “indicadores de desempenho”, porém, com o mesmo significado. O que o referido autor chama a atenção é para o fato de que se deve estabelecer gerenciamento sobre itens dos quais se possa controlar.

Assim, a manufatura pode ser desdobrada em todos os seus processos e sub processos, com indicadores de gerenciamento. Alguns indicadores a citar dizem

respeito a qualidade, custos, produtividade, pontualidade de entrega, segurança do trabalho, controle ambiental, além de outros.

2.5.2.7 Treinamento

O treinamento faz parte do processo de melhoria contínua, estando inserido na etapa do “fazer” do PDCA.

Um conceito enfatizado nos sistemas de Qualidade Total é o do treinamento no local de trabalho – *on the job training* – que, segundo Suzuki (1996, p. 5), “consiste em formar o funcionário através de orientação dada pelo chefe, dentro do horário de expediente e através do trabalho”. Este método está bastante ligado ao desenvolvimento da capacidade do trabalhador, visualizando-se aí o momento presente e atendendo também aos objetivos da melhoria.

Em contrapartida está o desenvolvimento da capacidade individual futura, que a empresa pode incentivar ou o próprio sujeito, por interesse próprio, pode buscar. Neste caso, o aperfeiçoamento se dá através de cursos, encontros, palestras, etc., normalmente efetuados fora do local de trabalho.

Em se tratando de desenvolver a melhoria contínua de processos na organização, após a etapa do planejamento no giro do PDCA, inclui-se o treinamento, que tanto pode ser no local do trabalho, como em uma sala apropriada, com recursos didáticos. O importante é que se visa aí o momento presente, a melhoria incremental.

A Norma NBR ISO 9001:2000, que destaca a importância de uma gestão baseada em processos, em seu sub item 6.2.2, define que a organização deve fornecer treinamento, como um dos fatores para melhorar continuamente a eficácia do sistema.

2.5.2.8 As sete novas ferramentas

Em diversas situações da administração empresarial, nem todos os dados para resolução de problemas estão disponíveis ou estão somente nas mentes das pessoas. De qualquer modo, estes dados precisam ser organizados para que uma decisão razoável possa ser tomada. Para isso, segundo Imai (1994), estão sendo utilizadas as denominadas “sete novas ferramentas”. Consideradas com enfoque de

projeto, sua característica é permitir o envolvimento de pessoas de formações diferentes, que as torna efetivas na resolução de problemas interdepartamentais ou multifuncionais. A figura 22 informa as ferramentas e suas características principais.

Ferramenta	Descrição
Diagrama de relações	Esclarece as correlações de uma situação complexa, que envolve muitos fatores correlacionados e serve para esclarecer as relações de causa e efeito entre os fatores.
Diagrama de afinidade	É essencialmente um método de debate aberto. Baseia-se no trabalho em grupo, onde todos os participantes escrevem suas idéias e, depois, elas são reunidas e separadas por temas.
Diagrama de árvore	É uma extensão do conceito de análise funcional, da engenharia de valor. Ele é aplicado para mostrar as correlações entre as metas e as medidas.
Diagrama de matriz	Utilizada para esclarecer as relações entre dois fatores diferentes. É freqüentemente usado no desdobramento das necessidades de qualidade até as características do correlativo (engenharia) e, depois, até as necessidades da produção.
Diagrama de análise dos dados da matriz	É usado quando a carta da matriz não oferece informações suficientemente detalhadas. Dentre as sete novas, este é o único método que se baseia na análise dos dados e dá resultados numéricos.
PDPC (carta do programa de decisão sobre o processo)	É uma aplicação da carta do programa de decisão sobre o processo, usada na pesquisa operacional. Como os programas de implantação para realizar metas específicas nem sempre ocorrem conforme o planejado e como é provável que os desenvolvimentos inesperados tenham conseqüências sérias, a PDPC foi desenvolvida não apenas para chegar à conclusão ótima, mas também para evitar surpresas.
Diagrama de setas	Freqüentemente usado no PERT (Técnica de Avaliação e Revisão de Programa) e no CPM (Método do Caminho Crítico). As etapas necessárias para implantar um plano são representadas em forma de rede.

Fonte: adaptado de Imai (1994).

FIGURA 22 – As sete novas ferramentas para a resolução de problemas

2.5.3 O mecanismo do pensamento científico segundo Shingo

Shingo (1996b, p. 71) afirma que “há necessidade de se buscar melhorias que sejam agressivas e fundamentais”. E segue enfatizando que “melhorias significativas e realistas requerem o seguinte fluxo de pensamento:

Observação → Formulação da idéia → Julgamento → Sugestão → Execução”

A partir da visão acima, Shingo *op.cit.* sistematizou o seu Mecanismo do Pensamento Científico, o qual é uma abordagem conceitual básica para melhorias,

estruturado em estágios, conforme pode se observar esquematicamente na figura 23 e é onde argumenta que utiliza as melhores idéias de outros predecessores.

Estágio	Significado básico	Desdobramento
Estágio preliminar	Desenvolver melhores maneiras de pensar	<ul style="list-style-type: none"> • ver e pensar analiticamente; • princípios de classificação para distinção: por oposição, por continuidade, por intersecção; • associação: existe relação causal ou não. Se existe pode ser de causa e efeito, oposição, similaridade ou proximidade.
Estágio 1	Identificar problemas	<ul style="list-style-type: none"> • encontrar desperdício; • encontrar problemas onde nunca se esperava encontrá-los; • nunca aceitar o <i>status quo</i>.
Estágio 2	Abordagens conceituais básicas para melhorias	<ul style="list-style-type: none"> • entender os fatos; • obter dados através dos cinco elementos da produção: 5W1H; • análise de processos e operações; • buscar metas; • buscar meios mais adequados;
Estágio 3	Planejar melhorias	<ul style="list-style-type: none"> • observação dos problemas, separado da formulação de idéias; • formulação de idéias: por associação, eliminação ou otimização; através das doze regras: eliminação, reversão, normalidade e exceções, constantes e variáveis, aumento e redução, concentração e dispersão, ligando e separando, somando e anulando, paralelo e seqüencial, mudando uma seqüência, diferenças e características em comum, somando e alternando; através dos princípios de melhorias: aptidão, divisão do trabalho, mecanização, motorização, sincronização, padronização; por <i>brainstorming</i>; • avaliação das idéias; • propostas
Estágio 4	Transformar planos em realidade	<ul style="list-style-type: none"> • implementação dos planos de melhorias: superar hábitos, entender e persuadir, implementação efetiva.

Fonte: adaptado de Shingo (1996b)

FIGURA 23 – O Mecanismo do Pensamento Científico para Melhorias

2.5.4 A abordagem das Normas ISO 9000:2000 para a melhoria contínua

A intenção, neste trabalho, da citação das Normas da série ISO 9000, é de uma visão sistêmica, envolvendo todos os fatores que contribuem para a vantagem competitiva, porém voltada para a melhoria de processos. Assim, a Norma NBR ISO 9004:2000 (p.7) sugere o “estabelecimento da melhoria contínua como um objetivo

para os processos da organização”. A intenção é aumentar o desempenho da organização, beneficiando todos os envolvidos.

A Norma, em seu Anexo B, também cita e diferencia as atividades de melhoria contínua em: melhoria em pequenos passos; e melhoria por ruptura, ou seja, de inovação, incentivando as duas abordagens.

Com relação às melhorias contínuas passo-a-passo e sua implementação, a Norma lembra que as pessoas da organização são as melhores fontes de idéias, sobretudo através da formação de grupos de trabalho e que estas atividades sejam controladas para o entendimento de seus efeitos.

Convém aqui abrir parênteses para a percepção de que as Normas ISO 9000:2000 não fazem referência à utilização de ferramentas específicas para o auxílio nos processos de melhorias, com exceção do PDCA, sugerindo, sim, caminhos a seguir por cada empresa. Porém, mediante uma leitura atenta, fica subentendida a menção a soluções já utilizadas por organizações de referência. Como exemplo, no parágrafo anterior, a citação a grupos de trabalho tanto pode ser ligada aos Círculos de Controle de Qualidade – CCQ, como a outros de enfoque no desenvolvimento de idéias dentro da organização.

Seguindo, é lembrado que, para que as melhorias a serem sugeridas venham trazer vantagens para a organização, as pessoas envolvidas devem ter autoridade, disponham de suporte técnico e de recursos necessários. Aqui, visualiza-se a outorga de autoridade aos trabalhadores de chão de fábrica, comum nos ambientes *Just-in-time*.

Por fim, a Norma NBR ISO 9004:2000 recomenda que a melhoria, seja de pequenos passos, seja de ruptura, envolva o seguinte:

- a) identificação das razões para melhoria;
- b) avaliação da situação atual. Aqui se percebe a necessidade de ferramentas de coleta de dados;
- c) análise. Neste ponto a Norma recomenda a identificação das causas raízes do problema, ou seja, utilizar-se-ia o diagrama de causa e efeito;
- d) identificação de soluções possíveis;
- e) avaliação dos efeitos;
- f) implementação e formalização da nova situação;
- g) avaliação da eficácia e eficiência do processo.

É, pois, a utilização do Ciclo PDCA.

2.6 Vantagem competitiva

Para fazer frente ao contexto de globalização, as empresas precisam estabelecer sua estratégia de manufatura de maneira a obterem vantagem competitiva sustentada de longo prazo. Segundo Corrêa e Gianesi (1993, p.26),

Há cinco prioridades competitivas principais, baseadas nas quais a manufatura pode contribuir para a competitividade da organização. Contribuir para a competitividade da organização significa, para a produção:

1. Fazendo os produtos gastando menos que os concorrentes, obtendo vantagem em custos.
2. Fazer produtos melhores que os concorrentes, obtendo vantagem em qualidade.
3. Fazer os produtos mais rápido que os concorrentes, obtendo vantagem em velocidade de entrega.
4. Entregar os produtos no prazo prometido, obtendo vantagem em confiabilidade de entrega.
5. Ser capaz de mudar muito e rápido o que se está fazendo, obtendo vantagem em flexibilidade.

Os cinco critérios referidos são ressaltados também por Gaither e Frazier (2001, p.40).

Ainda, Corrêa e Gianesi *op.cit.* chamam a atenção para o fato de que a importância relativa de cada um dos objetivos varia conforme os valores ditados pelo mercado em que a empresa está competindo. Desta maneira, percebe-se que a empresa deve ter ciência da importância de identificar o direcionamento correto para a obtenção da sua vantagem competitiva de manufatura. Além disso, Hill (1993) *apud* Slack *et al.* (1996, p. 95), enfatiza que uma importante distinção a ser feita em termos de critérios competitivos é a divisão dos mesmos em critérios ganhadores de pedidos e critérios qualificadores. Assim,

Critérios ganhadores de pedidos são os que direta e significativamente contribuem para a realização de um negócio. São considerados pelos consumidores como razões-chave para comprar o produto ou serviço.

Critérios qualificadores podem não ser os principais determinantes do sucesso competitivo, mas são importantes de outra forma. Qualquer melhora acima do nível qualificador, provavelmente não acrescentará benefício competitivo relevante.

É importante destacar que os melhores resultados para a competitividade da empresa advêm quando o desempenho dos fatores ganhadores de pedido estiver em um patamar acima daquele dos concorrentes. De outra forma, no que se refere aos critérios qualificadores, a empresa deve evitar cair abaixo do nível mínimo exigido para o segmento em que atua.

Observar as ações e o desempenho dos concorrentes é relevante para definir o posicionamento estratégico quanto às prioridades competitivas a seguir. Neste sentido, um processo de *benchmarking* pode vir a determinar um bom fator de comparação e de objetivos a serem perseguidos. Porém, tão importante quanto manter um olho nos movimentos da concorrência, é a atenção no foco do cliente. O casamento equilibrado destas duas visões certamente assegura o caminho para a vantagem competitiva de longo prazo.

A atenção no foco do cliente significa entender o que este valoriza em um produto ou serviço. Segundo Porter (1989, p. 2), “a vantagem competitiva surge fundamentalmente do valor que uma empresa consegue criar para seus compradores e que ultrapassa o custo de fabricação pela empresa”. Porter *idem*, também esclarece sobre os conceitos do valor e do valor superior, onde o primeiro advém do que o comprador está disposto a pagar, enquanto o último transparece pela oferta de benefícios equivalentes em bens com preços mais baixos, ou seja, em troca de melhores benefícios, o cliente pagaria mais.

Por outro lado, Porter *ibidem* afirma que existem dois tipos básicos de vantagem competitiva, enumerando-as: a liderança em custo e a diferenciação. A primeira faz parte das cinco prioridades citadas anteriormente e será estudada a seguir neste trabalho. A diferenciação será discorrida após.

A seguir são analisadas individualmente as cinco prioridades competitivas principais da manufatura, suas possibilidades e ações para que revertam em diferenciais competitivos para a empresa.

2.6.1 Vantagem competitiva em custos

Os custos incorridos na manufatura sempre serão prioridade de gestão porque afetam diretamente as margens de contribuição do negócio. Além disso, a manufatura é identificada na empresa como sendo responsável por parte

significativa dos custos. Por isso, não importando se a empresa compete em preços prioritariamente ou baseada em outro critério competitivo, o desempenho em custos continuará sempre importante.

Porter (1993), por sua vez, coloca que “uma empresa conta com uma vantagem de custo, se seu custo cumulativo da execução de todas as atividades de valor for mais baixo do que os custos dos concorrentes”.

O fato é que as organizações se preocupam diretamente com o efeito dos custos nos resultados financeiros do negócio. Com relação a isso, Slack (1993) considera que o melhoramento nos custos de manufatura pode ser visualizado em três estágios.

O estágio 1 implica em adequar os recursos produtivos, ou seja, torná-los equilibrados e apropriados para o nível de produção requerido. Para isso, pode-se optar pelo corte direto dos custos de manufatura, o que nem sempre reverte no resultado esperado.

O estágio 2 envolve o entendimento dos três determinantes estratégicos dos custos. Trata-se de decisões estratégicas que a empresa escolhe tomar, não cabendo isto isoladamente à manufatura:

a) a relação custo-volume de saída: o efeito de se elevar o volume produzido para diluir os custos fixos de produção em um maior número de produtos, gera uma redução sobre o custo unitário. Esta é a relação teórica e é referenciada de maneira genérica. Porém, veja-se os seguintes aspectos em uma análise a curto prazo: a capacidade nominal pode ser um valor aproximado; mudanças de volume apresentam descontinuidades na curva de custos; os custos fixos crescem em degraus à medida que se amplia a capacidade.

A longo prazo, ocorre o que se denomina economia de escala, no efeito custo-volume, pois verifica-se que os custos de capital aumentam menos rápido do que a capacidade. Porém, quando se pensa em crescimento, deve-se ponderar o incremento possível na complexidade organizacional.

Todas estas são questões que devem ser respondidas antes de se partir para a decisão acerca de níveis de capacidade.

b) os custos e a variedade: aqui, variedade quer dizer diversificação de produtos. Seu efeito normalmente é a existência de variedade de componentes, de processos, de desenhos e de roteiros, mais trocas de ferramental e regulagens de máquinas, além de mais complexidade nos sistemas de controle, de maior demanda

no manuseio de materiais e de espaços para estoque. Pode-se perceber que, além de dificultar a eficiência da operação, os custos indiretos também são influenciados pela variedade.

Segundo Slack (1993), a empresa que pretende competir baseada na variedade, tem as seguintes estratégias a seguir: projetos com o máximo possível de componentes padronizados; utilizar sistemas flexíveis de manufatura; e, se necessário, separar o espaço da manufatura para alto volume e baixa variedade, da manufatura de alta variedade.

É importante levar em conta que reduções na variedade venham acompanhadas de reduções nos custos.

c) os custos e a variação de demanda: a variação de demanda pode ser esperada ou não. As flutuações inesperadas têm efeito pior sobre os custos. Para evitá-las, tem-se duas opções: a primeira é ajustar o nível de produção a cada vez que mude a demanda; a segunda é manter fixo o nível de produção e utilizar os estoques para absorver a diferença com a demanda. Para a primeira opção, a utilização de horas-extras é a forma mais rápida e fácil para o aumento na produção e, em caso de redução, a sub-utilização da mão-de-obra. Ambas têm implicações sobre os custos. A sub-contratação pode ser a outra alternativa viável. Quanto à segunda opção, também apresenta acréscimo de custos ligados aos estoques, pela necessidade de espaço e pelos custos indiretos para seu controle, além da possibilidade de haver danos, obsolescência e deterioração nos componentes armazenados.

Pode-se também utilizar uma estratégia mista entre as duas formas, para evitar os excessos característicos de cada uma.

No estágio 3 trata-se de compreender o efeito que as demais prioridades competitivas, tais como, qualidade, velocidade, confiabilidade e flexibilidade, têm sobre os custos. Slack, *op.cit.* identifica-as como “determinantes operacionais dos custos”. Observando-se neste trabalho sua análise, percebe-se que as mesmas dão sustentabilidade à redução dos custos, sendo, portanto, necessária a atuação no sentido de melhorá-las em um processo de melhoria contínua.

2.6.2 Vantagem competitiva em qualidade

Quando se trata de definir a vantagem em qualidade como critério competitivo, observa-se que ela não é apenas um item fechado em si, mas também interfere e pode auxiliar no desempenho de outro. Assim, na manufatura, fazer certo possibilita: acelerar o fluxo de materiais, melhorando o aspecto velocidade; melhorar a confiabilidade no fornecimento entre estágios no processo; e, no conjunto destes itens, influenciará diretamente na redução dos custos.

2.6.2.1 Os significados da qualidade e os objetivos de desempenho

Entender qualidade é importante para que se possa medi-la, controlá-la e melhorá-la. Assim, a qualidade pode significar:

- alta especificação: visão ligada à utilização de materiais caros no produto, não estando no escopo dos objetivos de qualidade da TQM, porém pode estar ligada a um objetivo de vantagem competitiva;
- especificações apropriadas: faz referência quanto à adequação do produto aos seus propósitos, ou seja, se suas propriedades operacionais e estéticas preenchem de maneira eficiente a função para que foi projetado. Isto também é designado de especificações do produto e trata-se de verificar se são apropriadas para o mercado;
- conformidade com as especificações: trata-se de verificar se as especificações projetadas estejam sendo atendidas pela manufatura.

Estas questões devem ser respondidas também para o caso de serviços.

Portanto, quando se trata de ter a qualidade como um critério competitivo, é importante ter claro o papel do programa de qualidade da empresa, ligado ao que se espera no desempenho competitivo da manufatura, relacionado às três definições de qualidade apresentadas.

2.6.2.2 As Normas ISO 9000 e a vantagem competitiva em qualidade

A certificação da qualidade baseada nas Normas ISO 9000 pode ser classificada como um critério qualificador, na disputa por vantagem competitiva. Isto ocorre onde determinados mercados, por força de contrato, condicionam a entrada de produtos cujos sistemas de produção tenham sido certificados.

2.6.2.3 Os custos associados à qualidade

Na verdade, a associação que pode ser estabelecida entre qualidade e custos é referente à provável relação entre o esforço de se prover qualidade e o custo dos erros que deixam de ocorrer. Assim, pode-se citar quatro classes de esforços no sentido de se obter qualidade:

- custos de prevenção: despendidos para evitar erros;
- custos de inspeção: despendidos na verificação da ocorrência de erros;
- custos de falhas internas: despendidos na correção de erros detectados ainda na empresa;
- custos das falhas externas: despendidos na reparação de erros já no consumidor.

De todos, os primeiros, que se revestem de uma prática prevencionista, mas que também poderiam ser considerados investimentos para o “fazer certo” são, de longe, os mais indicados para se evitar esforços.

2.6.3 Vantagem competitiva em velocidade de entrega

Velocidade de entrega em manufatura significa tempo ganho, satisfação do cliente e redução de custos.

O cliente vê a velocidade de entrega a partir do momento em que busca o produto. Porém, o tempo necessário para que a empresa cumpra todo o ciclo de operações e que envolve as funções de comprar, produzir e entregar, normalmente é bem maior. Quanto menor a diferença entre a visão do cliente e a necessidade da empresa, melhor para o critério competitivo da velocidade em manufatura.

2.6.3.1 Os benefícios da velocidade

a) benefícios externos da rapidez de entrega: dizem respeito ao atendimento das necessidades do cliente pois, em determinadas situações, o tempo de entrega reduzido é vital, podendo se tornar um critério ganhador de pedidos;

b) benefícios internos da velocidade de entrega: dizem respeito ao próprio desempenho percebido dentro da fábrica e refletem em:

- redução da especulação com estoques, pela via da velocidade do fluxo de operações;
- melhores previsões;
- redução de despesas indiretas, pelo fluxo rápido da produção;
- redução de material em processo, reduzindo o capital de giro necessário;
- exposição de problemas, pela via da redução de material em processo, onde gargalos e elos fracos são constatados;
- proteção contra eventuais atrasos.

c) grande potencial para redução do tempo de fluxo: observando-se o tempo em que um componente esteja sendo trabalhado, ou seja, recebendo valor agregado, constata-se que é durante uma fração muito pequena. E este fato ocorre em todos os passos do processo, tais como, comprar, produzir e entregar. Então, torna-se útil a análise de processos para a melhoria.

2.6.3.2 Como melhorar a velocidade de fluxo através da manufatura

De acordo com Slack *op.cit.* a idéia é melhorar a relação entre o tempo de processamento e o tempo de fluxo total. Para isso, recomenda:

- concentrar-se nos trechos do processo que apresentam maiores possibilidades de redução de tempos e onde não se percebe agregação de valor ao produto;
- questionar a necessidade de tomada de decisões nos processos e, onde necessárias, colocá-las nas mãos do menor nível hierárquico possível;
- reduzir as distâncias;
- eliminar gargalos;
- melhorar a confiabilidade de operação das máquinas;
- melhorar o desempenho da qualidade;
- trabalhar a tecnologia, visando a melhoria da flexibilidade;
- promover a que cada um pense em termos de velocidade.

2.6.3.3 Acelerar o tempo de introdução de novos produtos

As mesmas considerações tecidas para o melhoramento da velocidade de fluxo, devem ser planejadas quando da introdução de novos produtos pela organização, incluindo-se o processo de elaboração de ferramental.

2.6.4 Vantagem competitiva em confiabilidade de entrega

Ter confiabilidade de entrega significa cumprir os prazos de entrega acordados com o cliente. Idealmente, a data de entrega realmente cumprida deveria coincidir com a prometida.

Apesar de serem objetivos de desempenho diferentes, a confiabilidade e a velocidade mantêm uma relação ligada ao prazo de entrega do produto.

2.6.4.1 Os benefícios da confiabilidade

a) benefícios externos: apesar de vista como um critério qualificador no momento da venda, segundo Slack *op.cit.*, a confiabilidade crescentemente passa a exercer influência no sentido de se tornar um critério ganhador de pedidos, quando o cliente bem atendido volta a comprar.

b) benefícios internos: a confiabilidade do fluxo de produção possibilita, teoricamente, a continuidade do mesmo conforme o planejado. Sabe-se, porém, que se perde muito tempo útil com os acertos de problemas ocorridos.

Da estabilidade dos processos podem surgir outros benefícios no chão de fábrica, tais como, menos estoque e fluxo rápido.

2.6.4.2 Como melhorar a confiabilidade de entrega

Normalmente, a confiabilidade é afetada por quebras de máquinas, retrabalho de qualidade, ferramental inadequado ou deficiente, falta de controles no chão de fábrica e a existência de gargalos. Um programa de ataque a estas deficiências na manufatura deve ser implementado, passando pela organização de manutenção

preventiva em máquinas, investimento em ferramental adequado e a eliminação de gargalos.

Além dessas, outras atitudes também influenciam positivamente na confiabilidade:

- planejar antecipadamente a produção;
- não sobrecarregar a capacidade produtiva;
- aumentar a flexibilidade, por exemplo, criando a possibilidade de roteiros alternativos para as operações;
- monitorar o processo, identificando onde possam existir possíveis perturbações;
- desenvolver fornecedores internos.

2.6.5 Vantagem competitiva em flexibilidade

Em manufatura, flexibilidade é a habilidade de mudar o que se está fazendo, quando se trabalha com grande variedade de produtos ou de se adaptar a variações de demanda. A flexibilidade é necessária também quando há incertezas de demanda.

A flexibilidade exerce função de apoio aos objetivos de desempenho competitivo, como confiabilidade, custos e velocidade. Assim, a confiabilidade pode ser melhorada quando a manufatura oferece segurança operacional para os casos de interrupções de fornecimento, podendo produzir internamente graças a equipamentos versáteis; possibilidade de alteração de roteiros graças a processos flexíveis; e transferências de mão-de-obra entre departamentos. Os custos, por seu lado, beneficiam-se da melhor tecnologia de processo, da mão-de-obra e dos recursos para produzir diferentes produtos ou produzir alterações nos níveis de produção. A velocidade, tanto no atendimento de alterações em programações de produção, como no desenvolvimento ou customização de produtos, também necessita de sistemas produtivos flexíveis.

Slack *op.cit.* faz duas distinções referentes à flexibilidade: a primeira é entre flexibilidade de faixa – que se refere a quanto uma operação pode ser mudada; e flexibilidade de resposta – que responde quão rapidamente uma operação pode ser mudada. A outra distinção faz referência à forma de descrever a flexibilidade como

um todo, sendo, portanto, denominada flexibilidade de sistema; e a flexibilidade de recursos. A figura 24 fornece uma visão dos aspectos ligados à flexibilidade sistêmica, conforme os conceitos relacionados neste parágrafo.

Tipo de flexibilidade de sistema	Significado	Flexibilidade de faixa	Flexibilidade de resposta
Flexibilidade de novos produtos	Habilidade de introduzir e produzir novos produtos ou de modificar os existentes	A faixa de produtos, a qual, a empresa tem a capacidade de projetar, comprar e produzir	O tempo necessário para desenvolver ou modificar o produto e o processo até o ponto em que a produção regular possa começar
Flexibilidade de mix de produtos	Habilidade de mudar a variedade dos produtos dentro de um dado período de tempo	A faixa de produtos que a empresa pode produzir em um dado período de tempo	O tempo necessário para ajustar o mix de produtos que está sendo manufaturado
Flexibilidade de volume	Habilidade de mudar o nível agregado de saídas da operação	O nível absoluto de saída que se pode atingir para dado mix de produtos	O tempo que leva para mudar o nível de saída agregado
Flexibilidade de entrega	Habilidade de mudar datas de entrega planejadas ou assumidas	Quanto as datas de entrega podem ser trazidas para a frente	O tempo que leva para reorganizar o sistema de manufatura de modo a replanejar para novas datas de entrega

Fonte: adaptado de Slack (1993).

FIGURA 24 – As dimensões da flexibilidade de sistema

Quanto à flexibilidade de recursos, significa a habilidade de mudar, inerente à tecnologia de processo da manufatura, a recursos humanos da manufatura e a redes de suprimento. A flexibilidade de um sistema de manufatura depende da flexibilidade de seus recursos.

2.6.5.1 Como melhorar a flexibilidade

É importante considerar que, nem sempre a flexibilidade é um critério competitivo necessário, pois ela normalmente apresenta custos associados a si. Portanto, não deveria ser desperdiçada em áreas em que não seja necessária.

Em primeiro lugar, pode ser necessária uma análise até para evitar flexibilidade. Para isso, algumas estratégias seriam ponderadas, tais como:

- competir em bases não flexíveis, isto é, limitando a faixa de produtos, reduzindo as modificações freqüentes e estabilizando as flutuações de demanda;
- reduzir a necessidade de ser flexível, com uma maior padronização de componentes dos produtos;
- restringir a variedade ou a incerteza a uma parte limitada da fábrica, alocando os recursos flexíveis para lá.

Em segundo lugar, os objetivos da manufatura devem ser esclarecidos: a finalidade de se ter flexibilidade é uma manufatura confiável, de baixo custo e veloz sob condições de variedade e incertezas de curto ou de longo prazo. Porém, qual destes objetivos é o mais importante? Como a flexibilidade poderia auxiliar?

Em terceiro lugar, deve ser esclarecido por que a flexibilidade é necessária:

- para atender necessidades previsíveis da manufatura, como é o caso da variedade de produtos ou das variações dos volumes de saída. Nestes casos, a variabilidade é previsível e, portanto, seria necessária a habilidade da manufatura mover-se rápida e economicamente entre atividades;
- para atender incertezas de curto prazo, tais como, problemas com fornecedores, quebras de máquinas ou erros de previsão de demanda. Nestes casos, a flexibilidade de resposta seria útil porque mantém o desempenho em confiabilidade.
- para atender incertezas de longo prazo e que dizem respeito aos tipos de produtos a serem produzidos e em que quantidades. Para isso deverá contar a habilidade da empresa em projetar e produzir novos produtos e sua habilidade futura para mudar níveis de capacidade.

Quanto a incertezas de longo prazo, o direcionamento estratégico é vital para viabilizar qualquer iniciativa no sentido de se ter flexibilidade na manufatura.

Em quarto lugar, pode-se estabelecer a relação existente entre o quanto um sistema de manufatura pode mudar e o quão rápido, podendo isto ser utilizado para análise de flexibilidade de produto, de mix de produto, de volume de produção e de entrega. Esta relação possibilita análises estratégicas quanto ao desempenho da flexibilidade da manufatura.

Em quinto lugar, trata-se de desenvolver recursos flexíveis, lembrando que estes são: a tecnologia de processo, recursos humanos e a rede de suprimentos. A

figura 25 apresenta as implicações entre os recursos a serem desenvolvidos e os enfoques ligados à flexibilidade.

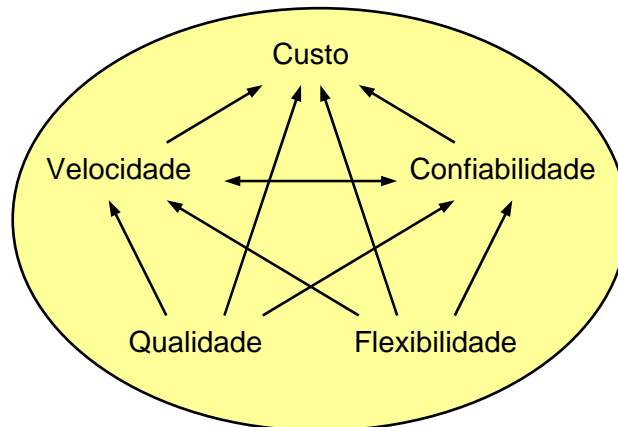
Recursos	Flexibilidade de produto	Flexibilidade de mix de produtos	Flexibilidade de volume	Flexibilidade de entrega
Tecnologia de processo	Faixa de capacidade de processo; Capacidade de tecnologia de projeto.	Faixa de capacidade de processo; Tempos de mudança de processo; Escala e integração do processo	Capacidade total de processo; Velocidade em que o processo pode ser focalizado em dada determinada faixa de produtos.	Capacidade total de processo; Velocidade em que o processo pode ser focalizado em dada faixa de produtos.
Recursos humanos	Faixa de habilidades de projeto; Faixa de habilidades de processo; Transferibilidade de trabalho.	Faixa de habilidades de processo; Transferibilidade de tarefas diretas e indiretas.	Capacidade de hora extra; Transferibilidade da mão-de-obra.	Capacidade de hora extra; Transferibilidade da mão-de-obra.
Redes de suprimento	Fornecimento de mão-de-obra para projeto e processo; Habilidade de modificar tecnologia de processo; Habilidades de gerenciamento de projeto.	Tempos de compra de itens; Capacidade de reprogramação.	Habilidade de recrutar mão-de-obra nova ou temporária; Habilidade de organizar e subcontratar fornecimentos; Processamento de pedidos e sensibilidade de previsões.	Tempos de compra de itens; Habilidade de recrutar mão-de-obra nova ou temporária; Habilidade de reprogramar atividades.

Fonte: adaptado de Slack (1993)

FIGURA 25 – Implicações dos tipos de flexibilidade do sistema nos recursos

2.6.6 A inter-relação entre as prioridades competitivas

Percebe-se que existe uma relação de apoio e de reforço entre os critérios competitivos, de maneira que a qualidade e a flexibilidade estão na base para definir o êxito do conjunto. Por outro lado, observa-se que para que sejam atacados os custos na empresa, estes mantêm uma relação de dependência dos demais, conforme se observa na figura 26.



Fonte: Slack (1993, p.112)

FIGURA 26 - Inter-relação entre as prioridades competitivas

2.6.7 Vantagem competitiva através da diferenciação

Porter (1989, p. 111) afirma que “uma empresa diferencia-se da concorrência quando oferece alguma coisa singular valiosa para os compradores”. Por outro lado, apesar da diferenciação ser normalmente dispendiosa, ela realmente é válida se a empresa obtém um preço-prêmio que ultrapasse o investimento, para que consiga diferenciar seu produto ou seu serviço.

É importante ressaltar que a diferenciação não deve ser encarada apenas com relação a produtos, mas também envolvendo o relacionamento entre toda a cadeia de valores da empresa e a percebida pelo consumidor, num enfoque de longo prazo.

Algumas fontes representativas de diferenciação ou singularidade relacionados à área de manufatura e baseadas na cadeia de valores de Porter, podem ser visualizadas na figura 27.

Corrêa e Gianesi *ibid.* também citam mais dois elementos que podem auxiliar na interação entre a manufatura e a organização e, por conseguinte, para que se atinjam níveis de excelência competitiva: a) uma eficaz comunicação entre os

setores ou, em outras palavras, a quebra das barreiras organizacionais intersetoriais;

b) o conceito de gestão da cadeia de suprimentos, de modo que os objetivos estratégicos da organização não se restrinjam aos seus limites físicos.

Infra-estrutura da empresa	Instalações que acentuam a imagem da empresa; Sistema de informações gerenciais superior.	
Gerência de recursos humanos	Treinamento superior do pessoal	Políticas estáveis de força de trabalho; Qualidade de programas de vida de trabalho; Programas para atrair os melhores cientistas e engenheiros.
Desenvolvimento de tecnologia	Tecnologia superior de classificação e manuseio de materiais; Equipamento de garantia de qualidade patenteado.	Características singulares do produto; Rápidas introduções de modelos; Máquinas ou processo de produção singulares; Procedimentos de inspeção automatizados.
Aquisição	Transporte mais confiável para entregas internas.	Matérias-primas da mais alta qualidade; Componentes da mais alta qualidade.
Atividades primárias	Manuseio de insumos que minimiza avarias ou degradação; Conveniência de fornecimento para o processo de fabricação.	Obediência rígida às especificações; Aparência atrativa do produto; Responsividade a mudanças nas especificações; Baixos índices de defeitos; Tempo curto de fabricação.
	LOGÍSTICA INTERNA	OPERAÇÕES

Fonte: adaptado de Porter (1989).

FIGURA 27 – Fontes representativas de diferenciação ligadas à área de manufatura na cadeia de valores

Pereira (1999, p. 9) citando Porter, destaca que as empresas alcançam vantagem competitiva também através de ações de inovação, tanto de produtos, quanto de processos, pois quando a inovação cessa, a empresa torna-se estagnada e em pouco tempo seus concorrentes irão ultrapassá-la.

Por fim, Martins & Laugeni (1998, p. 10) chamam a atenção também para a dimensão da produtividade como vantagem competitiva, pois “deve estar presente em todas as ações da empresa”. Todas as decisões devem ter uma relação benefício/custo favorável.”

2.7 As perdas nos sistemas produtivos

As duas pessoas responsáveis pelo desenvolvimento do sistema de produção que serviu e serve de modelo a nível mundial até aos dias atuais, o chamado Sistema Toyota de Produção, foram Taiichi Ohno e Eiji Toyoda, sendo após seguidos por Shigeo Shingo. Criadores de conceitos como *Just-in-time* e *Kanban*, estes dois japoneses enfatizaram o combate ao desperdício como um dos fatores preponderantes para o sucesso da manufatura. Referente a isso, Ohno (1997, p. ix) cita que “o objetivo mais importante do Sistema Toyota tem sido aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e completa de desperdícios.” Trata-se, pois, de um fator fundamental de competitividade a identificação e o combate às perdas que, segundo Ohno *op.cit.*, são as seguintes:

- desperdício de superprodução;
- desperdício em transporte;
- desperdício de tempo disponível (espera);
- desperdício do processamento em si;
- desperdício de estoque disponível (estoque);
- desperdício de movimento;
- desperdício de produzir produtos defeituosos.

Por outro lado, Shingo (1996a) coloca que, para que se obtenha êxito continuado no combate aos desperdícios, é preciso incessantemente procurar por eles, seja no ambiente fabril, seja em qualquer setor da empresa. Trata-se de desenvolver nos colaboradores a disciplina pelo combate às perdas. Essa postura também pode e deve ser incentivada junto aos fornecedores.

O conceito de perdas está bastante ligado à constatação de que existem atividades que agregam valor ao produto e outras não. As últimas podem ser consideradas perdas, devendo ser identificadas e eliminadas. É importante a consideração efetuada por Oliveira (2002b, p.32), enfatizando que “observam-se as perdas de forma global, tanto no que tange aos processos ... como no que tange às operações”.

2.7.1 Desperdício de superprodução

Este tipo de perda significa produzir mais do que o absolutamente necessário para um determinado momento. Nos sistemas *Just-in-time*, perdas por

superprodução são consideradas grandes inimigas, porque ajudam a ocultar outros tipos de perdas. Produzir mais do que o necessário gera estoques, com todas as suas conseqüências indevidas, conforme se verá adiante.

Shingo (1996a, p.103) identifica dois tipos de superprodução:

- quantitativa – fazer mais produto que o necessário;
- antecipada – fazer o produto antes de que ele seja necessário”.

Isto ocorre devido a situações de incertezas e restrições ligadas ao processo produtivo. A figura 28 lista estas ocorrências e os efeitos para sua compensação.

Causas	Conseqüências
Altos tempos de <i>setup</i>	Produção de grandes lotes
Incerteza quanto à qualidade e confiabilidade de equipamentos	Produzir mais do que o necessário
Falta de sincronia entre o momento de produzir e de seu real uso	Produzir antecipadamente
Arranjo físico inadequado, ou seja, grandes distâncias a percorrer com o material	Formação de lotes para movimentação

Fonte: adaptado de Shingo (1996a).

FIGURA 28 – Causas e conseqüências de perdas por superprodução

A figura 29, por sua vez, apresenta soluções para as perdas por superprodução.

2.7.2 Desperdício em transporte

As perdas por transporte dizem respeito às atividades de movimentação de materiais quando não agregam valor ao produto e que, por outro lado, consomem tempo e recursos. Normalmente, existem devido a arranjos físicos e a processos inadequados. Atacar os desperdícios por transporte implica na eliminação da movimentação de materiais ou levar ao máximo sua redução. Para isso, primeiramente deve-se efetuar melhorias mediante a redução das distâncias, ou seja, pela adequação do arranjo físico. Só após, procedem-se estudos para a mecanização ou automatização dos trabalhos de transporte difíceis de serem eliminados.

2.7.3 Desperdício de tempo disponível - espera

Este desperdício se refere ao material que está esperando para ser processado. Segundo Shingo (1996b, p. 29), existem dois tipos de espera:

- Espera de processo- um lote inteiro permanece esperando enquanto o lote precedente é processado, inspecionado ou transportado.
- Espera de lote- durante as operações de um lote, enquanto uma peça é processada, outras se encontram esperando. Também ocorre na inspeção e no transporte.

A figura 29 apresenta esquematicamente os tipos de espera, suas causas e soluções, baseado nas proposições de Shingo (1996a).

Esperas de processo - devido a fluxo desbalanceado entre processos	
Solução	Detalhamento da solução
Balanceamento da quantidade: equilíbrio entre quantidades de produção e capacidades de processamento	- balancear pelos pedidos - pela capacidade mais alta - pela capacidade mais baixa
Sincronização	Sincronização do fluxo de produto entre operações; utilização de <i>kanban</i>
Esperas de processo - devido a estoques de amortecimento por problemas crônicos	
Detalhamento da causa	Detalhamento da solução
Para compensar quebras de máquinas	Investigar causas ou utilizar dispositivos pré-automação para antever quebras
Para compensar produtos defeituosos	Implantar inspeção 100% ou preventiva
Para compensar <i>setups</i> elevados	Implantar troca rápida de ferramentas - TRF
Para compensar mudanças no plano de produção	Reduzir <i>setup</i> , reduzir ciclos de produção e implantar dispositivos pré-automação
Compensação de máquinas de diferentes capacidades	Investir em máquinas baratas e de baixa capacidade, além de TRF e lotes pequenos
Compensação de diferentes tempos de operação	Adotar pré-automação, ampliando o número de turnos de trabalho ou horas-extras
Esperas de processo - devido a estoques de segurança	
Detalhamento da causa	Detalhamento da solução
Possíveis atrasos na entrega; erros ou programação da produção indefinida; superestimativas contra quebras e defeitos	Congelamento dos níveis correntes de estoque, forçando o surgimento e tratamento dos problemas ocultos
Esperas de lote	
Detalhamento da causa	Detalhamento da solução
Lotes grandes	Evoluir para lotes unitários, melhorar <i>layout</i> e utilizar transporte automatizado
Setup elevado	Implantar troca rápida de ferramentas - TRF

Fonte: adaptado de Shingo (1996a).

FIGURA 29- Perdas por espera e soluções

2.7.4 Desperdício do processamento em si

Qualquer componente que adicione custo e não valor ao produto é considerado perda, segundo o conceito desenvolvido por Shigeo Shingo. Neste sentido, como critério para análise, pode-se questionar a razão de determinado item ou componente ser feito, qual sua função no produto e, também, verificar se determinada etapa do processo é realmente necessária. Neste sentido, é aplicável a utilização da metodologia de engenharia e análise de valor, simplificando produtos e processos, sem interferir nas suas características intrínsecas.

2.7.5 Desperdício de estoque disponível - estoque

O estoque, do mesmo modo que a superprodução, esconde outros tipos de desperdício. O estoque é considerado perda devido aos seguintes fatores:

- acarreta elevados custos financeiros, como capital parado e com a necessidade de pessoas para controle;
- necessidade de espaço adicional na indústria;
- possibilidade de obsolescência dos itens armazenados devido a alterações de projeto ou por prazo de validade;
- possibilidade de deterioração;

Na verdade, o estoque é uma consequência da existência dos outros tipos de desperdícios e, por isso, sua eliminação ou redução, dependem do ataque às causas geradoras da necessidade de se manter estoques.

É importante também a consideração de que um fator que força a existência de estoques é o desbalanceamento da relação entre o tempo necessário demandado desde a entrada do pedido de compra até sua entrega ao cliente e o tempo necessário para sua produção. Para isso, deve-se atuar no sentido de se reduzir os tempos de preparo (*setup*) de máquinas, redução dos tempos de ciclo e dos *lead times* e, por consequência, os tamanhos de lote e melhorando-se a sincronia no fluxo produtivo. O objetivo deve estar ligado ao atingimento do “estoque zero”.

2.7.6 Desperdício de movimento

Este desperdício está relacionado ao método como são executadas as operações na manufatura e também com relação aos movimentos desnecessários dos trabalhadores, tanto nas máquinas como nas linhas de montagem. Seu tratamento está relacionado ao estudo dos movimentos e métodos, visando-se seu aprimoramento e sua economia. A opção por mecanização ou automatização deve ser considerada somente após a racionalização dos movimentos, para evitar a automatização do desperdício.

2.7.7 Desperdício de produzir produtos defeituosos

Produzir defeituosos significa fabricar componentes e produtos que não atendam às especificações de qualidade requeridas em conformidade com o projeto. Este fato representa desperdiçar materiais, desperdiçar disponibilidade de mão-de-obra, de equipamentos, movimentação e armazenagem de materiais defeituosos e inspeção de produtos.

Segundo o conceito *Just-in-Time* o processo deve ser desenhado de maneira que previna a ocorrência de defeitos e, por conseguinte, que dispense a execução de inspeções. Para isso, podem ser desenvolvidos dispositivos com características que previnam a ocorrência do erro humano, os quais são denominados *poka-yoke*.

De qualquer maneira, se necessária a utilização de inspeções, existem três possibilidades:

- a) sistema de inspeção sucessiva: cada operador inspeciona o trabalho do operador anterior e assim sucessivamente;
- b) sistema de auto-inspeção: cada operador inspeciona seu próprio trabalho;
- c) sistema de inspeção na fonte: significa controlar os parâmetros que influem nos resultados dos processos.

Resultados significativos no combate às perdas são obtidos através do gerenciamento de processos.

3 METODOLOGIA

Este capítulo expõe a sistemática de planejamento e desenvolvimento do trabalho, segundo critérios aceitos pela comunidade científica, de maneira que o conjunto da pesquisa seja percebido como um todo indissociável e demonstre a utilidade que a Engenharia de Produção representa para a evolução tecnológica dos setores produtivos.

Sabe-se que, para desenvolver um trabalho científico, o pesquisador segue métodos para coletar e analisar dados, utilizando-os sempre de acordo com a necessidade específica de sua linha de pesquisa. Assim, a seguir é demonstrado o processo metodológico seguido.

3.1 A estrutura metodológica da pesquisa

Silva & Menezes (2000) definem quatro formas para a classificação de uma pesquisa científica: em relação aos objetivos, à forma de abordagem, à sua natureza e aos procedimentos adotados pelo pesquisador.

3.1.1 Em relação aos objetivos propostos

Gil (1999) observa que, quanto a objetivos, as pesquisas podem ser classificadas em três grupos: exploratórias, descritivas e explicativas.

A pesquisa em questão é tida como do tipo descritiva, conforme o referido autor, por possibilitar a demonstração da preocupação do pesquisador com a atuação ou a utilização prática dos resultados.

A pesquisa do tipo descritiva aproxima-se muitas vezes da exploratória por servir para proporcionar uma nova visão de um determinado problema. Da mesma maneira que a exploratória, utiliza-se de levantamento bibliográfico, entrevistas e estudos de caso.

3.1.2 Em relação à forma de abordagem

O presente trabalho envolve o contexto de organizações empresariais de uma determinada região, as quais apresentam características orgânicas similares e onde o escopo da pesquisa é o da investigação quanto à possibilidade da implantação nelas de conceitos já utilizados com sucesso em outras empresas. Partindo-se deste pressuposto, na caracterização quanto à forma de abordagem, a presente pesquisa enquadra-se no aspecto qualitativo “pelo fato de não empregar dados estatísticos como centro do processo de análise de um problema” (OLIVEIRA, 2001, p. 116), diferenciando-se, assim, do caráter quantitativo dos modelos experimentais.

Por outro lado, como um aspecto de pesquisa qualitativa, percebe-se que esta “vai se definindo e se delimitando a partir da observação reiterada e participante do objeto pesquisado” (CHIZZOTTI, 1998, p. 81). Assim, o problema de pesquisa não parte de um modelo teórico preconcebido.

Apesar de ser utilizado o método estatístico para melhor evidenciar o universo das organizações pesquisadas, ainda assim não descaracteriza a abordagem qualitativa, conforme assegura Chizzotti *op.cit.*.

Triviños (1995) chama a atenção para a importância da abordagem qualitativa, quando a mesma busca explicar e compreender o desenvolvimento da vida humana e, por conseguinte, do seu desenvolvimento social, de suas organizações e dos seus significados no contexto onde existem e atuam.

3.1.3 Em relação à natureza

Este estudo enquadra-se no nível de pesquisa aplicada pois, de acordo com Oliveira *op.cit.*, tem por objetivo pesquisar e comprovar modelos teóricos e fazer sua aplicação a determinadas necessidades humanas. É característico da pesquisa aplicada a resolução de problemas concretos.

3.1.4 Em relação aos procedimentos adotados

Quanto aos procedimentos seguidos, a pesquisa está dividida em:

- pesquisa bibliográfica;
- estudo de caso.

3.1.4.1 Pesquisa bibliográfica

Primeiramente, foi realizada a consulta bibliográfica sistematizada, buscando-se o estado-da-arte no que diz respeito à gestão da produção, incluindo-se a pesquisa a periódicos e anais de congressos.

3.1.4.2 Estudo de caso

Segundo Gil (1999, p. 72) “o estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado”. Na presente pesquisa, este procedimento foi adotado com o objetivo de se poder constatar o nível gerencial em que se encontram as organizações localizadas na região delimitada pela pesquisa e, a partir daí, então, evoluir para o modelo de gestão adequado.

De acordo com Chizzotti *apud* Oliveira (2002a) desenvolveu-se o estudo de caso em três fases:

- a seleção e delimitação do caso, onde foi definido o espaço geográfico de interesse da pesquisa e as características organizacionais das empresas;
- o trabalho de campo, onde partiu-se para a elaboração de questionários e, após, para as visitas às empresas;
- a organização e redação do relatório, com a demonstração dos resultados das buscas efetuadas junto às organizações.

3.2 O delineamento da pesquisa

Seguiu-se o método descrito por Oliveira *op.cit.* (2002) para o delineamento da pesquisa, conforme segue. Respondendo-se ao questionamento “o quê” buscar é que se visualizou as necessidades relativas aos processos de gestão das empresas do setor metal-mecânico de maneira a poderem alcançar a excelência em manufatura.

A partir de então, “onde” será efetuada a pesquisa, levou à região representativa de um pólo do segmento metal-mecânico, qual seja a região da Grande Santa Rosa, RS.

Dado que a ciência apresenta um caráter evolutivo permanente, sabe-se que as conclusões obtidas através do desenvolvimento de pesquisas revestem-se do espaço temporal, introduziu-se o “quando”, tendo sido então resgatado o período de meados da primeira década do século XXI.

Por fim, o “como” implementar a pesquisa teve como definição a seqüência a ser seguida, conforme pode ser visualizado no item seguinte.

3.3 Descrição sucinta das atividades

3.3.1 A formação do referencial bibliográfico

O desenvolvimento do referencial bibliográfico foi sendo construído de maneira sistemática, buscando-se informações relativas a práticas de gestão da produção em obras nacionais e internacionais, em anais de congressos e periódicos relacionados ao tema. Este material foi organizado em uma seqüência lógica de maneira a tornar fácil a busca por parte daqueles interessados, quais sejam, os gestores das empresas estudadas.

3.3.2 A escolha da atividade produtiva e a percepção do problema

Foi selecionada a atividade de manufatura do setor metal-mecânico devido à afinidade do pesquisador para com o tema, onde desenvolve sua prática profissional naquele ambiente, quando então percebeu a necessidade de dispor as pequenas e médias empresas situadas no pólo existente na região da Grande Santa Rosa, RS, de práticas de excelência, com vistas a possibilitar a elas a obtenção de vantagem competitiva.

A identificação das empresas caracterizadas no escopo da pesquisa foi buscada em bancos de dados disponíveis na região, tais como associações comerciais e prefeituras.

De acordo com o critério estabelecido no item 1.4, onde seriam selecionadas as empresas que contassem com um quadro de pessoal entre 10 e 500, foram identificadas 48.

3.3.3 A coleta de dados

Para a coleta de dados junto às empresas foi elaborado um questionário, conforme Anexo 1, o qual serviu para o desenvolvimento de entrevistas visando-se o contato com os gestores das empresas. Os pontos de verificação relacionam-se aos processos e às ferramentas utilizadas no gerenciamento de seu sistema de produção.

A estratégia para o agendamento de visitas foi desenvolvida por meio de telefone e, após, a entrevista levada a efeito nas próprias empresas.

3.3.4 Análise e interpretação dos dados

Como última fase partiu-se para o tratamento dos dados obtidos a fim de se poder efetuar sua análise e interpretação. Com isso, obteve-se o retrato da realidade das organizações consultadas, tendo-se, então, a possibilidade de visualização de sua problemática, passo importante para a consecução do modelo de gestão proposto.

Devido à população das empresas observadas ter sido em número de 48, ou seja, menor que 100, a interpretação dos dados foi realizada baseada em números absolutos e não em percentuais.

4 DIAGNÓSTICO DAS EMPRESAS: COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

Para que a empresa possa efetivamente desenvolver um gerenciamento eficiente e eficaz de seus processos de manufatura, mister se faz a identificação de suas reais necessidades e suas características produtivas ligadas ao contexto em que está inserida. Com isso será possível a opção pelo sistema de gestão mais apropriado.

A figura 30 apresenta uma visão global da distribuição das empresas analisadas, estratificadas pelo porte, baseado no número de colaboradores e sua distribuição pelos municípios. Assim, 48 empresas foram pesquisadas.

Municípios	Número de colaboradores					Total de empresas
	10 a 99	100 a 199	200 a 299	300 a 399	400 a 500	
Alecrim	0	0	0	0	0	0
Alegria	0	0	0	0	0	0
Boa Vista do Buricá	0	0	0	0	0	0
Campina das Missões	0	0	0	0	0	0
Cândido Godói	3	0	0	0	0	3
Dr. Maurício Cardoso	0	0	0	0	0	0
Giruí	3	0	0	0	0	3
Horizontalina	5	0	0	0	0	5
Independência	0	1	0	0	0	1
Nova Candelária	0	0	0	0	0	0
Novo Machado	0	0	0	0	0	0
Porto Lucena	0	0	0	0	0	0
Porto Mauá	0	0	0	0	0	0
Porto Vera Cruz	0	0	0	0	0	0
Santa Rosa	22	5	0	0	0	27
Santo Cristo	3	0	0	0	0	3
São José do Inhacorá	0	0	0	0	0	0
Senador Salgado Filho	0	0	0	0	0	0
Três de Maio	3	0	0	0	0	3
Tucunduva	1	0	0	0	0	1
Tuparendi	1	0	1	0	0	2
Total por tamanho	41	6	1	0	0	48

FIGURA 30 – Estratificação do número de empresas por município e de acordo com seu porte baseado no número de colaboradores.

É possível se perceber a alta incidência de pequenas empresas no conjunto do pólo metal-mecânico, chegando a inexistir casos de empresas de porte médio nas classes intervalares acima de 300 funcionários. Outra constatação é a de que diversos municípios da região não contam com empresas adequadas ao perfil da pesquisa, mas aí já se observam oficinas que executam melhorias e adaptações de mecanismos em implementos agrícolas mais antigos. Não é demais lembrar o fato de que este procedimento de trabalho já possibilitou o surgimento de diversos fabricantes de produtos próprios, hoje atuantes. Neste sentido, observa-se através da pesquisa, conforme figura 31, que um significativo número das empresas já atuam com produtos próprios, ou seja, 29 delas (13 + 16), evidenciando um cuidado com a dependência excessiva aos serviços subcontratados – terceirizados – prestados aos grandes fabricantes.

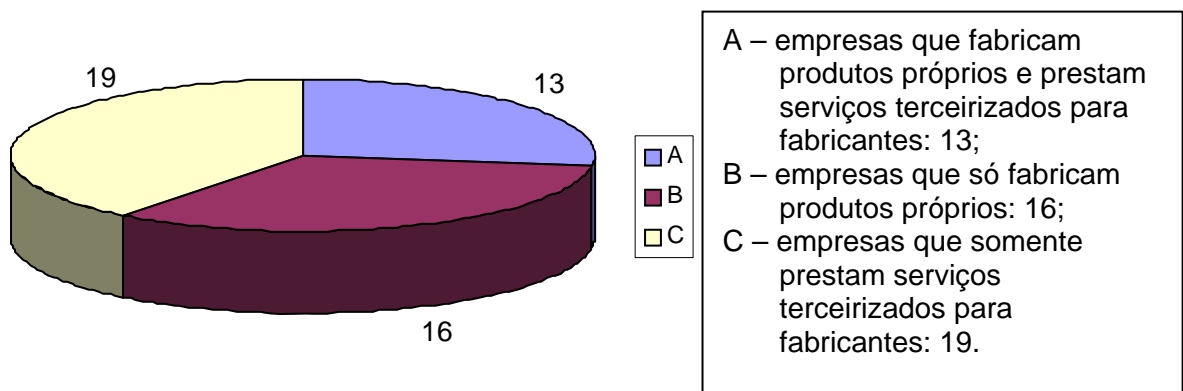


FIGURA 31- Identificação das empresas quanto ao foco de atuação: fabricantes x terceirizadas

Por outro lado, justamente as maiores empresas pesquisadas são as que se dedicam à terceirização, tão somente. Constata-se aí que a elevada demanda por serviços originários dos grandes fabricantes possibilitou esta realidade.

Um fator importante para se conhecer o potencial competitivo futuro é saber se as empresas têm desenvolvido o seu planejamento estratégico. Conforme a figura 32, somente 9 já efetuaram um planejamento estratégico formalizado, apesar de 19 delas afirmarem saber onde pretendem estar em um horizonte de 5 anos. Dentre as empresas que se enquadram nas situações “A” e “B” da figura, a grande maioria

atua como terceirizada, sendo que as mesmas apoiam-se no planejamento futuro de uma das grandes fabricantes instaladas na região.

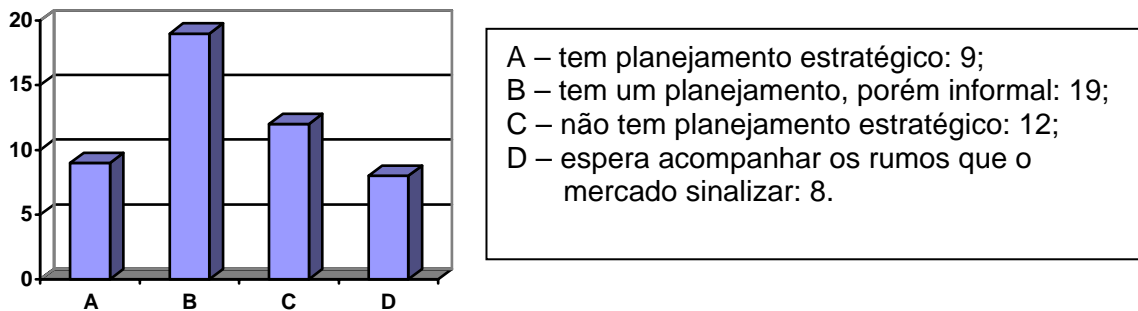


FIGURA 32 – Verificação das empresas que mantêm planejamento estratégico

O planejamento estratégico empresarial afeta, por conseguinte, o planejamento futuro da fábrica, a qual deverá visualizar as suas necessidades de adequação para o atendimento das expectativas gerais da empresa. Por isso a inclusão deste tópico na pesquisa, sendo que se constatou, como era de se esperar, resultado semelhante ao verificado para o planejamento estratégico global de cada empresa, conforme a figura 33.

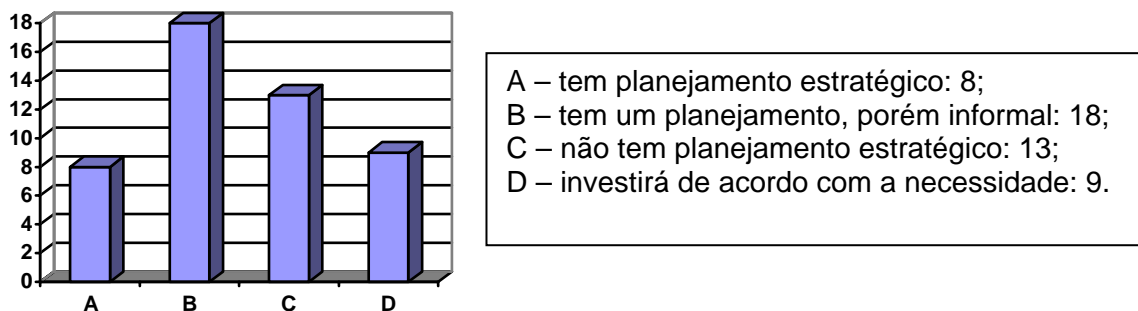


FIGURA 33 – Verificação das empresas que mantêm planejamento estratégico da fábrica

Fica evidente a atenção dispensada por significativa parcela das empresas com relação à sua inserção no futuro, porém os dados revelam que ainda há muito trabalho a ser desenvolvido neste sentido.

A partir da verificação do planejamento fabril de longo prazo, a questão seguinte na pesquisa foi evidenciar como está a organização da produção quanto ao horizonte de sua programação. Assim, a figura 34 possibilita visualizar que a grande maioria das empresas, 27, trabalha baseada em um horizonte firme de programação de um mês. Porém, preocupa o fato de 7 delas operar sem programação, o que pode vir a dificultar seu crescimento futuro ordenadamente.

Outra constatação verificada na figura, através da opção "E", que é complementar às demais, é a de que um grande percentual de empresas trabalha com programação sob pedido, contando-se aí as prestadoras de serviços terceirizados e alguns fabricantes, totalizando 33 no universo consultado. Isto evidencia o fato de se produzir sob demanda e a possibilidade de utilização de sistemas de manufatura enxuta na região em um futuro breve.

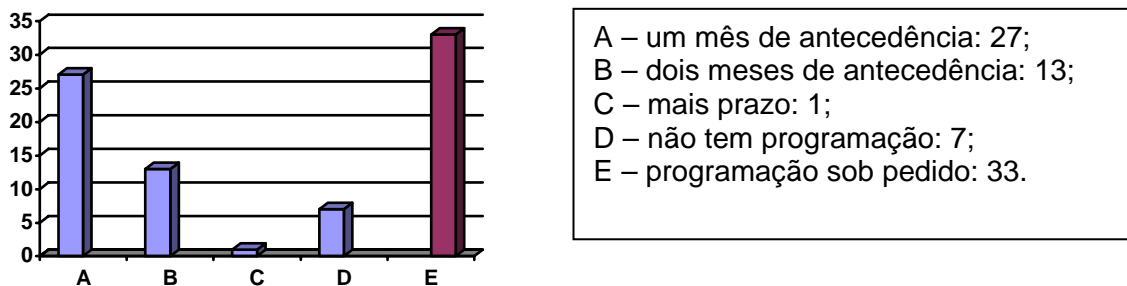


FIGURA 34 – Verificação do horizonte de programação da produção

A filosofia *Just-In-Time* apregoa a minimização de estoques e a utilização de matérias-primas e componentes no momento de seu uso. A intenção das perguntas de números 5 e 6 foi verificar esta questão, onde, primeiramente, com a pergunta número 5 se constata a relação de parceria entre as empresas terceirizadas e seus clientes. Ficou transparente que a grande parcela de relacionamento envolve o fornecimento da matéria-prima, conforme se pode observar na figura 35, ou seja, em 26 dos casos. Foram 3 as empresas que não se envolvem com o fornecimento de matérias-primas e, eventualmente, outras 3.

Deve-se atentar para o fato de que, na figura 35, só constam as empresas que prestam serviços terceirizados, perfazendo, por isso, um total de 32.

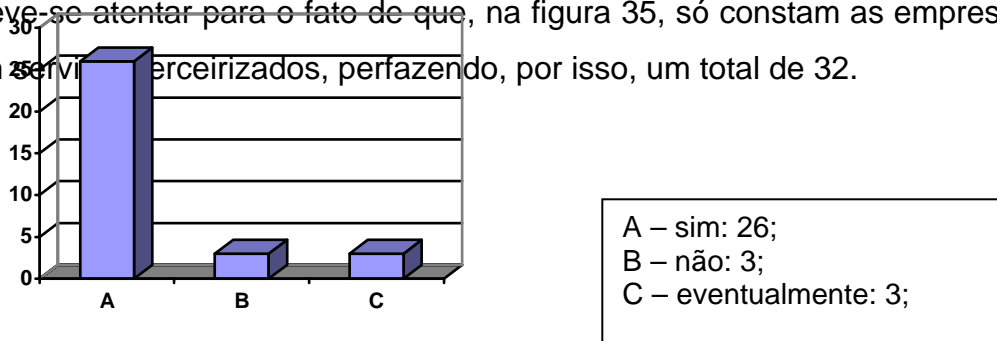


FIGURA 35 – Empresas que prestam serviços terceirizados e que também fornecem a matéria-prima

A partir da constatação de que a maioria dos relacionamentos de terceirizações envolvem o fornecimento de material, somado ao restante das pequenas e médias empresas fabricantes de produtos próprios, a intenção com a pergunta de número 6 foi verificar a prática relativa a estoques. Ficou constatado que a grande maioria das empresas produz sob demanda, isto é, sob pedido, o que caracteriza uma situação propícia para a utilização das práticas da manufatura enxuta. Poucas destas empresas, em número de 9, com o objetivo de evitar riscos de atrasos na entrega de sua produção, solicitam a chegada das matérias-primas com antecedência. Boa parte delas, em 21 dos casos, já procuram receber as matérias-primas e componentes no momento do uso. Porém, houve uma parcela significativa que, no momento da pesquisa, 18 delas encontrava-se investindo em estoques. Segundo comentários desses entrevistados, isto se deve a três fatores: a) a sinalização de demanda futura alta; b) o receio de falta de matéria-prima no futuro próximo, devido ao incremento nas exportações. Este fator pode lhes causar penalizações severas de parte do cliente fabricante; c) e a expectativa da volta da pressão inflacionária. Este último argumento, quando aliado à existência de capital de giro na empresa, lhes dá a indicação de que estoques sejam considerados como investimentos. Ver figura 36.

- A – só adquire matérias-primas necessárias por pedido, solicitando entrega com antecedência: 9;
- B – só adquire matérias-primas necessárias por pedido, solicitando entrega no momento do uso: 21;
- C – investe em estoques de matérias-primas, por segurança quanto à falta ou atrasos de entrega: 18.

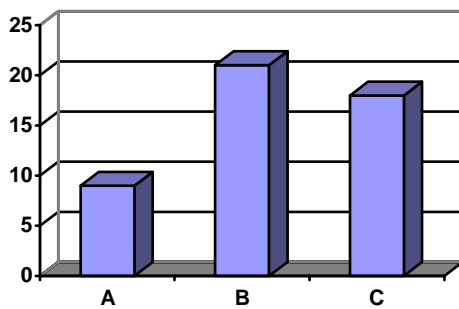


FIGURA 36 – Política das empresas com relação a estoques

Com o intuito de verificar o grau de modernização do parque de máquinas operatrizes, visando a possibilidade de integração *on-line* com a programação da produção e a automação na manufatura, perguntou-se sobre a existência de sistemas CNC – controle numérico computadorizado nas empresas. A figura 37 demonstra que ainda há muito espaço de desenvolvimento neste sentido, pois 25 das empresas ainda utilizam máquinas de controle manual.

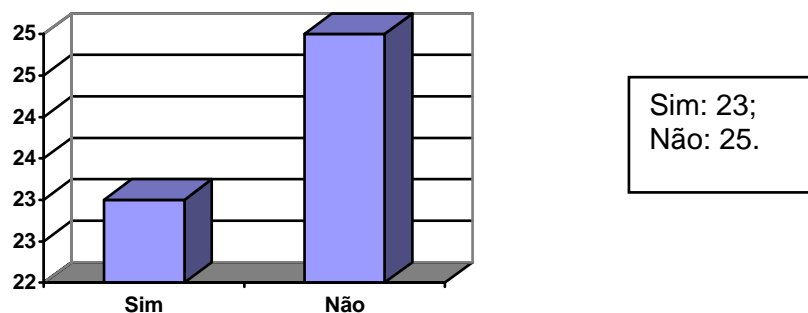


FIGURA 37 – Número de empresas que possuem máquinas operatrizes de controle computadorizado CNC

Um ponto fundamental nas práticas de manufatura enxuta diz respeito ao reduzido tempo de ciclo no chão de fábrica e a troca rápida de ferramentas contribui para isso. Baseado em Shingo (1996a), que chamou a atenção para a necessidade de se trabalhar com tempos de troca de um dígito, ou seja, de menos de dez minutos, as empresas da região dispõem de mais um ponto para melhoria em seus sistemas produtivos, pois apenas 4 delas afirmaram obter este desempenho. Grande parte, 38, depende de 10 a 30 minutos e, em 6 dos pesquisados ainda apresentam um tempo elevado, de mais de 30 minutos, conforme figura 38.

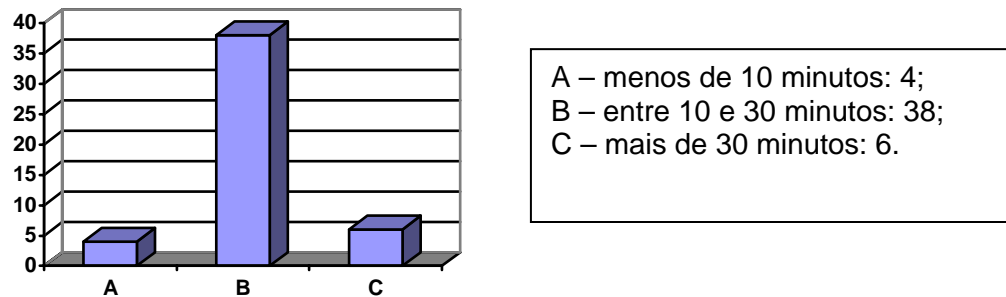


FIGURA 38 – Tempo médio de preparo de máquina

Ainda com o objetivo de constatar o nível de evolução quanto à otimização do tempo de ciclo, da redução dos tempos de *setup* e do combate aos desperdícios, verificou-se quanto ao posicionamento dos pontos de armazenagem de ferramental quanto às máquinas que os utilizam. Conforme se pode observar na figura 39, mais da metade das empresas, 27 delas, dispõem seu ferramental junto das máquinas, possibilitando nestes casos a troca com mais agilidade. Em 9 casos (opção “C”), somente o ferramental de uso rotineiro é colocado junto às máquinas.

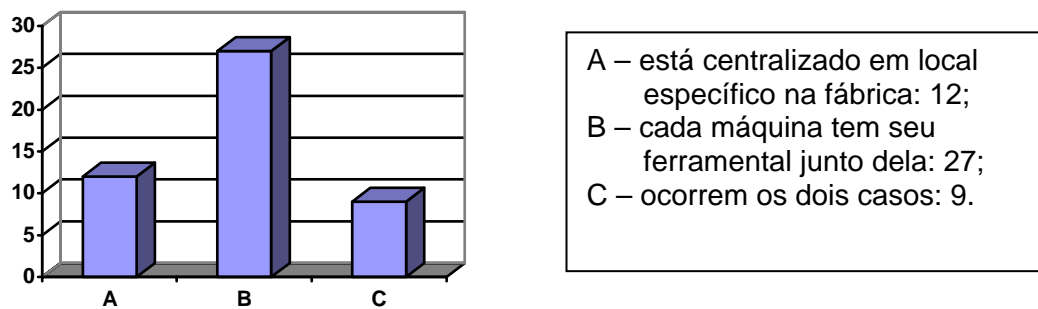


FIGURA 39 – Verificação do ponto de armazenagem de ferramental e dispositivos de fixação, com relação à(s) máquina(s) que os utilizam

Além de outros fatores, perdas nos processos produtivos ocorrem por produzir-se componentes defeituosos. Para reduzir este desperdício e evoluir no sentido da filosofia *Just-In-Time* e da Manufatura Enxuta, foi desenvolvido o conceito *poka-yoke*, ou seja, de dispositivos à prova do erro humano. Perguntou-se às empresas se utilizam ferramentais com esse requisito. Obteve-se o dado de que, computando-se juntamente os entrevistados que afirmaram os possuir e os que os utilizam

eventualmente, há uma representatividade de 37 empresas, conforme figura 40, sendo necessária ainda uma melhoria. Foi considerado aqui como atendendo a este recurso todo e qualquer dispositivo que contenha um mecanismo que evite o erro.

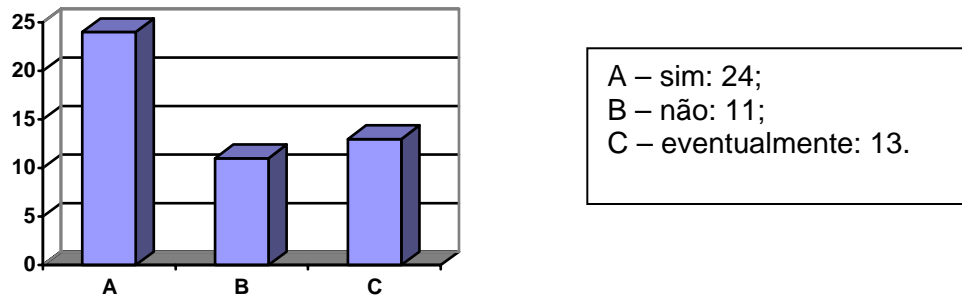


FIGURA 40 – Número de empresas que utilizam ferramental à prova de erros humanos na fabricação de peças

Verificando-se quanto ao combate aos desperdícios, onde se deve evitar a circulação de componentes defeituosos e, segundo a filosofia *Just-in-time*, onde se busca considerar cada colaborador que receba o trabalho de outro como um cliente, tem-se a inspeção da produção individual como uma garantia do deslocamento de itens comprovadamente cumprindo os padrões determinados pela engenharia de projetos.

Um dispositivo *poka-yoke* auxilia sobremaneira neste processo. Porém, a inspeção pelo colaborador também deve ser utilizada. Para isso, a consulta considerou este aspecto e obteve, conforme se pode observar na figura 41, onde um expressivo número de empresas utiliza inspeções no processo, ou seja, 42 dos casos, 3 não utilizam e, igualmente, 3 utilizam eventualmente.

Ainda referente a inspeções, buscou-se saber como se dá a inspeção, se cada operador inspeciona seu próprio trabalho ou se outro o faz. Das empresas que utilizam inspeções, 39 utilizam a primeira tipologia, conforme a figura 42.

Interessa saber também quanto à freqüência de inspeções executadas no processo, para se ter a garantia de evitar a passagem de itens defeituosos. Verificou-se, conforme a figura 43, que, em 28 dos casos, a inspeção é realizada por peça, a cada determinado número de peças produzidas. Ocorre inspeção em todas as peças em 16 casos. Este último fato foi constatado em operações de usinagem.

Inspeções por amostras foram observadas em 2 casos, onde estas empresas estão mantendo um setor de inspeção para isso.

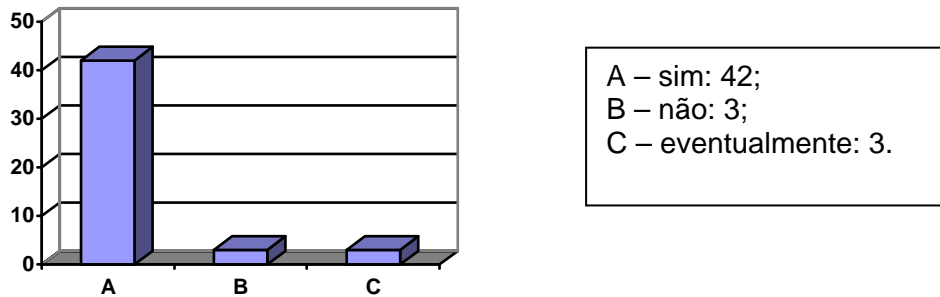


FIGURA 41 – Empresas que adotam sistema de inspeção durante o processo produtivo

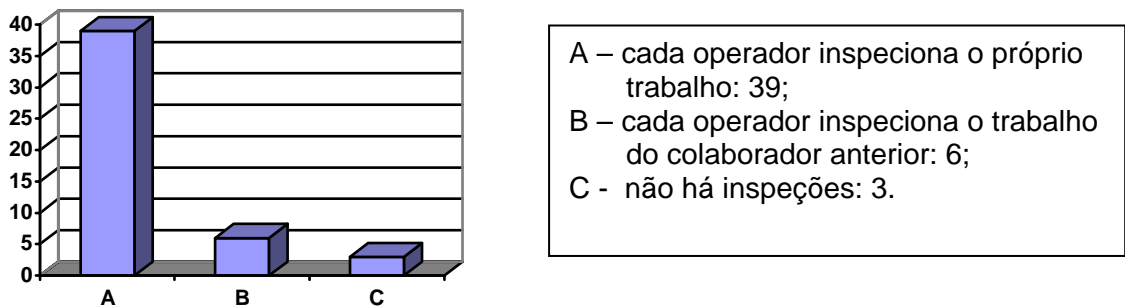


FIGURA 42 – Tipo de inspeção utilizado na produção

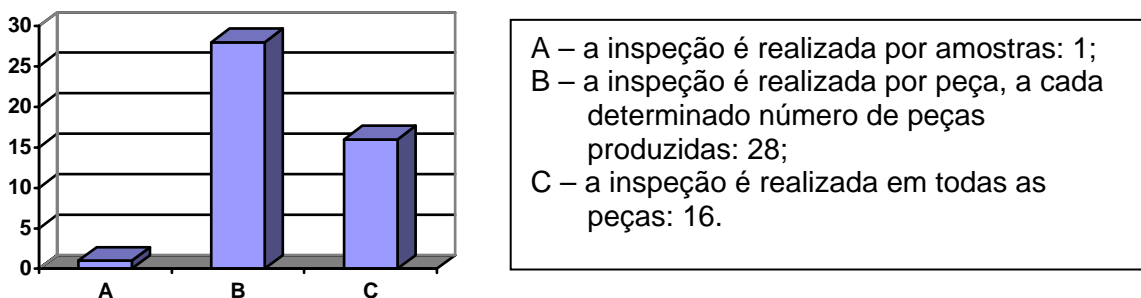


FIGURA 43 – Método de inspeção utilizado

Um conceito bastante citado na filosofia *Just-in-Time* é o da automação, onde é possível a operação automática da máquina e sua parada, também automática, em caso de ocorrência de erros. Alguns entrevistados consideraram que

suas máquinas de corte a laser dispunham destes recursos, em 3 dos casos, conforme a figura 44. Porém, nem todos os proprietários deste tipo de máquinas demonstraram esta visão.

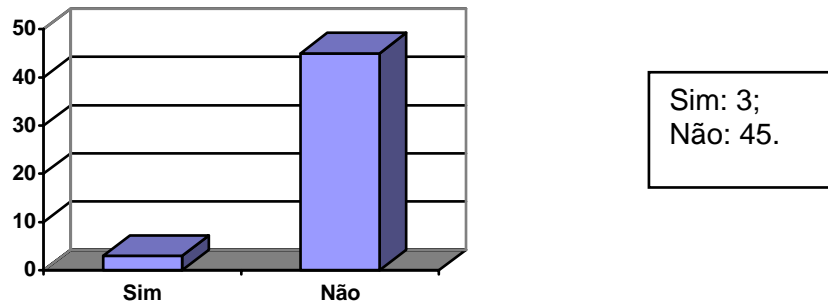


FIGURA 44 – Verificação do número de empresas que adotam dispositivos com sistema de aviso de ocorrência de erros

Quanto ao controle do chão de fábrica, a pesquisa buscou identificar como aquele se dá. O controle baseado em ordens de produção apresentou 34 ocorrências, enquanto que, surpreendentemente, ainda existem fábricas que operam baseadas em ordens verbais, encontrado em 12 casos. Controle somente via sistema *kanban* não foi encontrado e sua integração com ordens de produção foi localizado em 2 empresas, conforme figura 45.

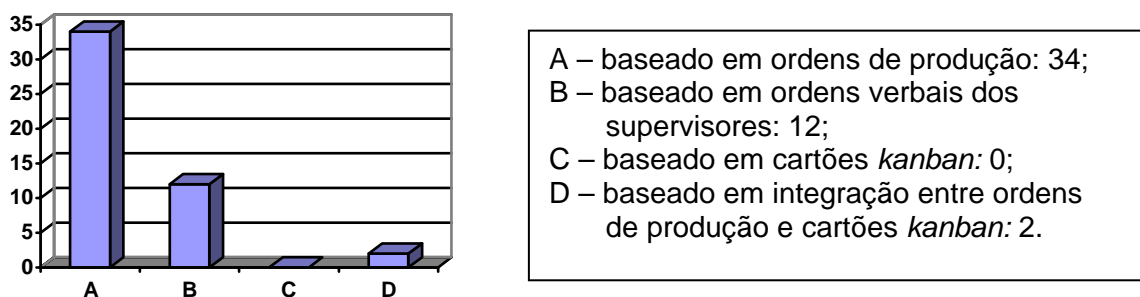


FIGURA 45 – Organização do sistema de controle da produção

Ainda referente ao controle de chão de fábrica, o número de empresas que se utilizam somente de ordens verbais preocupa, no sentido de que, além de dificultar a otimização de sua operacionalização, certamente virá a prejudicar o crescimento estruturado futuro destas empresas.

Com referência à utilização de cartões *kanban* o objetivo da pergunta de número 16 foi o de verificar em que pontos da empresa são utilizados. Foram localizados nos setores de montagem, usinagem, estamparia e expedição, conforme se pode observar na tabela 1.

TABELA 1 – Verificação dos setores que utilizam cartões *kanban* na produção

Alternativas	Quantidade
a) montagem	2
b) pré-montagem	0
c) solda	0
d) usinagem	1
e) estamparia	1
f) pintura	0
g) outros: expedição	1
Total	48

Obs.: questão de múltipla escolha.

O conhecimento das quantidades de materiais necessárias para se fabricar cada produto é importante para o correto gerenciamento da aquisição, de maneira que a manufatura produza conforme o planejado e para que se possa ter adequado controle sobre os estoques. Verificou-se, surpreendentemente, que 47 dos entrevistados apresentam a estrutura do produto desenvolvida. Somente um caso de não utilização da mesma, conforme a figura 46. Isto mostra que as empresas dão a devida importância para o que consomem na manufatura de seus produtos, sendo um ponto extremamente positivo.



FIGURA 46 – Empresas que se utilizam da estrutura do produto para orientação de compra de matérias-primas e componentes

A utilização de programas informatizados para controle do chão de fábrica foi investigado, conforme pode ser observado na figura 47. Constatou-se que ainda há uma demanda para o uso de softwares 12 das empresas consultadas, o que lhes proporcionará uma melhor organização.

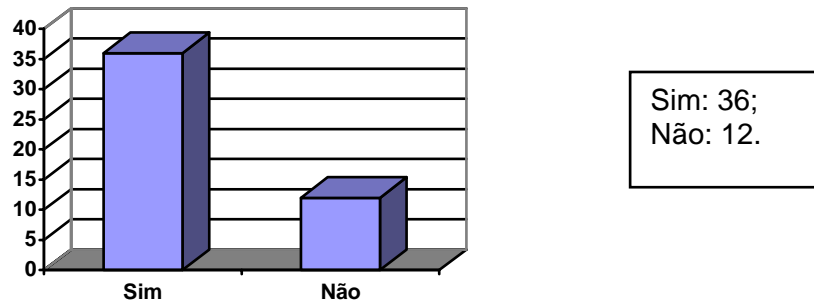


FIGURA 47 – A fábrica utiliza algum programa informatizado para orientar a compra e a produção?

Na seqüência, procurou-se saber, dentre as 36 empresas que utilizam software, que tipo de programas são operacionalizados. Constatou-se que 23 utilizam programas desenvolvidos para a própria empresa, enquanto que 12 utilizam programa do tipo MRP, conforme se pode observar na figura 48.

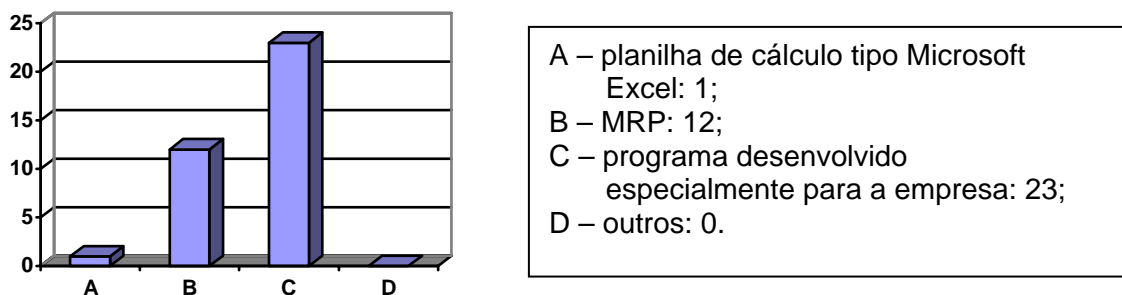


FIGURA 48 – Verificação do tipo de *software* utilizado para controle

Nos casos de uso de *software* para controle da produção é importante que o mesmo inclua o módulo de cálculo de capacidade finita, para que a fábrica possa informar ao cliente o prazo de entrega do pedido solicitado. Dentre os programas utilizados, constatou-se que um bom número deles já incluem tal recurso, onde 16 dos entrevistados respondeu afirmativamente, conforme figura 49.

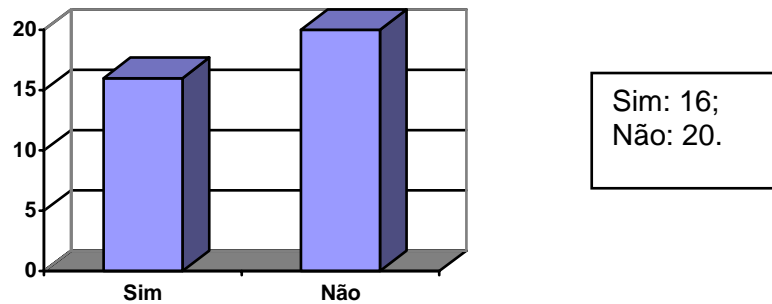


FIGURA 49 – Verificação da capacidade que o tipo de *software* utilizado tem de informar o tempo para a conclusão de programas de produção

Referindo-se à pergunta de número 21, onde se questiona quanto à integração dos sistemas MRP e *kanban*, verificou-se que ela existe em um caso, segundo o que foi informado por uma das empresas que se utilizam do sistema de puxar a produção. Os demais entrevistados que afirmaram dispor do MRP, não souberam informar sobre a possibilidade de seu sistema poder executar a integração.

A pergunta de número 22, por outro lado, teve o objetivo de verificar, para aquelas empresas que operam auxiliadas por sistemas informatizados, qual o nível de integração de seus diversos processos. Constatou-se, conforme a figura 50, que ainda 15 não dispõem desta facilidade, o que pode fazer com que enfrentem dificuldades de competitividade devido aos retrabalhos que fatalmente ocorrem.

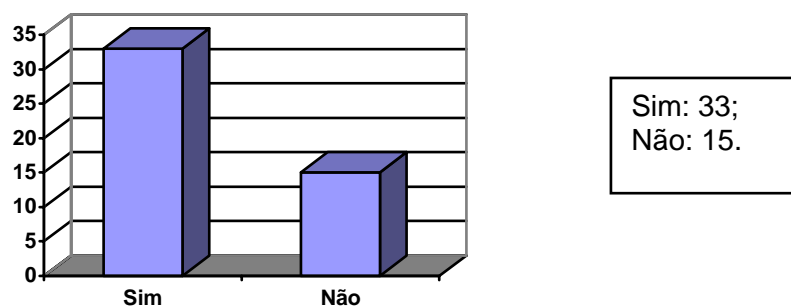


FIGURA 50 – A empresa utiliza algum software para integração de informações entre os diversos setores?

Na seqüência, perguntou-se somente às empresas que responderam afirmativamente à pergunta anterior, que tipo de software integrador empresarial possuem. Conforme se observa na figura 51, já 12 das empresas dispõem de

sistemas ERP, isto graças à assimilação desta tecnologia pelas empresas produtoras de software da região e do Estado.

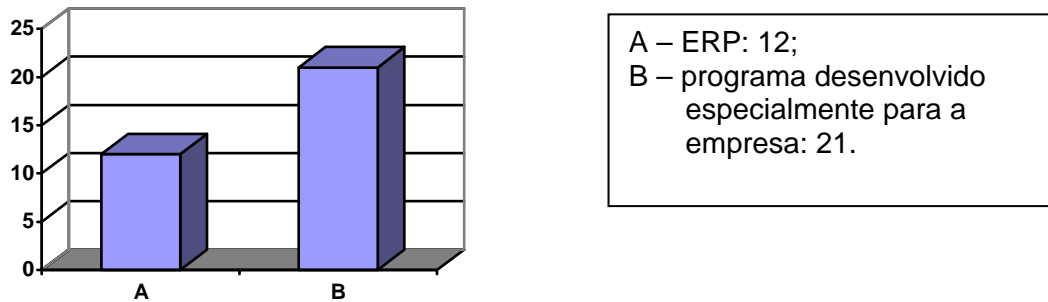


FIGURA 51 – Identificação do software integrador utilizado

A identificação e o tratamento de gargalos no chão de fábrica possibilita a melhoria no fluxo de produtos, fazendo com que se evolua para seu nivelamento. Pela figura 52 é possível perceber que grande parte das empresas consultadas, 30 sabem identificar e tratar seus gargalos, apesar de não terem conhecimento da metodologia da Teoria das Restrições, conforme comentários dos entrevistados por ocasião das visitas.

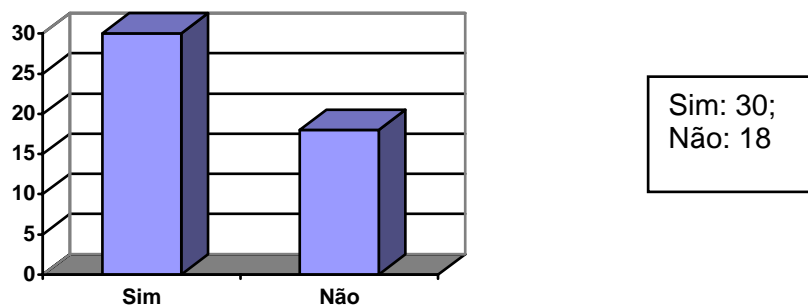


FIGURA 52 – A organização da produção identifica e tem um procedimento de tratamento de gargalos da fábrica?

A visão *Just-in-time* apregoa a máxima utilização do tempo do trabalhador, em detrimento do tempo de máquina. Verificou-se nas empresas pesquisadas que no entendimento dos entrevistados também o principal é manter ocupado o operador, perfazendo um total de 35, contra 5 dos que consideram as máquinas como motivo

principal de ocupação. Na figura 53 ainda se percebe que, em 8 das empresas, entende-se que o que vale realmente é o resultado operacional.

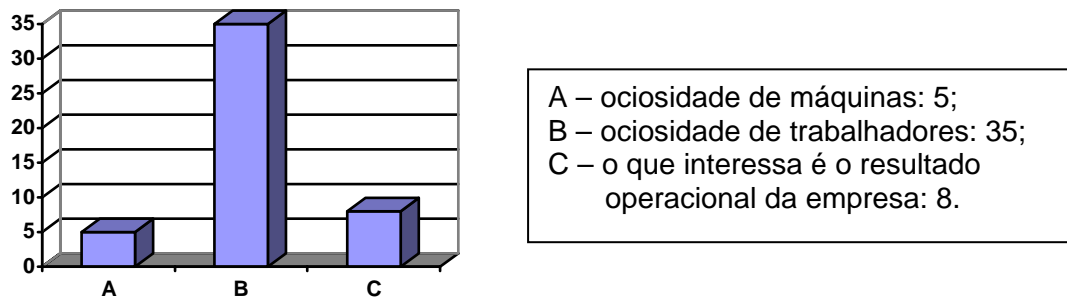


FIGURA 53 – Verificação do tipo de ociosidade que mais preocupa

Considerando-se pela pergunta anterior, onde se presta mais atenção para o aproveitamento do tempo do trabalhador, o entendimento das empresas também se coaduna com a filosofia *Just-in-time*, onde se utiliza também do conceito da polivalência dos operadores, para que se consiga flexibilidade e balanceamento rápido no chão de fábrica. Com isso, verificou-se que 34 das empresas valorizam a polivalência das funções dos trabalhadores, conforme figura 54.

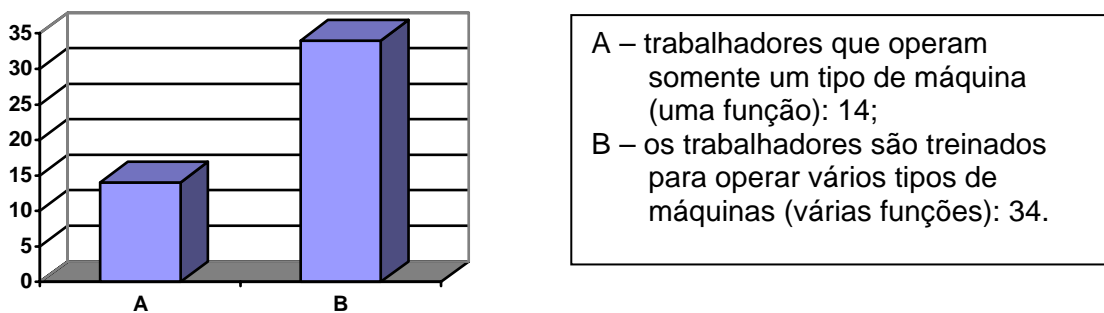


FIGURA 54 – Verificação da polivalência dos operadores de máquinas

Uma forma de se alterar o arranjo físico baseado em processos, para os de fluxo contínuo é através de células de produção, ou o que se convencionou identificar por manufatura celular. Verificou-se, através da pesquisa, que a maior parte das empresas, 32 delas, ainda não possuem arranjo celular em suas fábricas, conforme se pode constatar na figura 55.

Por outro lado, com relação às empresas que responderam utilizar-se de células de produção, ainda assim não se pode entender isto como um processo de manufatura celular baseado no conceito de tecnologia de grupo, conforme Lorini (1993), mas sim uma organização informal neste sentido.



FIGURA 55 – A fábrica possui células de produção?

Outro ponto de vista ligado à redução de desperdícios, à redução do tempo de ciclo e à redução da movimentação de materiais, é o conceito do lote unitário. Porém, as respostas demonstraram que perdura fortemente o método de se concluir os lotes inteiros, para então passá-los ao posto seguinte. Esta foi a resposta em 30 empresas, conforme figura 56.

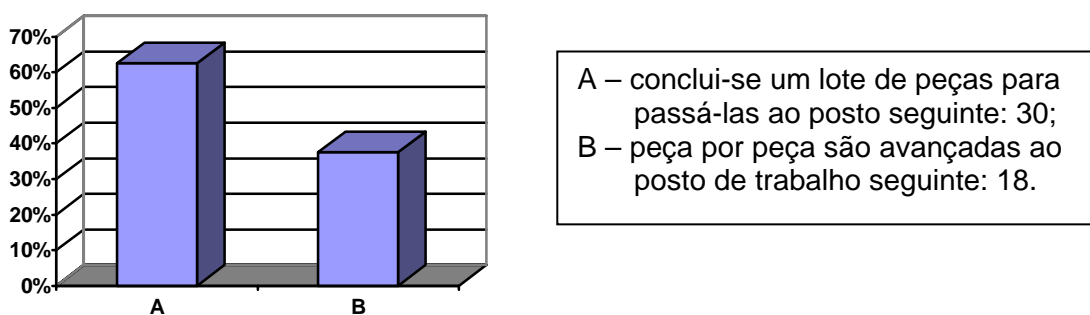


FIGURA 56 – Verificação da adoção de lotes unitários de produção

A adoção dos chamados sistemas flexíveis de manufatura, que são arranjos de máquinas operadas por sistema computadorizado e onde a transferência de peças se dá automaticamente entre elas, possibilita alterações muito rápidas no mix de produtos que se está produzindo. Por outro lado, o investimento em arranjos deste tipo, que demanda alta tecnologia, ainda não está ao alcance das empresas da

região, como se constatou pela pesquisa, onde nenhuma afirmou dispor desses sistemas. A figura 57 apresenta a situação.

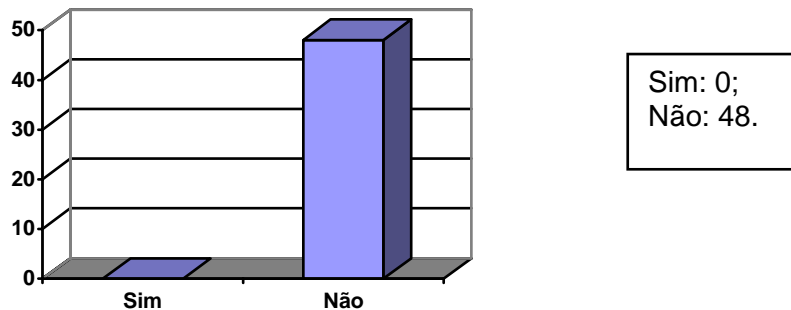


FIGURA 57 – Verificação da adoção de sistemas flexíveis de manufatura

A plena utilização das máquinas operatrizes da fábrica deve ser garantida por um programa que possibilite a prevenção de anomalias, evitando sobremaneira as ações corretivas. A intenção da pergunta de número 30 foi verificar o grau de utilização da manutenção preventiva nas empresas da região, onde se percebeu que ainda há muito o que se fazer neste sentido. A figura 58 mostra que ainda 20 das empresas não desenvolveu seu programa de manutenção preventiva.

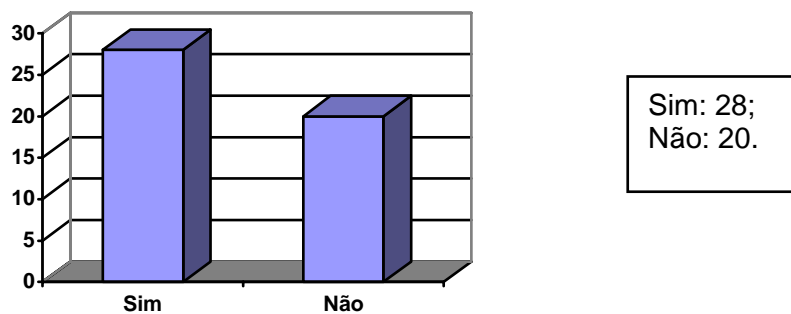


FIGURA 58 – A fábrica possui programa de manutenção preventiva?

A manutenção dita preditiva identifica, por meio de métodos de detecção, anomalias ainda incipientes nas máquinas, possibilitando uma antecipação no tempo visando a tomada de ação quanto à substituição de algum componente. Neste sentido, percebeu-se que programas deste tipo começam a surgir, pois conforme se pode perceber pela figura 59, 5 empresas afirmaram manter um programa regular e 2 contratam serviços eventuais de manutenção preditiva.

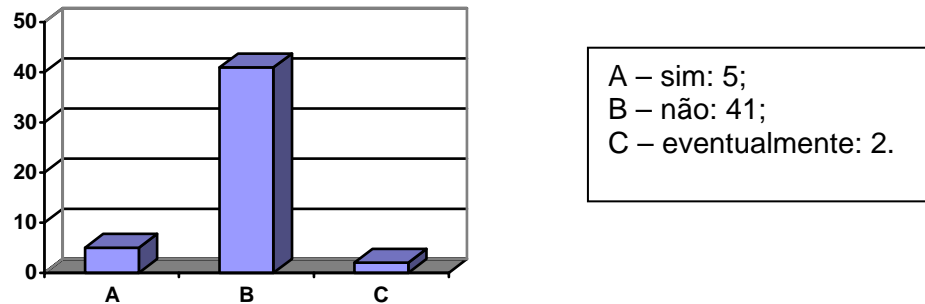


FIGURA 59 – A fábrica possui programa de manutenção preditiva?

A intenção das duas perguntas ligadas ao tema manutenção foi buscar evidências da utilização de programas relacionados à Manutenção Produtiva Total – MPT - ou do nível de evolução das práticas adotadas, visualizando-se uma possível tendência de encaminhamento para tal.

O envolvimento do operador de máquina com a manutenção de seu equipamento também faz parte do conceito da MPT. Assim, foi perguntado se o trabalhador tem algum envolvimento com a máquina a qual opera. Pela figura 60, percebe-se que a totalidade das empresas demonstrou que seus operadores têm alguma espécie de envolvimento na manutenção de seu equipamento.

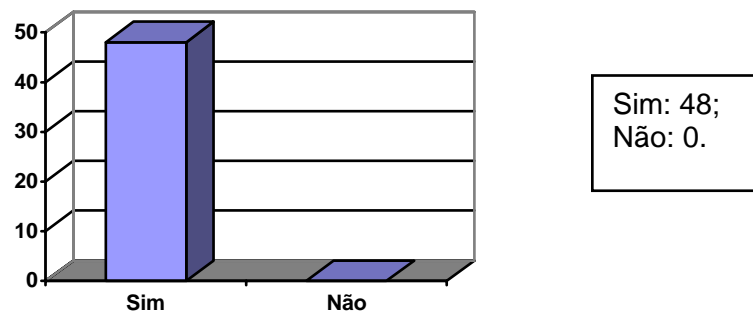


FIGURA 60 – Verificação se os operadores se envolvem com a manutenção das máquinas que operam

Na seqüência, os entrevistados foram questionados para verificar o alcance do envolvimento dos operadores na manutenção de seus equipamentos. Constatou-se que na totalidade das empresas os trabalhadores tratam da limpeza, em 36 delas, cuidam da lubrificação e em 17, executam pequenos reparos. Porém, quanto a todo

o tipo de reparos, apenas em 3 dos casos foi constatada esta atividade, conforme tabela 2.

TABELA 2 – Verificação do nível do envolvimento dos operadores na manutenção da
das máquinas que operam

Alternativas	Quantidade
a) limpeza da máquina	48
b) lubrificação	36
c) pequenos reparos	17
d) todo o tipo de reparos	3
Total pesquisado	48

Obs: questão de múltipla escolha.

A Manutenção Produtiva Total, segundo Imai (1994), está ligada ao *kaizen*, ou seja, à melhoria contínua. Do mesmo modo, o Programa 5S faz parte do processo de manutenção e do *kaizen*. De acordo com a pesquisa e visualizado na figura 61, somente 11 das empresas visitadas mantém Programa 5S ou similar, o que revela um potencial muito grande para melhorias.



FIGURA 61 – A empresa mantém Programa 5S ou similar?

Em se tratando de melhoria contínua de processos, algumas ferramentas são citadas para auxílio. Assim, foi estruturada a pergunta de número 35, na qual foram enumeradas quinze ferramentas. Através da pesquisa, é possível se perceber que são, em geral, pouco utilizadas, conforme se pode observar pela tabela 3.

Durante as entrevistas constatou-se que a utilização da ferramenta de *Benchmarking* é utilizada sem metodologia.

TABELA 3 – Verificação da utilização de ferramentas para a melhoria de processos

Alternativas	Quantidade
a) Ciclo PDCA;	6
b) Diagrama de Causa e Efeito ou também Diagrama de Ishikawa ou Espinha de Peixe;	11
c) Análise de Pareto;	0
d) 5W2H, ou método: por quê? quando? quem? o quê? onde? como? quanto custa?	7
e) os cinco por quês;	0
f) folhas de verificação;	9
g) diagramas de dispersão;	0
h) histogramas;	0
i) MASP – Método de Análise e Solução de Problemas;	3
j) análise FMEA;	5
l) CEP – Controle Estatístico de Processo;	3
m) metodologia Seis Sigma;	0
n) melhores práticas ou Benchmarking;	17
o) CCQ ou Círculos da Qualidade;	4
p) Engenharia e Análise de Valor;	1
q) nenhuma delas.	24

Obs.: questão múltipla escolha.

Imai *idem* cita também as Sete Novas Ferramentas para a melhoria contínua, tendo as mesmas sido colocadas sob verificação junto às empresas pesquisadas, onde se constatou a inexistência de sua utilização e tampouco o conhecimento destas ferramentas, conforme se pode visualizar na tabela 4.

TABELA 4 – Verificação da adoção das chamadas Sete Novas Ferramentas para a melhoria contínua de processos

Alternativas	Quantidade
a) Diagrama de Relações;	0
b) Diagrama de Afinidade;	0
c) Diagrama de Árvore;	0
d) Diagrama de Matriz	0
e) Diagrama de Análise dos Dados da Matriz;	0
f) PDPC (Carta do Programa de Decisão sobre o Processo);	0
g) Diagrama de Setas;	0
h) nenhuma delas.	48

Obs.: questão múltipla escolha.

O treinamento dos colaboradores para a prática de seu trabalho do dia a dia contribui para o processo de melhoria contínua, onde cada melhoramento, tanto incremental quanto de inovação, é repassado para o trabalhador. Conforme constatado na pesquisa e visualizado na figura 62, em 33 empresas há programa de treinamento. Este dado tem relação com o envolvimento das empresas na implantação de sistemas de gestão da qualidade baseados nas Normas ISO 9000. Porém, também neste item se percebe o potencial para melhorias.

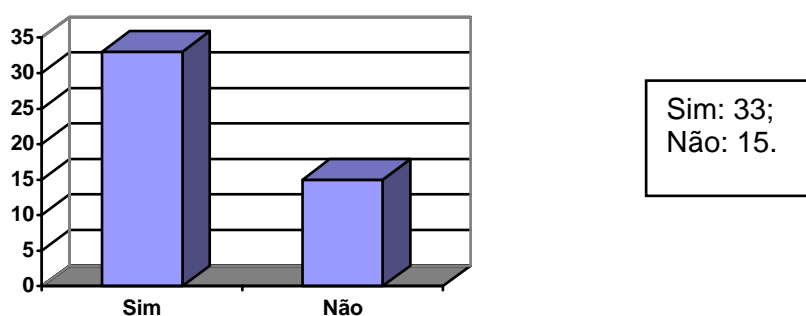


FIGURA 62 – Verificação da adoção de programa de treinamento no local de trabalho para os colaboradores

A noção da identificação de quais vantagens competitivas de manufatura o mercado valoriza no segmento metal-mecânico foi questionada junto às empresas. De acordo com seu parecer, a prioridade mais valorizada é a pontualidade da entrega, onde 42 dos entrevistados a citaram; em segundo lugar foi citada a qualidade, em 40 casos; a vantagem em custos foi considerada como a terceira em grau de importância, em 31 casos; em quarto lugar ficou a diferenciação, em 30 citações; na seqüência, a velocidade da entrega, considerada em 29 das entrevistas, ficou em quinto lugar; e, por fim, a flexibilidade na produção foi a última, tendo sido citada em 27 das entrevistas, conforme a tabela 5.

Verificou-se também o entendimento das empresas quanto à questão de se dever investir para ser a melhor em todas as vantagens ou verificar qual ou quais o cliente valoriza, para então investir nesta. Conforme a figura 63, em 29 dos casos, considera-se importante ser a melhor em todas, apesar de os próprios entrevistados terem identificado as prioridades mais valorizadas.

Com o propósito de investigar a percepção das empresas quanto à sua capacidade de reação às variações da demanda, que é justamente uma questão

básica da filosofia *Just-in-Time*, foi introduzida na pesquisa uma pergunta, na qual foi explorada a visão dicotômica do empurrar *versus* puxar a produção, não se levando em consideração, neste momento, de se estar utilizando um ou outro sistema. Trata-se de verificar como as empresas tentam resolver a situação, simulando-se o caso de uma empresa cliente surgir com um pedido e solicitar urgência na entrega. Para tanto, pode-se observar na figura 64, que 9 das fábricas optaram pela opção “C”, ou seja, transparece que trabalham em um sistema rígido de atendimento; por outro lado, a diferença entre as opções “A” e “B” reside no fato de que as empresas que optaram por “A”, em 37 das escolhas, fazem o possível para atender ao cliente, porém sem ter certeza de que o conseguem; ao passo que, com a opção “B”, ficam as empresas que possuem a plena convicção de que conseguem satisfazer a urgência do cliente, sendo apenas 2 do total. Desta forma, 39 das empresas procuram ser flexíveis às demandas dos clientes.

TABELA 5 – Verificação da importância dada pela empresa às prioridades competitivas

Alternativas	Quantidade
a) fazer os produtos gastando menos que os concorrentes;	31
b) fazer produtos melhores que os concorrentes;	40
c) fazer os produtos mais rápido que os concorrentes;	29
d) entregar os produtos no prazo prometido;	42
e) ser capaz de mudar muito e rápido o que se está fazendo;	27
f) ser capaz de oferecer um produto diferenciado.	30

Obs.: questão de múltipla escolha.

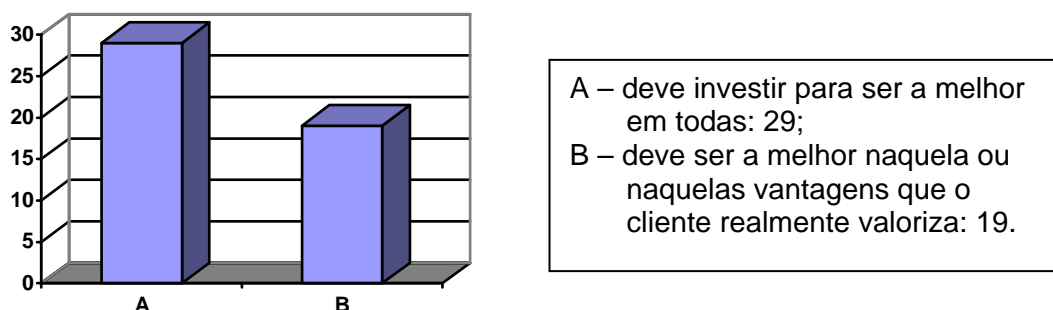


FIGURA 63 – Verificação do entendimento de parte da empresa com relação às vantagens competitivas

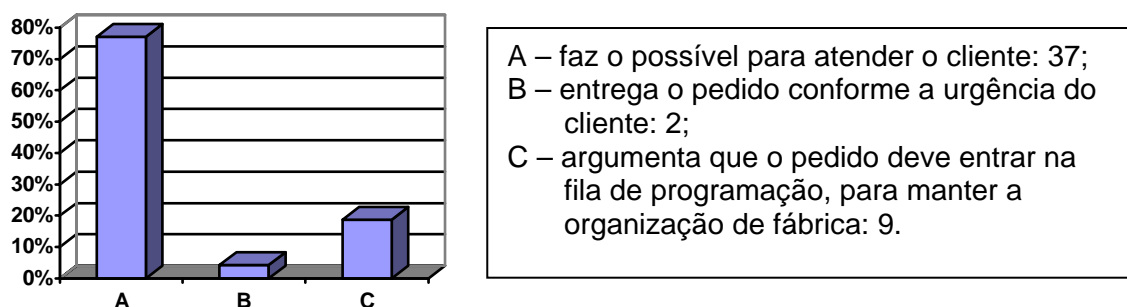


FIGURA 64 – Verificação da atitude da empresa frente a variações urgentes de demanda colocadas pelo cliente.

Para que um sistema seja baseado firmemente na filosofia *Just-in-Time* é necessária a formação de uma cadeia produtiva calcada na parceria e com alto nível de compartilhamento das demandas futuras. Neste sentido, Panizzolo (1998) também chama a atenção para a importância da administração do relacionamento inter-empresas. Indagou-se, assim, somente às empresas que prestam serviços terceirizados, em número de 32, quanto a esta questão, com o objetivo de verificar a potencialidade de trabalho sob aquela filosofia. Assim, verificou-se que um total de 25 das empresas consultadas consideram que há informações quanto à demanda que lhes será solicitada, sendo esse um indício favorável. Este valor foi obtido pela soma das opções “B”, “C” e “D” na figura 65.

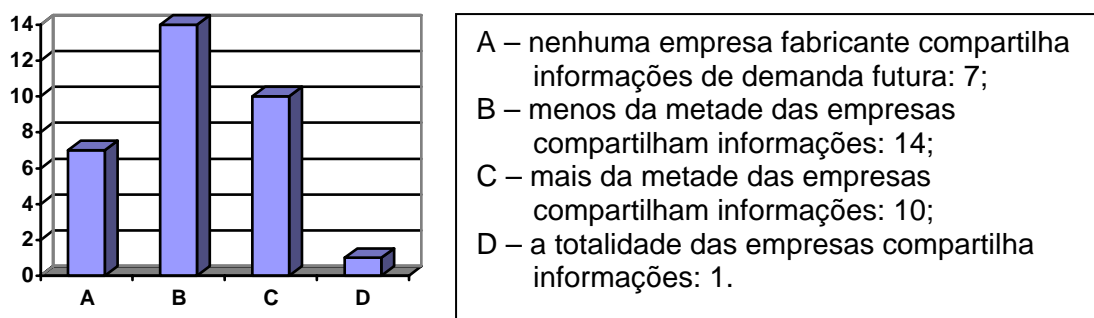


FIGURA 65 – No caso desta empresa prestar serviços terceirizados para empresas clientes fabricantes, pode-se considerar que, em termos de compartilhamento da demanda futura estimada:

Evoluindo no assunto das parcerias e visando os sistemas baseados em demanda, questionou-se as empresas quanto ao horizonte de demanda futura estimada, conforme se pode visualizar na figura 66. Observa-se que, das empresas

fabricantes que compartilham informações, 6 o fazem para um horizonte de dois anos ou mais, 10 para um ano, 8 para seis meses e 1 para menos de seis meses. Com isso, percebe-se que há potencial para o desenvolvimento de parcerias baseadas em demanda.

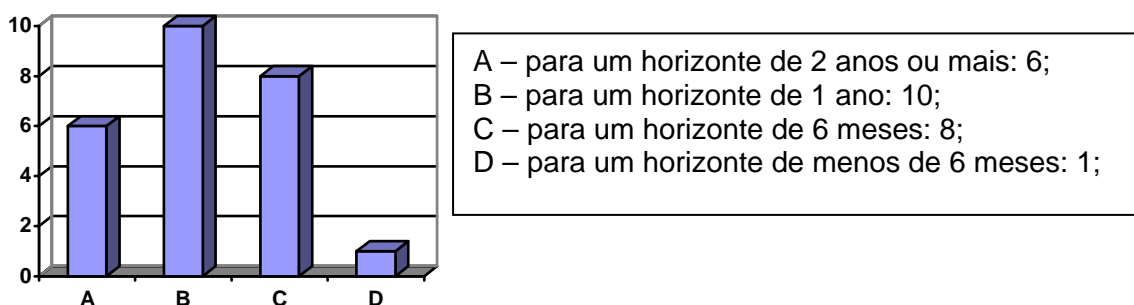


FIGURA 66 – Dentre as empresas que compartilham informações de planejamento futuro em um sistema de parceria, pode-se afirmar que o horizonte de planejamento estimado de demanda é:

A partir do verificado quanto a estimativas, interessa saber o horizonte de programação firme em que estão trabalhando as empresas terceirizadas. Pode-se perceber, visualizando a figura 67, que as empresas percebem um horizonte firme de programação disponível em 8 dos casos com prazo até um mês para entrega, 18 para até dois meses e 4 para até seis meses.

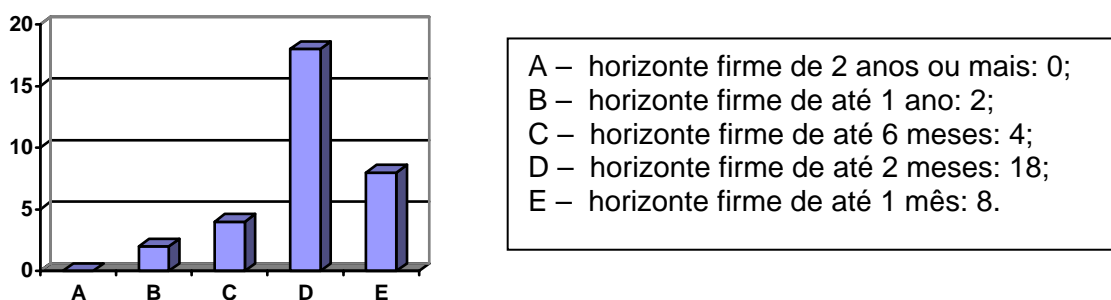


FIGURA 67 – Verificação do nível de desenvolvimento de um sistema de parceria, medindo-se o horizonte da demanda futura firme

Analisando-se o relacionamento entre as empresas terceirizadas, em número de 32, e as clientes fabricantes, percebe-se através da tabela 6, que ainda há solicitações de programações transmitidas oralmente, em 6 dos casos. A maior parte, encontrados 24 casos, é transmitida via e-mail ou fax, enquanto que 22 das

comunicações de programação são efetuadas diretamente via internet por *software* integrado entre empresa cliente e fornecedor. Relacionamentos via cartões *kanban* ou *kanban* eletrônico não foram citados. Percebe-se que, neste ponto, há um potencial significativo para melhorias pois, conforme colocam Wang & Sarker (2004), cartões *kanban* melhoram significativamente a redução de inventários, desperdícios e serviço ao cliente, em uma cadeia de suprimentos.

TABELA 6 – Verificação do sistema de programação da produção integrado com o cliente

Alternativas	Quantidade
a) programação comunicada oralmente;	6
b) programação por listagem de peças passadas via e-mail ou fax;	24
c) programação via internet com software integrado entre empresas.	22
d) cartões <i>kanban</i> transportados com os contêineres;	0
e) cartões <i>kanban</i> eletrônicos	0

Obs.: questão de múltipla escolha.

Dado que a implantação de sistemas de gestão da qualidade baseados nas Normas ISO 9000 contribui para a visão do gerenciamento por processos e para a melhoria contínua destes, pesquisou-se sobre em que grau as empresas da região estão se utilizando deles. Pela figura 68 percebe-se que 17 empresas estão trabalhando na implantação de seu sistema de gestão e 15 já possuem certificação, somando 32 do total na região, sendo que ainda 16 não apresentam envolvimento.

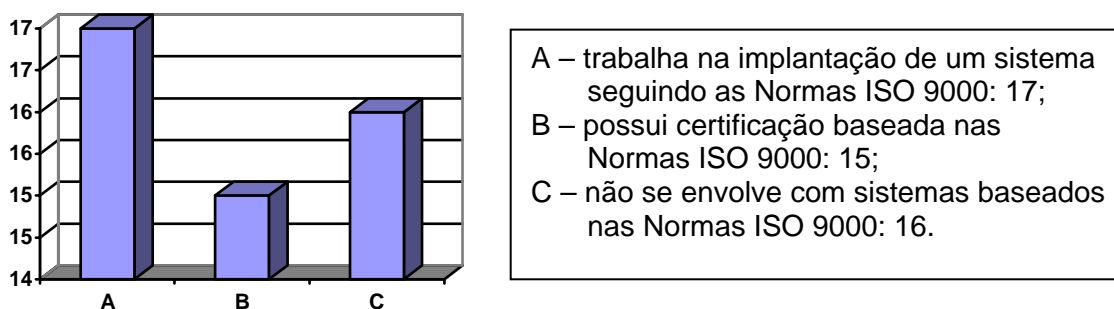


FIGURA 68 – No que se refere à implantação de sistemas de gestão da qualidade, a empresa:

Também foi incluída na pesquisa a verificação quanto à implantação de sistemas de Qualidade Total - TQC. Apesar de ocorrer o fato de empresas estarem

desenvolvendo algumas atividades que podem ser consideradas ligadas à Qualidade Total, como os Círculos de Controle de Qualidade – CCQ, na verdade quando se considera o conceito abrangente da Qualidade Total, apenas 8 das empresas afirmam estar trabalhando com ele, conforme a figura 69.

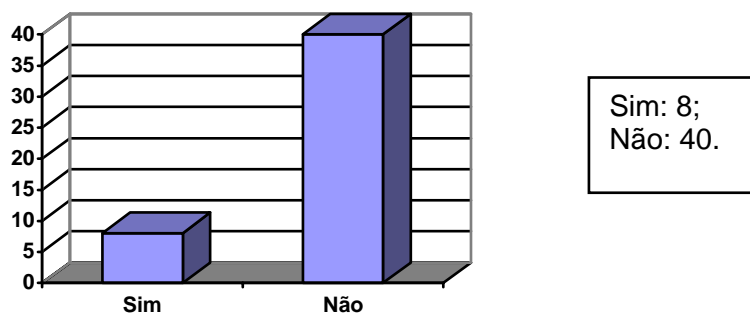


FIGURA 69 – A empresa trabalha na implantação de um sistema de Qualidade Total do tipo TQC?

Todo o esforço despendido na organização do sistema de produção das empresas deve ser medido para verificar a eficiência e a eficácia do mesmo. Por isso, verificou-se na pesquisa, qual ou quais indicadores de desempenho as empresas da região estão utilizando. A tabela 7 fornece os dados colhidos por ocasião das visitas. Ao todo, 38 das empresas afirmaram utilizar algum indicador. Porém, quando se observa cada indicador individualmente, percebe-se sua utilização por pouco mais da metade das empresas.

Chama a atenção para o fato dos indicadores relacionados nas opções “A”, “B” e “C” dizerem respeito às prioridades competitivas, os quais, como não deveria deixar de ser, apresentaram um destaque relativo nas citações. Por outro lado, a opção “H” refere-se a uma citação de um indicador para a satisfação do cliente.

TABELA 7 – Verificação da utilização de indicadores de desempenho para o gerenciamento do sistema de produção

Alternativas	Quantidade
a) indicadores de qualidade;	27
b) indicadores de custos;	25
c) indicadores pontualidade de entrega;	25
d) indicadores de produtividade;	22
e) indicadores de motivação dos colaboradores;	19
f) indicadores de segurança do trabalho;	27
g) indicadores de controle ambiental;	9
h) outros:	1
i) não utiliza nenhum.	10
Cite alguns indicadores utilizados (opcional):	0

Outros: satisfação do cliente.

Obs.: questão de múltipla escolha.

5 O SISTEMA DE GESTÃO PROPOSTO

A partir da pesquisa realizada, constatou-se um potencial para melhorias nas práticas de gerenciamento da produção das pequenas e médias empresas do ramo metal-mecânico da Região da Grande Santa Rosa, RS. Esta percepção baseia-se no comparativo com as melhores práticas, percorridas na fundamentação teórica deste trabalho.

Para que estas empresas possam evoluir no sentido da melhoria da competitividade, propõe-se um modelo de sistema de gestão da produção. O referido sistema, conforme definido no objetivo principal do trabalho, é baseado na melhoria contínua dos processos e na busca de vantagem competitiva para a organização.

Conforme se pode observar na figura 70, a forma organizacional do modelo de gestão apresenta um fluxo ascendente de informações, justamente com a intenção de demonstrar visualmente o efeito de um sistema baseado na melhoria contínua dos processos e cujo objetivo maior é o de atingir o topo, representado pela excelência em manufatura.

O modelo considera a empresa organizada em processos, para que se possa gerenciá-la a partir do Ciclo PDCA. Propõe-se o método de aperfeiçoamento de processos de Harrington, definindo-se as prioridades a atacar pela matriz GUT e, por fim, utilizando-se o método de redução e eliminação de desperdícios de Oliveira (2002b).

Quanto às ferramentas para a melhoria contínua, estão situadas na base, ao lado direito e poderão ser utilizadas de acordo com a adequação.

Dado que a base do modelo envolve questões culturais de organização e gerenciamento, certamente aí residem as maiores dificuldades para sua implantação, mesmo porque se percebeu, através da pesquisa, a baixíssima utilização das ferramentas de melhoria contínua.

Voltando às considerações sobre o modelo, no que tange à organização para as estratégias e operacionalização da manufatura, foi estruturado em quatro

definição das questões operacionais ligadas à programação da produção. Com referência a isso, através da pesquisa, percebe-se que um expressivo número de empresas já planejam o próprio futuro, apesar de o fazerem de maneira informal. Poucas desenvolveram seu planejamento estratégico empresarial e da fábrica e, por isso, deve-se enfatizar a importância deste módulo. A fábrica deve trabalhar sincronizada com a visão da empresa.

O módulo de Programação e Controle envolve-se com a operacionalização dos programas de produção, utilizando as ferramentas MRP, MRP II e CRP, congregados através do ERP. É um módulo construído basicamente com inversão tecnológica, sendo que os sistemas de controle de chão de fábrica informatizados, a cada dia que passa, tornam-se mais acessíveis ao orçamento das pequenas e médias empresas.

O módulo Manufatura Enxuta diz respeito à utilização das modernas técnicas da Engenharia de Produção na fábrica. Pelo que se constata através da pesquisa, os conceitos ligados à Manufatura Enxuta ainda são pouco difundidos na região. Porém, é importante que as empresas passem a evoluir, utilizando-se de um processo cauteloso, porém constante, no sentido de implantá-los. Há muito o que se fazer neste campo e o que as empresas podem fazer é iniciar com a realização de testes em determinados pontos do chão de fábrica, para depois seguir num processo firme.

É de se ressaltar que, se em locais de manufatura mais avançada, já está sendo utilizado o *kanban* eletrônico, na região pesquisada ainda praticamente inexistente o tradicional *kanban* por cartão.

O conceito do *kaizen* está intimamente ligado à Manufatura Enxuta. Assim, algumas ferramentas se confundem nas duas visões, tais como os Círculos de Controle de Qualidade e o Programa 5S, dentre outros e, por isso, no modelo proposto, estes itens aparecem em um ou outro local, sem aprofundamento da discussão acerca de sua localização definitiva.

O modelo de gestão prevê uma interação entre os módulos Programação e Controle e Manufatura Enxuta, pois há a previsão de uma necessidade de coexistirem os sistemas MRP e *Just-in-Time*, do mesmo modo que a utilização da informática poderá vir a possibilitar, em futuro próximo, o uso dos Sistemas de Manufatura Flexível - FMS. Também está incluída a técnica OPT, ligada à Teoria

das Restrições, pois a mesma também deve ser levada em conta, tanto em processos de “empurrar”, quanto de “puxar” a produção.

O módulo Otimização inclui elementos que, como é o caso das Normas da série NBR ISO 9000, auxiliam na assimilação e na solidificação, pelas empresas, dos conceitos ligados à melhoria contínua dos processos. Outros, tais como a gestão ambiental, a gestão da saúde e da segurança ocupacional e a gestão do conhecimento, apesar de não terem sido incluídos na verificação pela pesquisa, são do mesmo modo incluídos, por já fazerem parte do gerenciamento cotidiano da manufatura na atualidade, possibilitando a obtenção de patamares mais elevados de competitividade à organização.

Por fim, à empresa caberá a definição de qual ou quais prioridades competitivas deve explorar, baseado naquilo que o cliente realmente está a valorizar.

O que se espera obter com o modelo proposto é a excelência em manufatura, de modo que as empresas da região pesquisada não só solidifiquem sua participação no segmento metal-mecânico regional, como passem também a disputar outros mercados.

5.1 Proposição para implantação seqüencial do sistema de gestão

Devido à diversidade percebida nos níveis gerenciais exercidos nos ambientes fabris das empresas visitadas, quando comparados às melhores práticas, o que dificulta sobremaneira às referidas empresas a opção pela adoção do modelo de gestão proposto, sugere-se a sua implantação baseada em uma seqüência temporal passo a passo, conforme apresentado a seguir, na figura 71.

Seguem algumas considerações acerca da proposição de implantação:

- um programa de implantação seqüencial é recomendado no sentido de que cada empresa possa evoluir com a rapidez que estiver ao seu alcance, desde que consiga imprimir um ritmo constante e definitivo, o que vai depender de seu envolvimento operacional e de suas possibilidades financeiras;
- a seqüência sugerida pode ser alterada de acordo com a percepção de cada empresa;

- com exceção do primeiro passo, não se faz necessária a interrupção das atividades produtivas normais;
- nos pontos em que as atividades sugeridas já sejam de domínio rotineiro da empresa, passa-se ao próximo passo na seqüência;
- como se poderá perceber, a seqüência de atividades sugerida evolui pelo sistema proposto da figura 70, independentemente dos módulos e do fluxo representado pelas setas da referida figura;
- cada empresa deverá se cercar de consultorias adequadas e idôneas a cada passo, pois cada uma apresenta características individuais e que pedem um acompanhamento específico;
- na figura 71, as ferramentas, métodos, filosofias e sistemas a serem trabalhados são considerados atividades, para efeitos de simplificação;
- a ferramenta treinamento está implícita em todos os passos;
- para complementação das sugestões apresentadas, ver o capítulo 2, que versa sobre a fundamentação teórica.

Passo	Atividade(s) a implantar	Comentários
1	Programa 5S	O Programa 5S pode ser indicado para dar início ao sistema de gestão propriamente dito, pois possibilita, já de início, a disciplina para a organização e limpeza da fábrica.
2	PDCA	Providenciar treinamento para os níveis gerenciais, introduzindo os conceitos de melhoria contínua e da abordagem por processos.
3	Planejamento estratégico e identificação das prioridades competitivas	Necessário para definir os rumos da empresa e que vai balizar toda a atividade de implantação do sistema de gestão da produção.
4	Plano empresarial	Para definir os produtos a serem produzidos.
5	Plano de produção	Para definir as necessidades de fábrica a serem atendidas.
6	MRP, MRP II e CRP	Definir software para planejamento e controle da produção, onde a partir daí já serão necessários a elaboração da estrutura dos produtos em produção e as demais necessidades para operacionalização do referido software.
7	NBR ISO 9001	Iniciar processo de implantação.
8	Troca rápida de ferramentas e <i>poka-yoke</i>	Desenvolver fornecedores de ferramental e de dispositivos que operam dentro destes conceitos e treinar operadores.
9	Programa mestre de produção	Operacionalizar.
10	Diagrama de causa e efeito	Providenciar treinamento.
11	Manutenção produtiva total 1	Providenciar programa de manutenção preventiva.

...continuação da figura 71

12	Aperfeiçoamento de processos e priorização para melhorias	Organizar equipe e providenciar treinamento.
13	Redução e eliminação de perdas	Providenciar treinamento.
14	Indicadores de desempenho	Identificar e implementar.
15	CCQ	Organizar programa de implantação de CCQ ou similar.
16	MASP	Providenciar treinamento.
17	5W2H	Providenciar treinamento.
18	Redução e eliminação de perdas	Providenciar treinamento e conscientização.
19	Análise de Pareto, histogramas, folhas de verificação, diagramas e dispersão, 5 por quês	Providenciar treinamento para os componentes de CCQ ou similar.
20	Manufatura celular	Identificar possibilidade de utilização deste conceito e, em caso afirmativo, providenciar implantação.
21	Manutenção produtiva total 2	Providenciar programa de manutenção preditiva
22	Gestão ambiental	Iniciar um programa de gestão ambiental, que poderá ser já baseado na Norma NBR ISO 14001.
23	<i>Benchmarking</i>	Providenciar treinamento para os níveis gerenciais.
24	Gestão do conhecimento	Introduzir um programa de gestão.
25	Manutenção produtiva total 3	Providenciar programa de MPT para toda a fábrica.
26	FMEA	Providenciar treinamento para os níveis gerenciais e de chefia.
27	Autonomação	Verificar possibilidade da introdução do método nas máquinas operatrizes da empresa.
28	<i>Just-in-time</i>	Providenciar a organização da fábrica e da empresa baseada na filosofia <i>just-in-time</i> , aproveitando-se das ferramentas e métodos ligados ao conceito da Manufatura Enxuta, citados já neste passo a passo.
29	<i>Kanban</i>	Introduzir a técnica <i>kanban</i> de controle da produção através do treinamento e da escolha de um setor piloto dentro na fábrica, para após seguir na implantação progressiva, evoluindo para outros setores.
30	MRP II + JIT	Integrar os sistemas na fábrica, através da adequação do software de controle da produção..
31	Engenharia e análise do valor	Treinar níveis gerenciais e de chefia.
32	OPT	Providenciar treinamento para capacitação dos gestores da produção, quanto à operacionalização da Teoria das Restrições aplicada ao ambiente de fábrica.

...continuação da figura 71

33	Gestão da segurança e saúde ocupacional	Implantar o processo de gestão.
34	CEP	Treinamento para aplicação da técnica, onde necessária.
35	7 novas ferramentas	Treinar níveis de gerência para utilização das ferramentas, se julgadas necessárias.
36	FMS	Verificar possibilidade da introdução de sistemas FMS, através da análise de viabilidade.
37	MPC	Verificar a possibilidade da introdução da metodologia desenvolvida por Shingo para a melhoria contínua.
38	Seis sigma	Organizar a implantação de um programa Seis Sigma.

FIGURA 71 – Seqüência sugerida de implantação do sistema de gestão da produção

Ahlström (1998) ressalta sobre a importância da seqüência a ser obedecida em um programa de implantação de um sistema de produção enxuta. Porém, coloca que a administração da fábrica deve dispender recursos para a implantação de atividades em paralelo também.

Observando-se o programa seqüencial, percebe-se que os últimos passos somente são dados por empresas de grande destaque em seu sistema de gestão. Por isso, se a empresa persistir, certamente estará apta a implementar todos os passos e chegar ao final da seqüência com o nível de excelência em manufatura.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo geral desenvolver um sistema de gestão da produção para as pequenas e médias empresas do ramo metal-mecânico da região da Grande Santa Rosa, RS, de maneira a possibilitar-lhes a atuação com o foco na melhoria contínua e na obtenção de vantagem competitiva.

O sistema proposto, atendendo ao objetivo geral, é apresentado esquematicamente e comentado no capítulo 5. Foi construído com base em dois pontos: a) pela fundamentação teórica, a qual está referenciada no capítulo 2 e para cujo desenvolvimento foram buscadas fontes de consulta que são referência na área da Engenharia de Produção; b) e pela pesquisa de campo, levada a efeito junto às empresas, a qual encontra-se analisada no capítulo 4.

Por meio da fundamentação teórica atingiu-se também o primeiro objetivo específico, que era o de identificar os processos de fábrica ligados ao ramo metal-mecânico pesquisado, os quais se encontram relacionados no item 2.1, pois estes estavam delimitados como escopo da pesquisa.

Por outro lado, a pesquisa de campo objetivou verificar como as empresas estão gerenciando seus sistemas de produção, para daí ser possível traçar um comparativo de suas práticas com as melhores na atualidade em seu segmento específico de atuação. Neste sentido, atendendo ao escopo do segundo objetivo específico, verifica-se que existem situações diversas no conjunto das empresas pesquisadas, conforme a análise realizada no capítulo 4. Porém, em uma visão geral, percebe-se que há um significativo potencial para melhorias na grande parte das empresas e em diversos pontos de seus sistemas.

Quanto ao terceiro objetivo específico, qual seja o de identificar técnicas da Engenharia de Produção adequadas para aplicação ao chão de fábrica, também foi atendido, sendo perceptível que o sistema de gestão proposto é todo construído utilizando-se de técnicas, métodos, ferramentas e filosofias ligadas a este ramo do conhecimento, referenciados no capítulo 2.

Por fim, quanto ao sistema de gestão proposto, trata-se, certamente, de um desafio às empresas a sua adoção e implementação, o que se pode afirmar com

base no que foi constatado através da pesquisa. Também é de se colocar que a rapidez de evolução em direção ao referido sistema será uma prerrogativa de cada empresa.

Por outro lado, como as grandes fabricantes de implementos e máquinas agrícolas da região normalmente trazem práticas de gestão modernas para seu ambiente de fábrica, este fato pode vir a auxiliar no caráter evolutivo das pequenas e médias prestadoras de serviços terceirizados.

6.1 Quanto à contribuição científica

Este trabalho aborda um tema de fundamental importância para a comunidade científica, pois verifica o nível de aplicação prática das teorias consideradas atuais pela Engenharia de Produção, em um conjunto de pequenas e médias empresas que compõem um pólo empresarial do ramo metal-mecânico.

Constata-se que as empresas devem buscar o aprimoramento de seus sistemas de produção, baseadas nas teorias já experimentadas com sucesso em organizações similares de outras partes do planeta, para que elevem seus patamares de competitividade no mundo globalizado atual.

O conjunto de informações teóricas organizadas no presente trabalho e os dados pesquisados diretamente junto às empresas, contribuem para o aumento dos conhecimentos científicos ligados à organização dos sistemas produtivos.

6.2 Sugestões para novas pesquisas

Devido à importância que o conjunto das empresas do Pólo Metal-Mecânico da Região da Grande Santa Rosa, RS, representa para a economia regional, considera-se relevante o desenvolvimento de trabalhos versando os seguintes temas:

- Verificar a estratégia das empresas da região da Grande Santa Rosa quanto a tornar-se fornecedoras da indústria automobilística ou manter-se fiéis ao setor agrícola, o que envolveria a adequação de seus sistemas de produção às normas exigíveis para aquele setor;

- Estudar a logística do fornecimento de componentes terceirizados no Pólo Metal-Mecânico;
- Verificar a possibilidade de inclusão de sistemas de gestão ambiental baseados nas Normas NBR ISO 14000 nas empresas do Pólo Metal-Mecânico;
- Verificar a possibilidade de inclusão de sistemas de gestão em saúde e segurança ocupacional baseados na Norma OHSAS 18000 nas empresas do Pólo Metal-Mecânico;
- Pesquisar alternativas para um desenvolvimento regional mais equilibrado, ou seja, no sentido de possibilitar a inserção de um maior número de municípios da região na criação de empresas voltadas ao segmento metal-mecânico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR ISO 9000:2000. Sistemas de gestão da qualidade – fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

ABNT NBR ISO 9001:2000. Sistemas de gestão da qualidade – requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

ABNT NBR ISO 9004:2000. Sistemas de gestão da qualidade – diretrizes para melhorias de desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

AGUIAR, Silvio. **Integração das ferramentas da qualidade ao pdca e ao programa seis sigma.** Série Ferramentas da Qualidade. v. 1. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.

AHLSTRÖM, Pär. *Sequences in the implementation of lean production.* **European Management Journal**, v. 1, issue 3, June 1998, p. 327-334.

BASSO, José Luiz. **Engenharia e análise de valor:** mais as abordagens da administração, contabilidade e gerenciamento do valor: um guia prático para aplicação. São Paulo: IMAM, 1991.

BLACK, J.T. **O projeto da fábrica com futuro.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: controle da qualidade total** (no estilo japonês). 3.ed. Belo Horizonte: Bloch Editores, 1992.

CAMP, Robert C. **Benchmarking:** identificando, analisando e adaptando as melhores práticas da administração que levam à maximização da performance empresarial. 3. ed., São Paulo: Pioneira, 1998.

CHIAVENATO, Idalberto. **Iniciação à administração da produção.** São Paulo: Makron, McGraw-Hill, 1991.

CHIAVERINI, Vicente. Aços e ferros fundidos. 4. ed., São Paulo: ABM, 1979.

CHIZZOTTI, Antonio. **Pesquisa em ciências humanas e sociais.** 3. ed. São Paulo: Cortez, 1998.

COLPAERT, Hubertus. **Metalografia dos produtos siderúrgicos comuns.** 3. ed., São Paulo: Edgard Blücher, 1974.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in time, MRP II e OPT:** um enfoque estratégico. 2. ed., São Paulo: Atlas, 1993.

CORRÊA, Henrique *et al.* **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação.** São Paulo: Atlas, 1997.

DAVENPORT, Thomas H. **Reengenharia de processos: como inovar na empresa através da tecnologia da informação.** 5. ed., Rio de Janeiro: Campus, 1994.

ECKES, George. **A revolução seis sigma: o método que levou a GE e outras empresas a transformar processos em lucro.** Rio de Janeiro: Campus, 2001.

ENGEL, Peter. **Princípios de organização japoneses (teoria z): melhor produtividade pelo círculo de qualidade.** Rio de Janeiro: Tecnoprint, 1982.

FERRARESI, Dino. **Fundamentos da usinagem dos metais.** v. 1, 3a. reimpressão. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.

GAITHER, Norman; FRAZIER Greg. **Administração da produção e operações.** 8.ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5. ed., São Paulo: Atlas, 1999.

GIOSA, Lívio Antonio. **Terceirização: uma abordagem estratégica.** 5. ed., São Paulo: Pioneira, 1997.

GOLDRATT, Eliyahu M. & COX, Jeff. **A meta: um processo de aprimoramento contínuo.** 37.ed. São Paulo: Educator, 1993.

GONÇALVES, José E. Lima. As empresas são grandes coleções de processos. **RAE – Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 6-19, jan/mar 2000.

HAMMER, Michael. A empresa voltada para processos. **Revista HSM Management**, ano 2, n. 9, p. 6-9, jul/ago 1998.

HARRINGTON, James H.. **Aperfeiçoando processos empresariais.** São Paulo: Makron Books, 1993.

HUTCHINS, David. **Just in time.** São Paulo: Atlas, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatísticas.** Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa_01072004.shtm. Acesso em 9 ago. 2004.

IMAI, Masaaki. **Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo.** 5.ed. São Paulo: IMAM, 1994.

ISHIKAWA, Kaoru. **Controle de qualidade total: à maneira japonesa.** Rio de Janeiro: Campus, 1993.

LORINI, Flávio José. **Tecnologia de grupo e organização da manufatura.** Florianópolis: Editora da UFSC, 1993.

MARTINS, P.; LAUGENI, F. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 1998.

MEREDITH, Jack R. & SHAFER, Scott M. **Administração da produção para MBAs**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. 3. ed., São Paulo: Pioneira, 1998.

MOURA, Reinaldo A. **Kanban: a simplicidade do controle da produção**. 4. ed., São Paulo: IMAM, 1996.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

OISHI, Michitoshi. **TIPS: Técnicas integradas na produção e serviços: como planejar, treinar, integrar e produzir para ser competitivo**. São Paulo: Pioneira, 1995.

OLIVEIRA, João Hélvio Righi de. **M.A.I.S.: método para avaliação de indicadores de sustentabilidade organizacional**. Tese. Doutorado em Engenharia de Produção. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2002a.

_____. **Sistemas de produção**. Apostila do curso de especialização em engenharia de produção. Sociedade Educacional Três de Maio: 2002b.

OLIVEIRA, Silvio Luiz de. **Tratado de metodologia científica**. 2.ed. São Paulo: Thomson Learning, 2001.

OSADA, Takashi. **Housekeeping, 5S's: seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke**. São Paulo: IMAM, 1992.

PANIZZOLO, Roberto. *Applying the lessons learned from 27 lean manufacturers: the relevance of relationships management*. **International Journal of Production Economics**. v. 55, issue 3, August 15, 1998. p. 223-240.

PEREIRA, Fernanda C. B. A inovação como diferencial competitivo em ambientes turbulentos. In: XIX ENEGEP, 1999, Rio de Janeiro. 1 CD-ROM.

PIRES, Silvio R.I. & CARPINETTI, Luiz C.R. Estratégia de negócios. **Fábrica do futuro: entenda hoje como sua indústria vai ser amanhã**. Encarte da revista PS-Produtos e serviços. São Paulo: Editora Banas, edição dezembro/2000, n. 312.

PLOSSL, George W. **Administração da produção: como as empresas podem aperfeiçoar as operações a fim de competirem globalmente**. São Paulo: Makron, 1993.

PORTER, Michael. **Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**. 20. ed., Rio de Janeiro: Campus, 1989.

RAGO, Sidney F.T. *et al.* **Atualidades na gestão da manufatura**. São Paulo: IMAM, 2003.

RITZMAN, Larry P. *et al.* **MRP, MRPII, MRPIII** (MRP + JIT com kanban). 2. ed., São Paulo: IMAM, 1996.

SCHONBERGER, Richard. **Fabricação Classe Universal**. São Paulo: Pioneira, 1988.

_____. **Técnicas industriais japonesas**: nove lições ocultas sobre a simplicidade. 4. ed. rev., São Paulo: Pioneira, 1992.

SHAH, Rachna & WARD, Peter T. *Lean manufacturing: context, practice bundless and performance*. **Journal of Operations Management**. v. 21, issue 2, March 2003, p. 129-149.

SHIM, Jae K. & SIEGEL, Joel G. **Operations management**. New York: Barron's Educational Series, 1999.

SHINGO, Shigeo. **O sistema toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção**. 2. ed., Porto Alegre: Artes Médicas, 1996a.

_____. **Sistemas de produção com estoque zero**: o sistema shingo para melhorias contínuas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996b.

_____. **Sistema de troca rápida de ferramenta**: uma revolução nos sistemas produtivos. Porto Alegre: Bookman, 2000.

SILVA, E.L. & MENEZES E.M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: LED/UFSC, 2000.

SIEGEL, Miguel (org). **Fundição**. 10. ed., São Paulo: ABM, 1978.

SLACK, Nigel. **Vantagem competitiva em manufatura**: atingindo competitividade nas operações industriais. São Paulo: Atlas, 1993.

SLACK, Nigel *et al.* **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1996.

SPANYI, Andrew & WURTZEL, Marvin. Seis sigma para todos nós. **Revista falando de qualidade**. São Paulo: Editora Banas, n. 144, p. 44-47, maio 2004.

SUZUKI, Shinichi. **Treinamento no local de trabalho** (on the job training) em 50 passos. São Paulo: IMAM, 1996.

TAKAHASHI, Yohikazu & OSADA, Takashi. **TPM/MPT**: manutenção produtiva total. São Paulo: IMAM, 1993.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1995.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Sistemas de produção**: a produtividade no chão de fábrica. Porto Alegre: Bookman, 1999.

WAINER, Emilio (org.). **Soldagem**. 13. ed., São Paulo: ABM, 1979.

WALLACE, Thomas F. & STAHL, Robert A. **Planejamento moderno da produção**. São Paulo: IMAM, 2003.

WANG, Shaojun & SARKER, Bhaba R. *Optimal models for a multi-stage supply chain system controlled by kanban under just-in-time philosophy*. **European Journal of Operational Research**. 21 December 2004. Disponível em <http://cs.science.direct.com>. Acesso em 10 jan. 2005.

WEN-LI, Jing. *Improving the performance of job shop manufacturing with demand pull production control by reducing set up/processing time variability*. **International Journal of Production Economics**. v. 84, issue 3, 11 june 2003. p. 225-270.

WERKEMA, Cristina. Design for six sigma: como lançar novos produtos com excelência. **Revista falando de qualidade**. São Paulo: Editora Banas, n. 144, p. 47-54, maio 2004.

WOMACK, James P. *et al.* **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

YEN, HsiuJu & SHEU, Chwen. *Aligning ERP implementation with competitive priorities of manufacturing firms: an exploratory study*. **International Journal of Production Economics**. v. 92, issue 3, 18 December 2004, p. 207-220.

ANEXO

ANEXO 1 – Questionário aplicado na pesquisa realizada junto às empresas do Pólo Metal-mecânico da Região da Grande Santa Rosa – RS.

ROTEIRO PARA ENTREVISTA

O presente roteiro servirá de fonte de informação para avaliar como as empresas do pólo metal-mecânico da região da Grande Santa Rosa gerenciam seu sistema de produção, ou seja, que ferramentas de gerenciamento são utilizadas, para então efetuar um comparativo com o que de melhor existe no mundo.

Os dados obtidos serão organizados e irão compor a conclusão do Mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Maria, o qual está sendo desenvolvido pelo mestrando João Antonio Cervi.

É importante lembrar que os dados serão mantidos em sigilo quanto à individualidade de cada empresa, sendo que serão utilizados estatisticamente e onde o que interessa é o conjunto de todas as empresas.

Empresa _____

Cidade _____ Nº de funcionários _____

Nome do responsável pelas respostas (opcional) _____

Função do responsável pelas respostas _____

1) Com relação a produzir produtos próprios e/ou prestar serviços terceirizados, a empresa:

- () a) fabrica produto próprio e presta serviços terceirizados para outros fabricantes;
 () b) somente fabrica produto próprio;
 () c) somente presta serviços terceirizados para outros fabricantes.

2) A empresa tem um planejamento definido para o seu futuro num prazo de 5 anos, ou seja, planeja em que ramo pretenderá estar atuando, que produtos e serviços estará produzindo e qual a abrangência territorial de seu alcance?

- () a) sim;
 () b) tem um planejamento, porém informal;
 () c) não;
 () d) espera acompanhar os rumos que o mercado sinalizar.

3) Em caso afirmativo da resposta à pergunta anterior, já tem um planejamento como deverá estruturar sua fábrica para daqui a 5 anos, ou seja, se deverá ser ampliada, se máquinas operatrizes deverão ser adquiridas, se novas tecnologias deverão ser adotadas, se mão-de-obra qualificada deverá ser desenvolvida?

- () a) sim;
 () b) tem um planejamento, porém informal;
 () c) não;
 () d) investirá de acordo com a necessidade.

4) Atualmente a produção é programada:

- () a) com 1 mês de antecedência;

- b) com 2 meses de antecedência;
- c) com mais prazo;
- d) não tem programação
- e) produz sob pedido.

5) Em caso de prestar serviços terceirizados, a empresa fornece a matéria-prima também?

- sim não eventualmente

6) A política da empresa com relação a estoques é:

- a) só adquire as quantidades necessárias de matérias-primas para cada pedido, solicitando para que os fornecedores as entreguem com antecedência;
- b) só adquire as quantidades necessárias de matérias-primas para cada pedido, solicitando para que os fornecedores as entreguem somente no momento do uso;
- c) investe em estoques de matérias-primas para estar segura quanto à falta ou a atrasos de entrega por parte dos fornecedores.

7) A empresa possui máquinas operatrizes de controle computadorizado CNC?

- sim não

8) Qual o tempo médio de preparo de máquinas?

- menos de 10 minutos;
- entre 10 e 30 minutos;
- mais de 30 minutos.

9) O ponto de armazenagem de ferramental e dispositivos de fixação, com relação à(s) máquina(s) que os utilizam:

- a) está centralizado em local específico na fábrica;
- b) cada máquina tem seu ferramental junto dela;
- c) ocorrem os dois casos.

10) A empresa utiliza alguma matriz ou dispositivo com sistema que evite o erro humano na fabricação de peças? Exemplo de erro: executar um furo no lado errado.

- sim não eventualmente

11) A empresa adota sistema de inspeção durante o processo produtivo?

- sim não eventualmente

12) Em caso de resposta afirmativa à pergunta anterior, o tipo de inspeção utilizado é:

- a) cada trabalhador inspeciona o próprio trabalho;
- b) cada trabalhador inspeciona o trabalho do operador anterior;
- c) não há inspeções.

13) Em caso de adotar sistema de inspeção:

- a) a inspeção é realizada por amostras;
- b) a inspeção é realizada por peça, a cada determinado número de peças produzidas;
- c) a inspeção é realizada em todas as peças.

14) A empresa possui máquinas operatrizes que possuam dispositivo de aviso de ocorrência de erros?

- sim não

15) Na fábrica, os postos de trabalho produzem orientados por:

- a) ordens de produção;
- b) ordens verbais (ordens faladas) dos supervisores;
- c) sistema de cartões kanban;

d) ordens de produção e cartões kanban.

16) Se são utilizados cartões kanban, identifique em que setores são utilizados:

- a) montagem;
- b) pré-montagem;
- c) solda;
- d) usinagem;
- e) estamperia;
- f) pintura.

17) As quantidades de matérias-primas e componentes a serem comprados são orientados através da estrutura do produto?

- sim não

18) A fábrica utiliza algum programa (software) computadorizado para orientar a compra e a produção?

- sim não

19) Se a resposta à pergunta anterior é afirmativa, que tipo de programa é utilizado:

- a) planilha de cálculo tipo Excel;
- b) MRP;
- c) programa desenvolvido especialmente para a empresa;
- d) outro. Especificar

20) Se a resposta à pergunta nº 18 é afirmativa, o software tem condições de informar o tempo necessário para a conclusão de determinado programa de produção?

- sim não

21) Se a fábrica opera com sistema MRP e kanban, há integração entre os dois?

- sim não

22) A empresa utiliza algum programa (software) computadorizado para integração de informações entre os diversos setores da empresa, tais como: vendas, compras, produção, finanças, rh, projeto, entre outros?

- sim não

23) Se a resposta anterior é afirmativa, o programa utilizado é:

- a) ERP;
- b) programa desenvolvido especialmente para a empresa.

24) A organização da produção identifica e tem um procedimento de tratamento de gargalos da fábrica?

- sim não

25) Se houver ociosidade na fábrica, o que mais preocupa é a ociosidade:

- a) de máquinas;
- b) de trabalhadores;
- c) não há preocupação com a ociosidade em si, mas sim com o resultado operacional da empresa.

26) Quanto aos trabalhadores da produção:

- a) operam somente um tipo de máquina (uma função);
- b) são treinados para operar vários tipos de máquinas (várias funções).

Obs.: as máquinas ou funções aqui referidas são: tornos, prensas, soldas, montagem, pintura, etc.

27) A fábrica possui células de produção?

sim não

28) O método de produção normal na fábrica é:

a) concluir um lote de peças para passá-las ao posto seguinte;

b) se possível, cada peça já é avançada para o próximo posto de trabalho.

29) A fábrica possui arranjos de máquinas operadas por sistema computadorizado, onde a transferência de peças se dá automaticamente entre elas?

sim não

30) Quanto à manutenção dos equipamentos, a fábrica possui programa de manutenção preventiva?

sim não

31) Novamente, quanto à manutenção dos equipamentos, a fábrica possui programa de manutenção preditiva?

sim não

32) Ainda quanto à manutenção de equipamentos, os operadores têm definida alguma atividade referente à manutenção da máquina a qual operam?

sim não

33) Se a resposta à pergunta anterior é afirmativa, indique qual ou quais atividade(s) cada operador está capacitado a desenvolver:

a) limpeza da máquina;

b) lubrificação;

c) pequenos reparos;

d) todo o tipo de reparos.

34) A empresa mantém Programa 5S ou similar?

sim não

35) A empresa utiliza alguma das seguintes ferramentas para obter a melhoria de seus processos? Exemplos de processos: inspeção de recebimento; pintura; montagem; compra; venda; etc.

a) Ciclo PDCA;

b) Diagrama de Causa e Efeito ou também Diagrama de Ishikawa ou Espinha de Peixe;

c) Análise de Pareto;

d) 5W2H, ou método: por quê? quando? quem? o quê? onde? como? quanto custa?

e) os cinco por quês;

- f) folhas de verificação;
- g) diagramas de dispersão;
- h) histogramas;
- i) MASP – Método de Análise e Solução de Problemas;
- j) análise FMEA;
- l) CEP – Controle Estatístico de Processo;
- m) metodologia Seis Sigma;
- n) melhores práticas ou Benchmarking;
- o) CCQ ou Círculos da Qualidade;
- p) Engenharia e Análise de Valor;
- q) nenhuma delas.

36) Além das ferramentas acima, existem as Sete Novas Ferramentas para a Melhoria Contínua. A empresa utiliza alguma delas?

- a) Diagrama de Relações;
- b) Diagrama de Afinidade;
- c) Diagrama de Árvore;
- d) Diagrama de Matriz
- e) Diagrama de Análise dos Dados da Matriz;
- f) PDPC (Carta do Programa de Decisão sobre o Processo);
- g) Diagrama de Setas;
- h) nenhuma delas.

37) A empresa possui programa estruturado de treinamento para os colaboradores?

- sim não

38) Indique em graus de importância (de 1 a 5), como a empresa percebe que seus clientes valorizam as seguintes vantagens competitivas:

- a) fazer os produtos gastando menos que os concorrentes;
- b) fazer produtos melhores que os concorrentes;
- c) fazer os produtos mais rápido que os concorrentes;
- d) entregar os produtos no prazo prometido;
- e) ser capaz de mudar muito e rápido o que se está fazendo;
- f) ser capaz de oferecer um produto diferenciado.

39) Com relação às vantagens competitivas citadas acima, a empresa entende que:

- a) deve investir para ser a melhor em todas;
- b) não é necessário ser a melhor em todas, deve-se sim ser a melhor naquela ou naquelas vantagens que o cliente realmente valoriza.

40) Se uma empresa cliente surge com um pedido necessitando urgência na entrega, a fábrica:

- a) faz o possível para atender o cliente;
- b) entrega o pedido conforme a urgência do cliente;
- b) argumenta que o pedido deve entrar na fila de programação, para manter a organização de fábrica.

41) No caso desta empresa prestar serviços terceirizados para empresas clientes fabricantes, pode-se considerar em termos percentuais que as empresas clientes fornecem o planejamento de demanda futura estimada:

- a) nenhuma empresa fabricante compartilha informações de demanda futura;
- b) menos da metade das empresas compartilham informações;
- c) mais da metade das empresas compartilham informações;
- d) a totalidade das empresas compartilha informações.

42) Com relação à pergunta anterior, dentre as empresas que compartilham informações de planejamento futuro, pode-se afirmar que o horizonte de planejamento estimado de demanda é:

- a) para um horizonte de 2 anos ou mais;
- b) para um horizonte de 1 ano;
- c) para um horizonte de 6 meses;
- d) para um horizonte de menos de 6 meses;

43) Referindo-se ainda às duas perguntas anteriores, com relação ao prazo de programação firme:

- a) é garantida para um horizonte firme de 2 anos ou mais;
- b) é garantida para um horizonte firme de até 1 ano;
- c) é garantida para um horizonte firme de até 6 meses;
- d) é garantida para um horizonte firme de até 2 meses;
- e) é garantida para um horizonte firme de até 1 mês.

44) Se esta empresa presta serviços terceirizados para clientes fabricantes, o sistema de programação da produção integrado com aqueles inclui (indique qual ou quais):

- a) programação comunicada oralmente;
- b) programação por listagem de peças passadas via e-mail ou fax;
- c) programação via internet com software integrado entre empresas.
- d) cartões kanban transportados com os contêineres;
- e) cartões kanban eletrônicos;

45) No que se refere à implantação de sistemas de gestão da qualidade, a empresa:

- a) trabalha na implantação de um sistema seguindo as Normas ISO 9000;
- b) possui certificação baseada nas Normas ISO 9000;
- c) não se envolve com sistemas baseados nas Normas ISO 9000.

46) Ainda com referência a sistemas de qualidade, a empresa trabalha na implantação de um sistema de Qualidade Total do tipo TQC?

- sim não

47) A empresa utiliza indicadores de desempenho para o gerenciamento de seu sistema de produção? Marque com um "x" nos casos afirmativos, podendo opcionalmente anotar abaixo exemplos utilizados de cada tipo.

- a) indicadores de qualidade;
- b) indicadores de custos;
- c) indicadores pontualidade de entrega;
- d) indicadores de produtividade;
- e) indicadores de motivação dos colaboradores;
- f) indicadores de segurança do trabalho;
- g) indicadores de controle ambiental;
- h) outros _____
- i) não utiliza nenhum.

Cite alguns indicadores utilizados (opcional):

FICHA CATALOGRÁFICA

658.5(816.5) Cervi, João Antônio
C413g Gestão da produção em empresas de pequeno e médio porte
do ramo metal-mecânico da Região da Grande Santa Rosa /
João Antônio Cervi. – Santa Maria : [s.n.], 2004.
130 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa
Maria.

Orientador: João Hέλvio Righi de Oliveira.

1. Engenharia de Produção. 2. Gestão de produção. 3. Competitividade – Empresas. 4. Empresas - Santa Rosa – RS. 5. Melhoria contínua – Empresas – RS. I.Título.

Bibliotecária responsável: Alba Inêz Maciel CRB 10/1203