

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO**

**Paradigmas Estratégicos de Gestão da  
Manufatura: configuração, relações com o  
Planejamento e Controle da Produção e estudo  
exploratório na indústria de calçados**

**MOACIR GODINHO FILHO**

Tese apresentada ao Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Planejamento e Controle de Sistemas Produtivos.

São Carlos - SP  
Janeiro de 2004

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO**

**Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura:  
configuração, relações com o Planejamento e  
Controle da Produção e estudo exploratório na  
indústria de calçados**

**MOACIR GODINHO FILHO**

**Orientador: Prof. Dr. Flavio Cesar Faria Fernandes**

Tese apresentada ao Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.  
Área de Concentração: Planejamento e Controle de Sistemas Produtivos.

São Carlos - SP  
Janeiro de 2004

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

G619pe

Godinho Filho, Moacir.

Paradigmas estratégicos de gestão da manufatura: configuração, relações com planejamento e controle da produção e estudo exploratório na indústria de calçados / Moacir Godinho Filho. -- São Carlos : UFSCar, 2004.  
267 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2004.

1. Administração da produção. 2. Planejamento e controle da produção. 3. Estratégia de produção. 4. Indústria do calçado. I. Título.

CDD: 658.5 (20<sup>a</sup>)

## **Agradecimentos**

Ao professor Dr. Flávio Cesar Faria Fernandes, mais do que um orientador, um amigo e grande incentivador; pessoa fundamental na realização deste trabalho.

Aos meus pais, Moacir Godinho e Floripes Borioli Godinho, exemplos de dedicação e trabalho nos quais me espelho e à minha namorada, Sheila Nishi, uma verdadeira companheira. Estas três pessoas formaram a base de incentivo e apoio incansável durante a elaboração deste trabalho.

Aos professores Dr. Miguel Cezar Santoro, Dr. José Benedito Sacomano, Dr. Edemilson Nogueira e Dr. Antonio Batocchio, pelas valiosas críticas e sugestões dadas à elaboração desta tese por ocasião do exame de qualificação e da defesa propriamente dita.

A todos os docentes da pós graduação do departamento de Engenharia de Produção da UFSCar e da USP – São Carlos em especial aos professores Dr. Manoel Fernando Martins, Dr. Neócles Alves Pereira, Dr. Reinaldo Morábito, Dr. João Vitor Moccellin. Estes profissionais contribuíram muito para meu aprimoramento profissional

A todos os colegas da pós graduação da UFSCar, em especial aos amigos do grupo de pesquisa PLACOP, tais como Fábio Molina e Eduardo Gracia, que me ajudaram muito com os estudos de caso realizados na cidade de Birigui.

Aos inúmeros gerentes industriais das empresas de calçados visitadas, pela grande cordialidade com que me receberam e pelas valiosas informações recebidas.

Este trabalho só foi possível graças ao apoio financeiro da seguinte entidade:

FAPESP – através de bolsa de doutorado concedida durante o período de maio de 2002 a fevereiro de 2004.

# SUMÁRIO

Lista de figuras.....	VIII
Lista de tabelas.....	X
Lista de siglas.....	XII
Lista de termos estrangeiros.....	XIV
Resumo.....	XVI
<i>Abstract</i> .....	XVII
<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
1.1 Apresentação do trabalho.....	1
1.2 Objetivos do trabalho.....	4
1.3 Metodologia de pesquisa.....	6
1.3.1 A atividade científica e os métodos científicos.....	6
1.3.2 Abordagens de pesquisa.....	8
1.3.3 Uma classificação das pesquisas científicas.....	9
1.3.4 Os procedimentos de pesquisa.....	10
1.3.5 A geração de conhecimento.....	15
1.4 A indústria de calçados e as razões de sua escolha para os estudos de caso realizados no trabalho.....	17
1.4.1 O cenário da indústria de calçados mundial.....	17
1.4.2 O cenário da indústria de calçados brasileira.....	17
1.4.3 O processo de fabricação básico de calçados.....	18
1.4.4 Razões para a escolha da indústria de calçados para os estudos de caso desta tese.....	19
1.5 Estrutura do trabalho.....	19
<b>2 Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura (PEGEMs): evolução, análise e proposta de modelo de relacionamento.....</b>	<b>23</b>
2.1 Introdução.....	23
2.2 Padronização de alguns conceitos importantes em Gestão da Produção.....	24
2.3 Os Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura (PEGEMs).....	27
2.3.1 A evolução histórica dos paradigmas da manufatura.....	27

2.3.2	A conceituação de PEGEM e seus elementos-chave.....	31
2.3.3	Resumos das diferenças entre os PEGEMs e outros termos utilizados em Gestão da Produção.....	33
2.4	Os quatro elementos chave de um PEGEM.....	34
2.4.1	Os direcionadores.....	34
2.4.2	Os princípios.....	34
2.4.3	Os capacitadores.....	35
2.4.4	Os objetivos de desempenho da produção.....	38
2.5	Proposta de modelo que relaciona os PEGEMs aos objetivos estratégicos da produção.....	44
2.5.1	Dois modelos que relacionam os objetivos estratégicos aos PEGEMs.....	44
2.5.2	Os <i>trade offs</i> na manufatura.....	46
2.5.3	O modelo proposto.....	48
2.6	Conclusões.....	54
<b>3</b>	<b>A Relação entre os PEGEMs e o Controle da Produção: a proposta de uma abordagem estratégica para o Controle da Produção.....</b>	<b>55</b>
3.1	Introdução.....	55
3.2	Reflexões sobre o Planejamento e Controle da Produção.....	56
3.3	Os Sistemas de Coordenação de Ordens de Produção e Compra (SICOPROCs)..	62
3.4	Uma metodologia de classificação dos sistemas de produção para a escolha dos SICOPROCs.....	68
3.5	Os Sistemas de Programação da Produção e um método de classificação para tais sistemas.....	73
3.6	O relacionamento entre os PEGEMs e aspectos importantes do Controle da Produção.....	76
3.7	Conclusões.....	82
<b>4</b>	<b>Manufatura em Massa Atual: Evidências empíricas na indústria brasileira de calçados.....</b>	<b>84</b>
4.1	Introdução.....	84
4.2	A Manufatura em Massa Precedente: de Henry Ford a Alfred Sloan.....	85
4.3	A Manufatura em Massa Atual na indústria brasileira de calçados.....	91
4.3.1	Introdução.....	91

4.3.2 A empresa estudada.....	91
4.4 Um modelo para a Manufatura em Massa nos dias atuais.....	95
4.5 Conclusões.....	97
<b>5 A estruturação da Manufatura Enxuta de acordo com os quatro elementos chave de um PEGEM.....</b>	<b>99</b>
5.1 Introdução.....	99
5.2 As origens e o conceito de Manufatura Enxuta.....	99
5.3 Os direcionadores da Manufatura Enxuta.....	100
5.4 Os princípios da Manufatura Enxuta.....	101
5.5 Os capacitadores da Manufatura Enxuta.....	104
5.6 Os objetivos de desempenho da Manufatura Enxuta.....	107
5.7 Conclusões.....	108
<b>6 Manufatura Responsiva (MR): revisão e proposta de metodologia.....</b>	<b>109</b>
6.1 Introdução.....	109
6.2 Referencial Teórico.....	111
6.2.1 Os direcionadores.....	111
6.2.2 Os princípios.....	111
6.2.3 Os capacitadores.....	113
6.2.4 Os objetivos de desempenho.....	116
6.3 A metodologia proposta.....	117
6.3.1 A origem da metodologia proposta.....	117
6.3.2 Os princípios e capacitadores existentes na literatura.....	118
6.3.3 Os princípios propostos.....	119
6.3.4 Os capacitadores propostos.....	131
6.3.5 O resumo dos princípios e capacitadores de nossa proposta para a MR.....	131
6.4 A implementação da proposta.....	132
6.5 Conclusões.....	135
<b>7 Manufatura Ágil e Customização em Massa: conceitos e diferenciações.....</b>	<b>137</b>
7.1 Introdução.....	137
7.2 A Manufatura Ágil.....	138
7.2.1 O conceito da Manufatura Ágil.....	138

7.2.2 Os direcionadores da Manufatura Ágil.....	140
7.2.3 Os princípios da Manufatura Ágil.....	141
7.2.4 Os capacitadores da Manufatura Ágil.....	143
7.2.5 Os objetivos de desempenho relacionados à Manufatura Ágil.....	152
7.3 A Customização em Massa.....	152
7.3.1 O conceito da Customização em Massa.....	152
7.3.2 Os direcionadores da Customização em Massa.....	153
7.3.3 Os princípios da Customização em Massa.....	154
7.3.4 Os capacitadores da Customização em Massa.....	156
7.3.5 Os objetivos de desempenho da Customização em Massa.....	158
7.4 Semelhanças / Diferenças entre Manufatura Ágil e Customização em Massa e sugestões sobre qual utilizar.....	159
7.4.1 Semelhanças/diferenças com relação aos direcionadores.....	159
7.4.2 Semelhanças/diferenças com relação aos objetivos estratégicos da produção.....	160
7.4.3 Semelhanças/diferenças com relação aos princípios.....	161
7.4.4 Semelhanças/diferenças com relação aos capacitadores.....	163
7.5 Conclusões.....	165
<b>8 Uma metodologia para a identificação do PEGEM utilizado por determinada empresa industrial: proposta e aplicação no estudo de múltiplos casos na indústria de calçados.....</b>	<b>169</b>
8.1 Introdução.....	169
8.2 A metodologia proposta.....	170
8.3 Aplicação da metodologia: um estudo de múltiplos casos.....	183
8.3.1 Introdução.....	183
8.3.2 A empresa A – Uma Manufatura em Massa Tardia.....	184
8.3.3 A empresa B – Uma Manufatura Enxuta típica.....	186
8.3.4 A empresa C – Uma Manufatura Enxuta em transição rumo à Manufatura Responsiva.....	190
8.3.5 A empresa D – Uma Manufatura Responsiva típica.....	193
8.3.6 A empresa E – Uma Customização em Massa.....	197
8.3.7 A empresa F – Uma empresa sem foco estratégico.....	200
8.3.8 Análise intercasos.....	203



8.4 Conclusões.....	204
<b>9 Uma metodologia para a escolha do PEGEM ideal para uma empresa : proposta e aplicação no estudo de múltiplos casos na indústria brasileira de calçados.....</b>	<b>206</b>
9.1 Introdução.....	206
9.2 A metodologia proposta.....	207
9.3 Aplicação da metodologia: um estudo de múltiplos casos .....	221
9.3.1 Introdução.....	221
9.3.2 A empresa A.....	221
9.3.3 A empresa B.....	222
9.3.4 A empresa C.....	224
9.3.5 A empresa D.....	226
9.3.6 A empresa E.....	227
9.3.7 A empresa F.....	229
9.3.8 Análise intercasos.....	231
9.4 Considerações a respeito de uma utilização conjunta das metodologias desenvolvidas nos capítulos 8 e 9.....	231
9.5 Conclusões.....	233
<b>10 Conclusões.....</b>	<b>234</b>
10.1 Avaliação geral dos objetivos.....	234
10.2 Contribuições do trabalho.....	235
10.3 Propostas de pesquisas futuras.....	236
<b>11 Referências Bibliográficas.....</b>	<b>237</b>
Apêndice 1: Questionários utilizado nos capítulos 8 e 9.....	253

### **Lista de Figuras**

<b>Figura nº</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1.1 =>	A relação entre as manufaturas repetitiva, enxuta, responsiva e ágil.....	2
1.2 =>	O processo básico de fabricação de calçados.....	19

1.3	=>	A estrutura da tese.....	22
2.1	=>	Os quatro elementos-chave de um Paradigma Estratégico de Gestão da Manufatura.....	32
2.2	=>	Primeiro modelo que relaciona alguns PEGEMs e alguns objetivos estratégicos da produção.....	45
2.3	=>	Segundo modelo que relaciona alguns PEGEMs e alguns objetivos estratégicos da produção.....	46
2.4	=>	Modelo de relacionamento PEGEM - objetivos estratégicos da manufatura.....	51
3.1	=>	As formas de resposta à demanda dos sistemas de produção.....	58
3.2	=>	A estrutura do Planejamento e Controle da Produção.....	59
3.3	=>	A estrutura do Controle da Produção.....	61
3.4	=>	A relação entre os PEGEMs, níveis de repetitividade dos sistemas de produção discretos e estratégias de resposta à demanda.....	78
4.1	=>	A configuração dos quatro elementos chave da Manufatura em Massa Precedente.....	91
4.2	=>	A configuração dos quatro elementos chave da Manufatura em Massa Atual.....	96
6.1	=>	A origem de nossa proposta para a Manufatura Responsiva.....	117
6.2	=>	Os três tipos de unidades produtivas dentro da MR.....	123
6.3	=>	Os SICOPROCs ideais para a MR de acordo com o nível de repetitividade do sistema de produção.....	125
6.4	=>	Os SICOPROCs ideais para cada tipo de unidade produtiva da MR.....	126
6.5	=>	Metodologia para a escolha de um sistema de programação com capacidade finita para a MR.....	128
6.6	=>	Metodologia para a implantação da MR.....	133
7.1	=>	O posicionamento dos PEGEMs dentro de uma matriz mudança nos produtos versus mudança nos processos.....	163
Figura nº		Título	Página
7.2	=>	A Customização em Massa e a Manufatura Ágil.....	167
8.1	=>	Resumo da metodologia para a identificação do PEGEM utilizado por uma empresa.....	171

8.2	=>	Algoritmo para análise dos resultados da metodologia de determinação do PEGEM.....	181
9.1	=>	Matriz de importância-desempenho.....	214
9.2	=>	Algoritmo para a determinação do PEGEM ideal para uma empresa.....	216
9.3	=>	Um foco no processo decisório da etapa 5 do algoritmo proposto.....	219
9.4	=>	Procedimento para análise conjunta dos resultados das metodologias dos capítulos 8 e 9.....	232

## Lista de Tabelas

Tabela nº	Título	Página
1.1	=> Comparação entre as abordagens quantitativa e qualitativa com relação à algumas características.....	8
1.2	=> Relação entre os estudos de caso propostos nesta tese e os seus respectivos objetivos.....	13
1.3	=> Alguns dados e os principais pólos produtores de calçados divididos por estados brasileiros.....	18
2.1	=> Matriz de classificação e posicionamento dos tipos de manufatura em função do <i>output</i> e do fluxo de produção.....	25
2.2	=> As diferenças entre PEGEM, tipos de sistemas de produção e SICOPROCs.....	33
2.3	=> Os direcionadores dos PEGEMs.....	34
2.4	=> Os princípios de cada PEGEM.....	34
2.5	=> Os capacitadores dos PEGEMs.....	36
2.6	=> Os <i>trade offs</i> na manufatura.....	47
2.7	=> PEGEMs: princípios e capacitadores exclusivos e objetivos estratégicos ganhadores de pedido relacionados.....	50
3.1	=> Atributos possíveis das variáveis do sistema de classificação de MACCARTHY & FERNANDES (2000).....	70
3.2	=> As variáveis e a escolha de um sistema de PCP.....	71
3.3	=> Graus de diversidade e diferenciação nos níveis de repetitividade dos sistemas de produção discretos.....	73
3.4	=> A relação entre os PEGEMs e os SICOPROCs.....	79
3.5	=> A relação entre os PEGEMs e uma classificação dos sistemas de programação com capacidade finita.....	81
4.1	=> As diferenças entre as Manufaturas em Massa, Precedente e Atual.....	97
6.1	=> Os capacitadores propostos relacionados aos princípios para a MR.....	131
6.2	=> Nossa proposta para a Manufatura Responsiva – os princípios.....	132
6.3	=> Nossa proposta para a Manufatura Responsiva – os capacitadores.....	132
6.4	=> Medidas de desempenho a serem utilizadas na MR.....	134
7.1	=> Uma classificação dos capacitadores da Manufatura Ágil.....	144

<b>Tabela nº</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
7.2 =>	Manufatura Ágil x Customização em Massa: semelhanças e diferenças...	165
8.1 =>	Lista de fundamentos extraídos dos princípios dos PEGEMs e utilizados no passo 1 da metodologia.....	172
8.2 =>	Capacitadores utilizados em nossa metodologia.....	174
8.3 =>	Possíveis configurações das áreas de decisão da produção.....	178
8.4 =>	A análise decisória para a escolha do PEGEM utilizado pela empresa A.....	186
8.5 =>	A análise decisória para a escolha do PEGEM utilizado pela empresa B.....	189
8.6 =>	A análise decisória para a escolha do PEGEM utilizado pela empresa C.....	193
8.7 =>	A análise decisória para a escolha do PEGEM utilizado pela empresa D.....	197
8.8 =>	A análise decisória para a escolha do PEGEM utilizado pela empresa E.....	200
8.9 =>	A análise decisória para a escolha do PEGEM utilizado pela empresa F.....	202
8.10 =>	Resumo dos resultados do estudo de múltiplos casos.....	204
9.1 =>	Escala de nove pontos para a determinação da importância para os clientes dos objetivos de desempenho da produção.....	212
9.2 =>	Escala de nove pontos para a determinação do desempenho dos objetivos de desempenho da produção da empresa frente aos concorrentes.....	213
9.3 =>	Proposta de associação entre níveis de turbulência do mercado e PEGEMs.....	217
9.4 =>	Os objetivos de desempenho ganhadores de pedido de cada PEGEM.....	218
9.5 =>	Resultados dos estudos de caso.....	231
9.6 =>	Resultados conjuntos dos estudos de casos realizados nos capítulos 8 e 9.....	233

## Lista de Siglas

- CAD => Computer aided Design (Projeto auxiliado por computador)
- CAM => Computer aided Manufacturing (Manufatura auxiliada por computador)
- CAPP => Computer aided Process Planning (Planejamento do Processo auxiliado por computador)
- CBR – Case Based Reasoning (Raciocínio Baseado em Casos)
- CIM => Computer Integrated Manufacturing (Manufatura integrada por computador)
- CM => Customização em Massa
- CONWIP => Constant Work in Process
- CQ => Controle da Qualidade
- CP => Controle da Produção
- CFA => Company Flow Analysis (Análise de fluxo da empresa)
- CNC => Computer Numeric Control (Controle Numérico Computadorizado)
- CPM => Critical Path Method (Método do caminho crítico)
- DFMA => Design for Manufacturing and Assembly (Projeto para manufatura e montagem)
- EDD => Earliest Due Date (Data devida mais cedo)
- EDI => Electronic Data Interchange (Troca de dados eletrônica)
- ERP => Enterprise Resources Planning (Planejamento dos recursos da companhia)
- FFA => Factory Flow Analysis (Análise de fluxo de fábrica)
- FMEA => Failure Mode and Effects Analyses (Análise dos modos e efeitos das falhas)
- FMS => Flexible Manufacturing System (Sistema de Manufatura Flexível)
- GA => Group Analysis (Análise de grupo)
- JIT => Just in time
- LA => Line Analysis (Análise de linha)
- LD => Lead time de distribuição
- LF => Lead time de fabricação
- LM => Lead time de montagem
- LP => Lead time de projeto
- LPT => Longest Processing Time (Maior tempo de processamento)
- LS => Lead time de obtenção de suprimentos
- MA => Manufatura Ágil
- ME => Manufatura Enxuta

MMA => Manufatura em Massa Atual

MMP => Manufatura em Massa Precedente

MPS => Master Production Schedule (Programa Mestre de Produção)

MR => Manufatura Responsiva

MRP => Material Requirements Planning (Planejamento das Necessidades de Materiais)

MRPII => Manufacturing Resource Planning (Planejamento dos Recursos da Manufatura)

OPT => Optimized Production Technology (Sistema de Controle da Produção que se utiliza da abordagem da teoria das restrições)

PBC => Period Batch Control (Controle do período padrão)

PDCA => Plan - Do - Check - Action (Planejar - Fazer - Checar - Agir corretivamente)

PEGEM => Paradigma Estratégico de Gestão da Manufatura

PERT => Program Evaluation and Review Technique (Técnica de revisão e avaliação do programa)

PPC/PCP => Production Planning and Control (Planejamento e Controle da Produção)

QFD => Quality Function Deployment (Desdobramento da função qualidade)

SICOPROC => Sistema de Coordenação de Ordens de Produção e Compra

SPT => Shortest Processing Time (Menor tempo de processamento)

TA => Tooling Analyses (Análise de ferramental)

TPM => Total Productive Maintenance (Manutenção Produtiva Total)

TQM => Total Quality Management (Gerenciamento da Qualidade Total)

TR => Tempo de resposta

## Lista de termos estrangeiros

*Assembly to order* => Montagem sob encomenda

*Design* => projeto

*Empowerment* => Delegação de responsabilidades

*Engineering to order* => Projeto sob encomenda

*Et al* => e outros

*Feedback* => retroalimentação

*Flow-Shop* => padrão de fluxo unidirecional ou sistema de manufatura com padrão de fluxo unidirecional

*High tech* => alta tecnologia

*Input* => entrada

*Job-shop* => padrão de fluxo multi-direcional ou sistema de manufatura com padrão de fluxo multi-direcional

*Just in time* => estratégia de manufatura ou sistema de controle da produção que prega a produção no momento certo

*Kaizen* => mudança incremental

*Kanban* => SICOPROC do sistema just in time

*Lay out* => arranjo físico das máquinas em um setor produtivo

*Lead time* => tempo decorrente entre a notificação da necessidade e o fim da produção ou da compra de um material

*Low Tech* => baixa tecnologia

*Make to order* => Produzir sob encomenda

*Make to stock* => Produzir para estoque

*Makespan* => duração total da programação de produção

*Marketing* => uma função empresarial

*Mix* => conjunto, grupo, combinação

*Ordering System* => Sistema de coordenação de ordens

*Output* => saída

*Overflow* => “salto” de estágios produtivos em uma linha de produção

*Poka Yoke* => À prova de falhas

*Set up* => preparação

*Sigma* => Letra grega que indica desvio padrão em relação à média



*Survey* => pesquisa de avaliação

*Takt time* => ritmo de produção demandado pela mercado

*Trade off* => “toma lá da cá”. Outras tentativas de tradução na literatura: balanceamento, barganha, compensação

*Underline* => grifo utilizado na separação de variáveis no Sistema de classificação dos sistemas da produção

World Class Manufacturing => Manufatura de Classe Mundial

## Resumo

O presente trabalho apresenta o conceito de Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura (PEGEMs), analisando os principais PEGEMs existentes atualmente em Gestão da Produção: Manufatura em Massa Atual (MMA), Manufatura Enxuta (ME), Manufatura Responsiva (MR), Customização em Massa (CM) e Manufatura Ágil (MA).

Os PEGEMs fornecem uma visão estratégica à Gestão da Produção, uma vez que apresentamos um modelo que relaciona estes paradigmas a objetivos estratégicos da manufatura, bem como apresentamos um relacionamento entre os PEGEMs e importantes aspectos do Controle da Produção.

Com relação a cada PEGEM especificamente esta tese cumpre alguns objetivos importantes. Mostra que a MMA ainda é utilizada na indústria de calçados brasileira, com algumas características diferentes da Manufatura em Massa Fordista. Referente à ME esta tese estrutura este paradigma de acordo com os quatro elementos chave dos PEGEM. Com relação à MR, este trabalho apresenta uma proposta inédita para o projeto e implementação deste paradigma em empresas. Esta proposta foca as atividades de Controle da Produção, as quais acreditamos serem vitais para a responsividade. Referente à CM e à MA, este trabalho apresenta uma distinção clara entre esses dois paradigmas, a qual não aparece na literatura e serve para verificar que cada um deles está focado em objetivos estratégicos diferentes, formando portanto dois PEGEMs diferentes.

Para complementar esta tese, são propostas metodologias para se identificar o PEGEM que uma empresa utiliza, bem como o PEGEM mais adequado para determinada empresa. Ambas as metodologias são ilustradas e verificadas em seis estudos de caso na indústria de calçados. A utilização conjunta das duas metodologias permite um correto posicionamento estratégico da empresa. Finalmente podemos dizer que, por meio das propostas apresentadas, esta tese traz importantes contribuições ao preenchimento de uma lacuna na Gestão da Produção que é a falta de integração entre Estratégia da Produção e Planejamento e Controle da Produção.

## **Abstract**

This work presents a new concept in Production Management field: Manufacturing Management Strategical Paradigms (MaMSPs). The main MaMSPs are identified: Modern Mass Production (MMP), Lean Manufacturing (LM), Responsive Manufacturing (RM), Mass Customization (MC) and Agile Manufacturing (AM).

Relationships between these paradigms and manufacturing strategic goals and between the paradigms and important aspects of Production Control are proposed, providing a strategic approach to Production Management.

Regarding each specific paradigm, this work reaches some important goals: it shows that Mass Production is still used in Brazilian shoe industry, with some differences regarding Fordism. Relating LM, a literature review on this matter is structured according to four key elements of all MaMSP. Regarding RM, we propose a new methodology for design and implementation of RM. This methodology focuses on Production Control activities, which we consider the key to reach responsiveness. Regarding MC and AM we differentiate these paradigms. This differentiation contributes to diminish some concepts confusion about these paradigms.

In this work we also propose two other methodologies: i) to identify the MaMSP used for a company; ii) to identify the most suitable MaMSP for a company. Both methodologies are illustrated in six case studies on Brazilian shoe industry. Using both methodologies in a coordinated way provides a correct strategic position for companies. Finally, we conclude that this work contributes with Production Management field through the proposition of some methodologies regarding Manufacturing Strategy and Production Planning and Control.

---

# Capítulo 1: Introdução

---

## 1.1 Apresentação do trabalho

Atualmente, no mundo globalizado, os desafios são múltiplos para as empresas: fortíssima concorrência global, clientes exigindo cada vez mais, recursos naturais escassos, grandes saltos tecnológicos, altíssima mobilidade de capital e de tecnologia, dentre muitas outras pressões. De acordo com SIPPER & BULFIN (1997) no ambiente competitivo atual “o consumidor está buscando maior variedade, menor custo e altíssimos padrões de qualidade”. Esta ênfase em diversos objetivos estratégicos é chamada por STARR (1988) de economia da escolha. O sistema orientado à produção é substituído pelo sistema orientado ao mercado. Neste sistema, o cliente é a força direcionadora dos esforços produtivos, diferentemente dos sistemas de produção do passado, nos quais o cliente tinha pouca influência nas decisões.

Para enfrentar estes desafios, as empresas devem levar em conta um número cada vez maior de objetivos estratégicos. Os paradigmas de manufatura vêm evoluindo cada vez mais nesse sentido, ou seja, tentando incorporar aspectos estratégicos às decisões da manufatura. Um modelo holístico, desenvolvido por MACCARTHY & FERNANDES (1999) e mostrado na figura 1.1, trata exatamente desta questão. De acordo com este modelo, os paradigmas de manufatura estão incorporando de cada vez mais objetivos estratégicos, sem se esquecer dos objetivos mais básicos: à medida que se vai da Manufatura Repetitiva para a Manufatura Ágil, novos objetivos vão sendo levados em conta sem se desprezar os objetivos já incorporados.

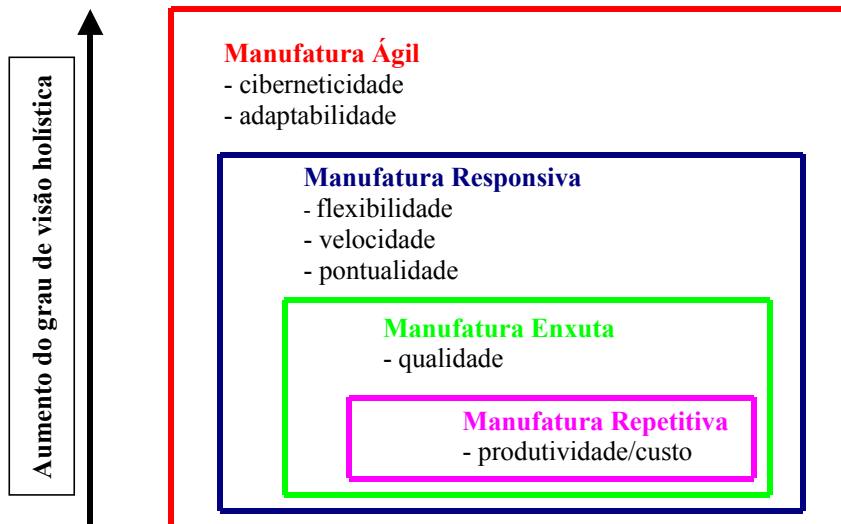


Figura 1.1: A relação entre as manufaturas repetitiva, enxuta, responsiva e ágil  
 Fonte: FERNANDES & MACCARTHY (1999)

Algumas definições importantes sobre os termos da figura 1.1.

- produtividade: habilidade do sistema de produção de satisfazer à demanda em termos de baixo custo;

- qualidade: habilidade do sistema de produção satisfazer à demanda em termos da performance dos produtos/serviços. Performance pode abranger muitas dimensões;

- flexibilidade: habilidade do processo em responder a mudanças no *mix* de produção; portanto, a redução de *set up* é crucial para se obter flexibilidade;

- pontualidade: habilidade do sistema de produção em satisfazer as necessidades dos consumidores em termos de prazos de entrega;

- velocidade: habilidade do processo em responder às mudanças de volume de produção (portanto, aumentar a velocidade do processo para se diminuir o tempo de ciclo é crucial para se obter velocidade);

- responsividade: compreende as dimensões de velocidade, pontualidade e flexibilidade.

- ciberneticidade: alto nível de utilização da cibernética (controle por meio da comunicação o que implica em alta utilização de tecnologia de informação (IT));

- adaptabilidade: habilidade da equipe de projeto de produto lançar novos produtos, satisfazendo as necessidades dos consumidores em termos de novos produtos ao longo do tempo;

Dentro deste contexto, esta tese de doutorado tem por finalidade tratar os principais paradigmas da manufatura existentes atualmente. Entendemos que estes paradigmas têm

potencial para fornecer uma gestão estratégica à função manufatura. Devido a isso, denominamos estes paradigmas de Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura (PEGEMs). Uma definição precisa deste conceito é mostrada no capítulo 2.

Em nossa dissertação de mestrado (GODINHO FILHO, 2001) tratamos o nível da Manufatura Enxuta, a qual envolve dois objetivos fundamentais: qualidade e produtividade/custo (ver figura 1.1). Desse modo, nosso estudo envolveu um profundo entendimento das relações entre o Controle da Produção e o Controle da Qualidade. Ainda na dissertação identificamos três abordagens existentes dentro da Manufatura Enxuta, cada uma com diferentes graus de focos em Controle da Produção (CP) e Controle da Qualidade (CQ). Chegamos inclusive a, após analisarmos as três abordagens existentes dentro da Manufatura Enxuta, propor uma nova (quarta) abordagem para a Manufatura Enxuta (em nível de chão de fábrica), a qual em nossa opinião integra os processos de CP e CQ e conseqüentemente os objetivos produtividade/custo e qualidade, além de possuir um alto foco tanto em CP quanto em CQ

Tendo focado bastante a Manufatura Enxuta em nossa dissertação de mestrado, objetivamos nesta tese de doutorado focar também os outros Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura, a saber: Manufatura em Massa (no capítulo 2 diferenciamos o PEGEM Manufatura em Massa do sistema de produção repetitivo), Manufatura Responsiva, Manufatura Ágil e Customização em Massa (um outro importante paradigma estratégico que vem se apresentando como opção estratégica para as empresas nos últimos anos). Propomos metodologias e formas de caracterizar estes paradigmas, bem como realizamos muitas análises a respeito destes paradigmas e de seus relacionamentos com aspectos importantes da Gestão da Produção. Além disso, realizamos alguns estudos de caso na indústria de calçados visando ilustrar e validar conceitos.

Finalizando esta seção vamos apresentar alguns conceitos úteis para a compreensão do trabalho, a saber: sistema de produção industrial, sistema de manufatura, Gestão da Produção, função produção e função manufatura.

MACCARTHY & FERNANDES (2000), sistema de produção industrial como o conjunto de elementos (humanos, físicos ou procedimentos gerenciais) inter relacionados que são projetados para gerar produtos finais cujo valor supere o total dos custos incorridos para obtê-los. Em outras palavras: “sistema de produção é tudo aquilo que transforma *input* em *output* com valor inerente” (SIPPER & BULFIN, 1997).

A definição de sistemas de manufatura que adotamos é a de MARTINICH (1997), para o qual sistemas de manufatura são sistemas de produção que produzem bens, os quais

são geralmente tangíveis. Caso o sistema de produção produza serviços então ele é chamado sistema de serviços.

A Gestão da Produção objetiva exatamente administrar os sistemas de produção de uma organização (GAITHER & FRAZIER, 2001). Este termo é muitas vezes denominado Gestão da produção e Operações para abranger também o gerenciamento dos sistemas de serviços. De acordo com MOREIRA (2001) a Gestão da Produção e Operações é o campo de estudo dos conceitos e técnicas aplicáveis à tomada de decisão na função produção (empresas industriais) ou operações (empresas de serviços).

Finalmente definimos função produção de acordo com STEVENSON (2001), para o qual esta função é a responsável pela geração de bens e serviços de uma organização. Ainda de acordo com este autor a função produção é o âmago da maioria das organizações empresariais. Para GAITHER & FRAZIER (2001) a função produção é o local onde ocorre a transformação propriamente dita dos *inputs* em *outputs*. Para DILWORTH (1993) a função produção é realizada por um grupo de pessoas responsáveis pela produção de bens e serviços que o negócio oferece aos clientes. A função produção pode também ser denominada função manufatura em empresas industriais, mais relacionadas a produção de bens.

## **1.2 Objetivos do trabalho**

Basicamente três questões centrais são as principais motivações do presente trabalho:

Questão 1) O que são e quais são os principais paradigmas estratégicos aplicáveis à Gestão da Produção ?

Questão 2) Qual é o relacionamento entre estes paradigmas e dois aspectos vitais da Gestão da Produção: i) objetivos estratégicos da produção e ii) Planejamento e Controle da Produção

Questão 3) Na prática, como pode ser identificado o PEGEM utilizado por uma empresa ? E o PEGEM mais apropriado ?

A partir destas questões podemos enunciar dois objetivos gerais e alguns objetivos específicos, os quais nortearão o desenvolvimento desta tese.

## **Objetivo Geral 1: Realizar um estudo exploratório sobre os Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura (PEGEMs)**

Dentro deste objetivo geral temos os seguintes objetivos específicos:

- 1.1: Identificar quais são, o que são e efetuar um estudo comparativo entre os paradigmas aplicáveis à Gestão da Produção
- 1.2: Desenvolver um modelo de relacionamento entre os paradigmas e os objetivos estratégicos da manufatura
- 1.3: Desenvolver um modelo de relacionamento entre os paradigmas e aspectos decisórios do Planejamento e Controle da Produção
- 1.4 Propor um modelo para se alcançar a Manufatura Responsiva (uma vez que este paradigma é, dentre os paradigmas tratados nesta tese, o menos focado pela literatura)

## **Objetivo Geral 2: Desenvolver e Verificar na indústria de calçados modelos para identificação do paradigma utilizado e do paradigma mais adequado para uma empresa fabricante de calçados**

Dentro deste objetivo geral temos os seguintes objetivos específicos:

- 2.1 Efetuar um diagnóstico dos paradigmas utilizados em empresas na indústria de calçados
- 2.2 Identificar paradigmas adequados para empresas da indústria de calçados em função do mercado e dos objetivos estratégicos das empresas

A partir dos objetivos mostrados, pode-se notar que esta tese envolve uma extensa revisão bibliográfica a respeito dos paradigmas de manufatura, bem como a realização de estudos de casos os quais objetivam validar alguns modelos propostos.

O trabalho é estruturado de forma que todos os capítulos, em maior ou menor grau, apresentem contribuições à Gestão da Produção. Dentre estas contribuições (são mais pormenorizadas no final de cada capítulo) as principais são:

1. Apresentar em uma linguagem comum os principais Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura encontrados atualmente em Gestão da Produção, analisando-os comparativamente.
2. Apresentar modelos de relacionamento entre aspectos importantes de Estratégia da Produção e Planejamento e Controle da Produção.
3. Apresentar uma proposta inédita para se alcançar a Manufatura Responsiva.
4. Fornecer às empresas uma forma de avaliar onde ela se encontra e onde ela deve chegar referente à sua estratégia de produção.



Na próxima seção tratamos mais a fundo a metodologia de pesquisa utilizada no trabalho.

### **1.3 Metodologia de Pesquisa**

Além do uso da argumentação lógica, o desenvolvimento do trabalho envolverá uma ampla revisão da literatura a respeito das Manufaturas em Massa, Enxuta, “Responsiva”, Ágil e Customização em Massa. A revisão da literatura se caracteriza como uma pesquisa do tipo teórico-conceitual. Esta tese envolverá também um conjunto de estudos de caso que terão por finalidade: i) ilustrar a Manufatura em Massa Atual na indústria de calçados; ii) ilustrar e validar as nossas propostas de metodologias para se identificar o PEGEM utilizado e o PEGEM ideal para determinada empresa. Além disso na maioria dos capítulos desta tese são propostos modelos, metodologias e relacionamentos envolvendo conceitos dos PEGEMs, do Controle da Produção, dentre outros. Portanto, nesta tese, tem presença marcante a geração de futuras novas teorias na área da Gestão da Produção

Para os fins desta tese, apresentamos nesta seção inicialmente uma breve visão sobre a atividade científica e os métodos científicos. Após isso dissertamos sucintamente sobre as abordagens de pesquisa, bem como mostramos uma classificação das pesquisas científicas de acordo com duas categorias: propósito e estratégia. Mostramos também os procedimentos de pesquisa mais utilizados em Engenharia de Produção, dando destaque à pesquisa teórico-conceitual e ao estudo de caso, que são os procedimento de pesquisa que utilizaremos nesta tese, não esquecendo de destacar o conceito de amostragem proposital, a qual é a base para a escolha dos estudos de caso mostrados nos capítulos 4, 8 e 9 desta tese. Finalmente apresentamos um referencial sobre o desenvolvimento de teoria diferenciando uma teoria forte de uma teoria fraca. Estas considerações sobre o desenvolvimento de teoria foram uma preocupação constante nesta tese.

Ao longo de toda esta seção metodológica procuramos salientar e discutir as características metodológicas encontradas nesta tese

#### **1.3.1 A Atividade científica e os Métodos Científicos**

Primeiramente vamos tentar caracterizar o termo ciência ou a atividade denominada científica. BRYMAN (1989) trata o termo como científico como vago e controversial,

concluindo que na mente de diversos autores e estudiosos da área, este termo é descrito como uma técnica sistemática de investigação, coleta de dados e análise destes dados em relação a um problema formulado previamente.

Segundo ALVES (1995) a atividade científica busca soluções para problemas e lacunas existentes no referencial teórico. De acordo com GAY & DIEHL (1992), o objetivo de todo esforço científico é explicar, prever e ou controlar fenômenos. Este objetivo é baseado na suposição de que todos os comportamentos e eventos têm uma estrutura lógica e possuem efeitos com causas descobríveis.

Já método científico, de maneira mais geral, pode ser definido como uma série de regras para se resolver um problema (ALVES MAZZOTI, 1998). Para LAKATOS & MARCONI (1995) método de pesquisa pode ser definido como uma gama de atividades sistemáticas e racionais, que visam conduzir a um certo objetivo de forma mais segura e econômica, determinando a estratégia a ser usada, apontando erros e ajudando nas decisões a serem tomadas pelo cientista no decorrer do trabalho.

De acordo com GAY & DIEHL (1992), o método científico é um processo bastante ordenado, o qual é composto pelos seguintes passos: reconhecimento e definição do problema; formulação da hipótese, coleta de dados, análise dos dados e conclusões em função da confirmação ou rejeição das hipóteses.

SALOMON (1991) divide os métodos científicos em dois métodos gerais, são eles:

- Métodos indutivos: utiliza enunciados sintéticos através de constatações particulares, visando generalizações, geralmente da amostra para a população.
- Métodos dedutivos: visam demonstrar e justificar através de enunciados analíticos originários de postulados e teoremas buscando chegar a uma conclusão em particular.

Para GAY & DIEHL (1992) o método indutivo envolve a formulação de generalizações baseado na observação de um número limitado de eventos específicos. Já o método dedutivo, envolve essencialmente o processo inverso, ou seja, chega-se a conclusões específicas baseadas em generalizações. Estes autores colocam que ambos os métodos, quando usados sozinhos, não são totalmente satisfatórios. Quando usados em conjunto aí sim são bastante eficientes. Foi exatamente isso que ocorreu nesta tese uma vez que a geração das hipóteses foi induzida a partir das questões de pesquisa, as quais nasceram a partir de observações e estudos particulares. As propostas teóricas foram deduzidas a partir das hipóteses (em outras palavras, as implicações das hipóteses são os modelos propostos, os quais se tornaram objetivos específicos deste trabalho). Este método

está bem de acordo com GAY & DIEHL (1992). Em suas próprias palavras: “...Basicamente, o método científico envolve a indução de hipóteses baseado em observação, dedução das implicações das hipóteses, teste das implicações e a confirmação ou a não confirmação das hipóteses.”

### 1.3.2 Abordagens de Pesquisa

Para BERTO & NAKANO (2000) as abordagens de pesquisa são condutas que orientam o processo de investigação, são formas ou maneiras de aproximação e focalização do problema ou fenômeno que se pretende estudar. Ainda de acordo com estes autores as abordagens de pesquisa podem ser quantitativas e qualitativas.

Segundo CRESWELL (1994) a abordagem quantitativa tem como origem um problema verificado, seguido da elaboração de uma teoria e a formulação de variáveis, onde através de medições e procedimentos estatísticos, esta teoria poderá ser generalizada ou não.

Já as pesquisas qualitativas, para BERTO & NAKANO (2000) buscam aproximar a teoria e os fatos, através da descrição e interpretação de eventos isolados ou únicos. Através de análises do fenômeno e da subjetividade do pesquisador chegam, geralmente, a resultados particularizados que possibilitam no máximo a comparação entre casos.

Segundo GODOY (1995) foi a partir da década de 70 que houve um aumento crescente do uso da abordagem de pesquisa qualitativa em trabalhos científicos.

Na tabela 1.1 mostramos uma comparação entre as abordagens quantitativa e qualitativa, de acordo com CRESWELL (1994).

Tabela 1.1: Comparação entre as abordagens quantitativa e qualitativa com relação a algumas características  
Fonte CRESWELL (1994)

<b>Abordagem Quantitativa</b>	<b>Abordagem qualitativa</b>
A realidade é vista de forma objetiva, independentemente do pesquisador	A realidade é construída pelos indivíduos envolvidos na pesquisa
O pesquisador deve permanecer distante daquilo que está sendo pesquisado	O pesquisador interage com o estudo
Os valores do pesquisador não devem influenciar a pesquisa	Os valores do pesquisador interferem na pesquisa
A linguagem utilizada no trabalho deve ser impessoal e formal	A linguagem utilizada é pessoal e informal
Tem a intenção de criar generalizações	Não visa a generalização dos resultados

Nesta tese a abordagem de pesquisa basicamente utilizada é a qualitativa.

### 1.3.3 Uma Classificação das Pesquisas Científicas

Vamos neste ponto apresentar uma classificação das pesquisas científicas, de acordo com GAY & DIEHL (1992). Esta classificação é segundo dois atributos: propósito da pesquisa e estratégia da pesquisa.

A classificação da pesquisa por propósito é baseada no grau em que os resultados da pesquisa têm aplicação direta e no grau que estes resultados são generalizáveis para outras situações. Portanto, de acordo com o propósito, a pesquisa pode ser dividida em :

- Pesquisa Básica: envolve o desenvolvimento de teoria
- Pesquisa Aplicada: se preocupa com aplicação da teoria à solução de problemas. Pode ser dividida em:
  - Pesquisa de validação: tem a intenção de dar suporte à tomada de decisão em relação a duas ou mais proposições;
  - Pesquisa e desenvolvimento: é direcionada ao desenvolvimento de um produto que pode ser usado no mercado;
  - Pesquisa ação: se preocupa com a solução imediata para problemas locais

Já a classificação da pesquisa por estratégia está relacionada à existência de estratégias comuns da pesquisa no tocante à definição do problema, à coleta dos dados e à construção das conclusões. Portanto, de acordo com a estratégia, a pesquisa pode ser classificada em:

- Pesquisa Histórica: envolve o estudo, o entendimento e a explicação de eventos no passado. O objetivo da pesquisa histórica é chegar a conclusões sobre eventos do presente ou prever eventos futuros baseado em causas, efeitos e tendências do passado.
- Pesquisa Descritiva: envolve coleta de dados para testar hipóteses ou responder questões em relação ao estado atual do objeto de estudo. As informações da pesquisa descritiva são tipicamente coletadas através de questionários, entrevistas ou observação.
- Pesquisa Correlacional: tem a intenção de determinar se, e em que grau, existe uma relação entre duas ou mais variáveis quantificáveis. O objetivo da pesquisa correlacional é estabelecer uma relação ou a ausência desta ou ainda utilizar esta relação para fazer previsões
- Pesquisa Comparativa-Causal: se preocupa em estabelecer relações de causa e efeito e comparações entre grupos. Na pesquisa comparativa-causal a causa não é manipulada, ou seja não conseguimos manipular a variável independente

- Pesquisa Experimental: Bastante parecida com a pesquisa causal-comparativa. Também estabelece relação de causa e efeito e comparações entre grupo. O que a diferencia da causal-comparativa é que na pesquisa experimental é possível se manipular a causa (variável independente).

Com respeito à nossa tese podemos dizer que as revisões de literatura sobre os PEGEMs podem ser classificadas como pesquisas do tipo básica (de acordo com o propósito) e histórica (de acordo com a estratégia). Já em relação aos estudos de casos podemos dizer que é também uma pesquisa do tipo aplicada, no tocante ao propósito, e do tipo descritivo, com respeito à estratégia. Toda a geração de teoria resultante desta tese também representa uma pesquisa básica, que porém se tornará uma pesquisa aplicada em próximos trabalhos

### **1.3.4 Os Procedimentos de Pesquisa**

BRYMAN (1989) conceitua procedimento de pesquisa como sendo o projeto, a orientação geral da investigação. Esta orientação, ainda de acordo com este autor, fornece uma estrutura dentro da qual os dados são coletados e analisados.

Segundo FILIPPINE (1997), FERNANDES (1999), BERTO & NAKANO (1998; 1999; 2000), os métodos de procedimento de pesquisa mais utilizado na área de Engenharia de Produção são: teórico - conceitual, experimental, pesquisa de avaliação (*survey*), pesquisa-ação e estudo de caso. Devemos salientar que existem diferenças entre autores a respeito da divisão dos procedimentos de pesquisa apresentada acima. Por exemplo, BRYMAN (1989) propõem uma divisão parecida; a única diferença é que ao invés da pesquisa teórico-conceitual este autor apresenta a pesquisa qualitativa. Porém, para as finalidades de nossa tese, vamos apresentar conceitualmente cada um dos procedimentos de pesquisa de acordo com FILIPPINE (1997), FERNANDES (1999), BERTO & NAKANO (1998; 1999; 2000). São eles:

#### **A Pesquisa teórico - conceitual**

Como relata BERTO & NAKANO (1998; 2000), este procedimento “é produto de reflexões a partir de um fenômeno observado ou relatado pela literatura, compilação de idéias e opiniões de diferentes autores ou ainda simulação e modelagem teórica”. Os autores, visando a classificação dos trabalhos científicos, propuseram que as observações de campo não estruturadas, as que segundo os mesmos são realizadas sem instrumentos formais de coletas de dados, também sejam classificadas como teórico-conceituais. Ainda

de acordo com estes autores, discussões conceituais a partir da literatura e revisões bibliográficas são pesquisas que se encaixam neste grupo. Portanto toda a revisão bibliográfica que consta nesta tese é uma pesquisa deste tipo.

### **A Pesquisa experimental**

Este tipo de pesquisa, como descrito por CRESWELL (1994), tem por finalidade verificar as relações de causa e efeito, de forma que o pesquisador possa manipular as variáveis independentes, verificando as alterações ocorridas no resultados decorrentes destas manipulações. De acordo com BRYMAN(1989) este procedimento de pesquisa é mais indicado para abordagens quantitativas. A pesquisa experimental é geralmente relacionada com experimentos controlados em laboratório e também modelagens matemáticas e simulações computacionais. Este procedimento não é utilizado nesta tese.

### **A Pesquisa de avaliação (survey)**

A pesquisa de avaliação (também conhecida como *survey*), consiste de questionários ou entrevistas estruturadas, com o objetivo de examinar padrões e relacionamentos entre as variáveis (BRYMAN (1989)). Neste método, não existe a intervenção do pesquisador no experimento. Além disso, este método lança mão de questionários e entrevistas de forma objetiva e bem estruturada. Os dados conseguidos por este método devem ser passíveis de análise estatística. De acordo com CRESWELL (1994) a pesquisa de avaliação “visa proporcionar uma descrição numérica de alguma forma, sendo portanto relacionado às abordagens quantitativas”. Nesta tese não é utilizado este procedimento de pesquisa.

### **A Pesquisa-ação**

De acordo com WETBROOK (1995) a diferença entre a pesquisa ação e o estudo de caso é que na pesquisa ação, o pesquisador é parte integrante do objeto estudado. Segundo THIOLENT (1997), a pesquisa ação se caracteriza por seu caráter participativo, uma vez que possibilita a integração entre os participantes da pesquisa e os próprios investigados. Ainda de acordo com este autor, a pesquisa-ação não se restringe a descrever situações, se encarregando também de criar acontecimentos, que venham propiciar mudanças no sistema considerado. Nesta tese não utilizamos este procedimento de pesquisa.

## **O Estudo de Caso**

Nas palavras de YIN (1994) “estudo de caso é uma forma de pesquisa empírica, que visa investigar fenômenos contemporâneos, considerando o contexto real do fenômeno estudado, geralmente quando as fronteiras entre o contexto e o fenômeno não estão bem definidas.”

BRYMAN (1989) relata o fato deste procedimento de pesquisa geralmente envolver o exame de um pequeno número de casos, não tendo por objetivo a generalização estatística, mas sim, criar relações e entendimento sobre um fenômeno estudado. Para GODOY (1995) o estudo de caso se caracteriza como um tipo de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa profundamente. Ainda de acordo com este autor, o estudo de caso tem se tornado a estratégia preferida quando os pesquisadores procuram responder às questões “como” e “por quê” certos fenômenos ocorrem.

Ainda de acordo com YIN (1994), estudo de caso é uma estratégia de pesquisa completa e não apenas uma técnica não estruturada de coletar e analisar dados. Este método de pesquisa é aplicável principalmente quando o pesquisador não pode manipular as características relevantes do objeto de estudo, sendo usado também em situações onde existem mais variáveis de interesse do que dados disponíveis sobre o assunto.

Quanto à abordagem, GODOY (1995) coloca o estudo de caso dentro da abordagem qualitativa.

YIN (1994) apresenta uma explicação de como os estudos de caso podem ser feitos. Primeiramente é necessário definir-se claramente o problema a ser pesquisado, deixando claro que o uso de estudo de casos é a estratégia adequada para resolver o problema em questão. Depois deverá ser desenhada a estrutura da coleta de dados e a apresentação das perguntas principais, decidindo-se por um único ou por múltiplos casos. Deverá ser decidido também se o estudo de caso será de natureza global, abrangendo todos os elementos do caso como um todo, ou de natureza encaixada, abrangendo vários níveis dentro do caso. É imprescindível a preparação de um protocolo relacionando as atividades a serem realizadas e os procedimentos a serem seguidos. Deverão também ser determinados os instrumentos para a coleta de dados, os quais normalmente são documentos de arquivos, entrevistas, participação, experiências, dentre outras. As análises devem ser feitas principalmente por analogias, contendo comparações com teorias, modelos e outros casos. Como cita GODOY (1995): “em um estudo de caso a análise deve estar sempre presente durante os vários estágios da pesquisa, através do confronto dos dados com as questões e objetivos do trabalho”. As conclusões deverão ser específicas, com possíveis inferências

(não estatísticas) e explicações permitindo que as generalizações sejam usadas como base para novas teorias e modelos. Não se deve esquecer que as limitações gerais inerentes ao modelo e as específicas que aparecem em cada modelo, deverão ser mostradas claramente.

Para EISENHARDT (1989), os estudos de caso podem ser usados para cumprir diversos objetivos:

- i) fornecer descrição sobre um tema;
- ii) testar a teoria (PINFIELD, 1986; ANDERSON, 1983);
- iii) gerar teoria (GERSICK, 1988; HARRIS & SUTTON, 1986).

Em nossa tese, podemos dividir os estudos de caso propostos de acordo com os objetivos acima. Mostramos esta divisão na tabela 1.2.

Tabela 1.2: Relação entre os estudos de caso propostos nesta tese e os seus respectivos objetivos

<b>Estudos de caso</b>	<b>Objetivos relacionados</b>
Estudos de caso sobre a manufatura em massa na indústria de calçados (capítulo 4)	i), iii)
Estudo de múltiplos casos para identificação do PEGEM que as empresas utilizam (capítulo 8)	i) e ii)
Estudo de múltiplos casos para a determinação do PEGEM ideal para empresas (capítulo 9)	i) e ii)

Um ponto extremamente importante em uma pesquisa científica é que o pesquisador esteja consciente das fraquezas e limitações do método de pesquisa que este está utilizando. YIN (1994) cita três limitações e fraquezas associados ao estudo de caso:

- falta de rigor do método, o que muitas vezes pode levar o investigador a ser descuidado na pesquisa, permitindo que evidências falsas ou visões tendenciosas influenciem a direção do estudo e das conclusões;
- fornece pouca base para a generalização, ou seja, consegue captar detalhes e ir fundo em um caso específico, o que denota um ponto forte deste método, mas ao mesmo tempo, a possibilidade de generalização é pequena;
- é um método que toma bastante tempo e resulta em uma quantidade grande de documentos

No caso específico de nossa tese, achamos que é de extrema importância já conhecer antecipadamente estes pontos fracos do estudo de caso, principalmente para que possamos nos prevenir contra eles.

Tratando mais especificamente do estudo de múltiplos casos, que são utilizados neste trabalho, uma observação é válida: como sugere YIN (1994), apresentamos no final dos capítulos que envolvem estudos de múltiplos casos (3 ou mais) uma seção destinada a



comparação entre os casos. Isto é feito nos capítulos 8 e 9 da tese. No capítulo 9 também trazemos uma seção que traz comparações entre os casos vistos no capítulo 8 e 9, ou seja, comparações entre o PEGEM utilizado por uma empresa e o PEGEM ideal que ela deveria utilizar.

Após definirmos, verificarmos os objetivos e limitações dos procedimentos de pesquisa utilizados nesta tese, já estamos em condições de discutir como foram escolhidos os casos relatados neste trabalho. Como já salientamos anteriormente os estudos de caso são realizados na indústria de calçados. Todos os estudos de caso tratados nesta tese foram escolhidos de acordo com o potencial que cada caso tem em trazer contribuições para o trabalho. No caso do capítulo 4 escolhemos uma empresa com mais de 250 funcionários a qual pode ser classificada como Manufatura em Massa Atual. Já nos capítulos 8 e 9 foram escolhidas empresas (na medida do possível também procuramos empresas com mais de 250 funcionários, somente um caso não tem esta característica) as quais acreditávamos utilizar cada um dos cinco PEGEMs tratados nesta tese. Além disso também buscamos empresas dentro destas características em quatro diferentes e importantes pólos calçadistas brasileiros: Birigui (São Paulo), Franca (São Paulo), Vale dos Sinos (é o maior *cluster* de calçados do mundo, localizado no Rio Grande do Sul) e Campina Grande (Paraíba)

A metodologia usada para se conseguir informações iniciais sobre estas empresas, visando a escolha dos casos de acordo com as características citadas, foi buscar informações com especialistas da área de calçados, dentre eles o próprio orientador desta tese, além, de informações no site da ABICALÇADOS (Associação Brasileira das Indústrias de Calçados), uma associação que representa a indústria calçadista brasileira ([www.abicalçados.com.br](http://www.abicalçados.com.br)).

Todas estas características mostradas na escolha dos casos mostrados caracteriza uma amostragem do tipo proposital, a qual Patton (1990) *apud* PACHECO (1999) define como um método de amostragem no qual o propósito é selecionar casos ricos em informações para estudos em profundidade. Já BAILEY (1994) define amostragem proposital como sendo um tipo de amostragem não probabilística na qual o pesquisador, baseado em um julgamento prévio do que os entrevistados irão responder, escolhe os casos que melhor se encaixam nos propósitos do estudo em questão. Ainda de acordo com este autor, a desvantagem da utilização deste tipo de amostragem é a falta de representatividade da amostra, o que leva a uma perda da capacidade de generalização. Em nosso trabalho especificamente não visamos generalizações quando aplicamos os estudos de caso, uma vez que:

- i) no capítulo 4 desejamos mostrar que a Manufatura em Massa Atual ainda existe na indústria de calçados;
- ii) nos capítulos 8 e 9 ilustramos e validamos as metodologias propostas, mostrando que existem na indústria de calçados pelo menos quatro dos cinco PEGEMs tratados nesta tese.

A coleta de dados nos estudos de caso realizados nesta tese foi feita por meio de duas fontes principais:

- a) utilização de questionários => os questionários, os quais constam no apêndice 1, foram aplicados pelo próprio pesquisador, uma vez que a explicação de termos e conceitos utilizados no trabalho foi imprescindível.
- b) observação direta de aspectos relevantes

As pessoas entrevistadas nas empresas foram, em sua totalidade, funcionários de alto escalão (no mínimo nível gerencial). Esta foi uma condição importante para o sucesso dos estudos de caso, uma vez que era necessário que o entrevistado tivesse uma visão abrangente da organização.

### **1.3.5 A geração de conhecimento**

Nesta seção trazemos algumas considerações importantes sobre a geração de conhecimento, uma vez que nesta tese são propostos vários modelos os quais esperamos que, num futuro próximo, após algumas etapas de validação, tenham o potencial para serem consideradas contribuições teóricas fortes ao campo da Gestão da Produção. Para isso identificamos na literatura três fatores chave que os pesquisadores devem ter em mente se desejam que suas propostas teóricas se tornem verdadeiras contribuições científicas. São elas:

- i) o conhecimento dos principais problemas normalmente encontrados nas teorias existentes;
- ii) as características que uma teoria forte (que realmente agrega valor) deve ter;
- iii) a noção clara do que não constitui, por si só, teoria.

Com relação aos problemas normalmente encontrados no desenvolvimento de novos conhecimentos, CALDAS (2003) defende que o desenvolvimento da teoria em todas as áreas da Administração (e aí está incluída a Gestão da Produção), em maior ou menor grau, apresentam problemas de qualidade, pela falta de consistência teórica e metodológica, pela falta de originalidade e contribuição científica duradoura, pela carência de reflexão sobre a

aplicabilidade dos conceitos e pela falta de teorias construídas para a realidade brasileira. Em nossas propostas teóricas construídas ao longo desta tese procuramos minimizar estes problemas, uma vez que todos os modelos elaborados apresentam consistência teórica e metodológica, são originais, inéditos e espera-se que adequados o suficiente para se tornarem duradouros. Além disso em todos os modelos: i) teve-se a preocupação de se pensar em sua aplicação prática em trabalhos futuros e ii) os modelos foram pensados dentro de uma ótica brasileira (muitos destes modelos foram ilustrados e validados em uma importante indústria nacional: a indústria de calçados).

Referente às características de uma teoria forte, WHETTEN (2003) destaca quatro elementos essenciais que uma teoria completa deve ter. São eles:

- o “o quê”: está relacionado a quais fatores devem ser considerados na geração da teoria;
- o “como”: uma teoria forte deve estabelecer qual a relação causal existente entre os fatores envolvidos. Operacionalmente envolve usar setas para conectar as caixas (“o quês”);
- o “por quê”: envolve a descrição de quais as justificativas da seleção dos fatores e das relações de causalidade propostas;
- “quem”, “onde” e “quando”: estas condições colocam limitações nas proposições geradas, delimitando as fronteiras para generalizações.

A estas quatro características acrescentamos algumas considerações de SUTTON & STAW (2003) sobre o que constitui uma teoria forte. Para estes autores uma teoria forte: i) é uma resposta às indagações de por quês; ii) enfatiza as relações causais identificando a ordem e o ritmo dos eventos; iii) identifica as razões de ocorrência ou não dos fenômenos e iv) deve estar amarrada a um conjunto de argumentos convincentes e logicamente interconectados.

As propostas desta tese possuem os quatro elementos essenciais de WHETTEN (2003) e atendem plenamente as características de SUTTON & STAW (2003).

O terceiro elemento chave para se ter uma geração de conhecimento consistente é se conhecer o que por si só não constitui teoria. De acordo com SUTTON & STAW (2003) somente referências, dados, variáveis, diagramas e hipóteses não constituem teoria por si só. É preciso basicamente que sejam cumpridos os elementos acima para que estes elementos se transformem em uma real contribuição teórica. Os modelos desenvolvidos ao longo desta tese, apesar de utilizar bastante diagramas, referências e variáveis, se preocupa

principalmente com o “como”, o “porquê”, enfatizando bastante as relações causais, devidamente amarradas a um conjunto de argumentos convincentes e lógicos. Diante disso concluímos que estes modelos tem potencial para se tornarem fortes e inovadoras gerações de conhecimento para a área de Gestão da Produção.

Ao longo desta seção, verificamos que os estudos de caso desta tese são realizados na indústria de calçados. Portanto na próxima seção apresentamos uma visão geral da indústria de calçados, para então podermos explicar as razões para focarmos a indústria calçadista nesta tese.

## **1.4 A indústria de calçados e as razões de sua escolha para os estudos de caso realizados no trabalho**

### **1.4.1 O cenário da indústria de calçados mundial**

De acordo com um relatório do banco BNDES, apresentado por ANDRADE & CORREA (2001), na década de 90 a produção mundial de calçados cresceu 10 %. Alguns países contribuíram bastante para este crescimento, com destaque para China, Índia e México. Com relação à América Latina, a produção ficou estagnada, sendo que especificamente no Brasil houve uma queda de 1,7 % na produção na década de 90.

De acordo com a ABICALÇADOS cerca de 70 países importam calçados do Brasil, gerando divisas na ordem de US\$ 1,5 bilhão. O principal importador é o mercado norte-americano, seguido pela Argentina, Reino Unido e Canadá.

### **1.4.2 O cenário da indústria de calçados brasileira**

O processo de desenvolvimento econômico da indústria de calçados brasileira se iniciou no Vale dos Sinos, no Rio Grande do Sul, com imigrantes alemães, em junho de 1824. Em 1888 surgiu nesta região a primeira fábrica de calçados brasileira. Atualmente existem no Brasil cerca de 6.000 indústrias que fabricam em torno de 640 milhões de pares por ano. Deste volume, 205 milhões (32%) foram exportados em 2002. Aproximadamente 240.000 pessoas trabalham diretamente na indústria de calçados brasileira (ABICALÇADOS).

A produção brasileira de calçados é realizada em 14 estados, porém a maior concentração de empresas produtoras é em 7 estados: Rio Grande do Sul, Santa Catarina,

São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Paraíba e Ceará. Dentro destes estados estão os 15 principais pólos calçadistas brasileiros, dos quais o maior é o pólo do Vale dos Sinos, localizado no Rio Grande do Sul, considerado o maior cluster de calçados do mundo. A tabela 1.3 mostra alguns dados da produção brasileira de calçados, bem como a distribuição dos pólos produtores em cada um destes estados. Estes dados são relativos ao ano de 2002 e foram fornecidos pela ABICALÇADOS.

Tabela 1.3: Alguns dados e os principais pólos produtores de calçados divididos por estados brasileiros  
Fonte: ABICALÇADOS

Estado	Número de Empresas (% em relação ao total brasileiro)	Número de trabalhadores (% em relação ao total brasileiro)	Exportações em milhões de US\$ (% em relação ao total no Brasil)	Pólos Produtores
Rio Grande do Sul	2.838 (37,5)	130.418 (49,8)	1.165 (80,4)	Vale dos Sinos
Santa Catarina	285 (3,8)	3.998 (1,5)	7 (0,4)	São João Batista
São Paulo	2.216 (29,3)	46.372 (17,7)	116 (8,0)	Franca, Birigui (*), Jaú
Minas Gerais	1.287 (17,0)	16.974 (6,5)	5 (0,3)	Nova Serrana, Belo Horizonte
Bahia	89 (1,2)	11.835 (4,5)	17 (1,2)	Itapetinga, Jequié, Juazeiro
Paraíba	96 (1,3)	7.260 (2,8)	24 (1,6)	Santa Rita, Campina Grande
Ceará	189 (2,5)	36.755 (14,0)	111 (7,6)	Sobral, Região de Fortaleza, Região de Cariri

(\*) Um perfil sobre o cluster de Birigui é mostrado em LEITE & FERNANDES (2003)

A indústria de calçados brasileira é uma das mais modernas do mundo. As máquinas, equipamentos e matéria-prima são de alta qualidade. Com relação às máquinas estas apresentam um nível de qualidade e desenvolvimento tecnológico bastante avançado, muito perto das italianas, as quais são consideradas as melhores do mundo (SEVEGNANI & SACOMANO, 2003). Ainda de acordo com estes autores, esta qualidade e utilização de avançadas tecnologias melhorou sensivelmente a partir dos anos 90. Corte automatizado (por laser, jato de água ou lâmina oscilante), com memória programável, máquinas computadorizadas inteligentes (possuem câmeras para detectar e costurar com precisão) são exemplos destas modernas tecnologias. Existem atualmente no Brasil 117 empresas que fabricam máquinas e equipamentos para o setor calçadista brasileiro

### 1.4.3 O processo de fabricação básico de calçados

Apesar do número de operações que envolvem a fabricação de um calçado poder chegar a mais de 380 (SILVA, 2002), o processo produtivo de um calçado está dividido

basicamente em 3 processos: corte, pesponto (costura) e montagem. Em alguns casos, após o corte pode haver uma seção de bordado, dependendo dos produtos produzidos. A figura 1.2 ilustra o processo produtivo básico de uma indústria de calçados. Para informações mais detalhadas sobre o processo de fabricação de calçados ver SILVA (2002).

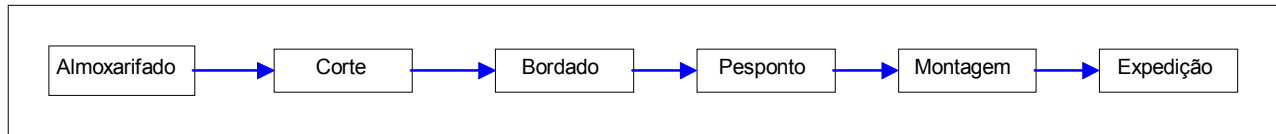


Figura 1.2: O processo básico de fabricação de calçados

#### 1.4.4 Razões para a escolha da indústria de calçados para os estudos de caso desta tese

A decisão de concentrar os estudos de caso na indústria de calçados é justificada por pelo menos os seguintes motivos:

i) o Brasil passa por um momento onde é fundamental aumentar as exportações. De acordo com o ex Presidente da República Fernando Henrique Cardoso é “exportar ou morrer” (frase dita na posse do ministro do desenvolvimento Sérgio Amaral). Esta ênfase na política de exportação continua no governo do atual presidente Luís Inácio Lula da Silva. Para CYMBALISTA (2000), “o aumento de nossas exportações será fundamental no equacionamento da balança de pagamento da dívida externa e na manutenção e criação de postos de trabalho”. Uma área que possui perspectivas promissoras no sentido de contribuir efetivamente em suprir tal necessidade é a indústria de calçados;

ii) outros países estão apostando na modernização do ramo de calçados. Para SIPPER & BULFIN (1997, p. 13): “Muitas indústrias tradicionalmente reconhecidas como *low-tech* estão se tornando crescentemente *high-tech*. Por exemplo, a indústria de calçados está se tornando mais sofisticada com altos investimentos em Pesquisa & Desenvolvimento e em processos de produção automatizados”. Portanto, o Brasil não conseguirá aumentar significativamente as exportações se aqui também as fábricas não se modernizarem em termos de automação e/ou modernos sistemas informatizados de Gestão da Produção. Esta necessidade em se melhorar a qualificação na tomada de decisão na indústria calçadista é mostrada por HARTKOPF & REICHERT (2002). O capital intelectual para isso pode vir de algumas Universidades. Este trabalho pode servir para este fim.

### 1.5 Estrutura do trabalho

Esta tese foi estruturada em 10 capítulos, conforme mostrado a seguir.

No capítulo 1 é feita a apresentação do trabalho, são mostrados os objetivos, a metodologia de pesquisa utilizada e também é apresentada uma breve visão da indústria de calçados brasileira, a qual será utilizada nos estudos de caso para validar algumas propostas.

No capítulo 2 é apresentada uma proposta conceitual que define o termo PEGEM, encontrando pontos comuns nos paradigmas tratados nesta tese. Esta proposta serve para: i) um maior conhecimento e divulgação destes paradigmas; ii) diferenciar estes paradigmas de outros termos encontrados em Gestão da Produção; iii) facilitar análises comparativas e escolhas entre os paradigmas. Ainda neste capítulo é proposto um modelo que relaciona os PEGEMs aos objetivos estratégicos da produção.

No capítulo 3 é proposto um modelo que relaciona os PEGEMs e importantes aspectos do Controle da Produção. Esta capítulo contribui com o preenchimento de uma lacuna importante na literatura de Gestão da Produção que é a falta de integração entre Estratégia de Produção e Controle da Produção.

Os capítulos de 4 a 7 trazem a configuração dos quatro elementos chave de um PEGEM para os cinco paradigmas tratados nesta tese. Apesar deste fator em comum, cada um destes capítulos visa trazer uma contribuição adicional a literatura sobre o paradigma tratado.

No capítulo 4 é desenvolvido um modelo para caracterizar a Manufatura em Massa Atual baseado em indícios de sua utilização na indústria de calçados. São também verificadas algumas diferenças entre esta Manufatura em Massa Atual e a Manufatura em Massa Fordista.

No capítulo 5 os quatro elementos chave da Manufatura Enxuta são propostos à luz de uma revisão bibliográfica completa sobre o tema.

No capítulo 6 é proposta uma metodologia clara e consistente para se atingir a Manufatura “Responsiva” (MR). Foi escolhida a MR para a proposição de uma metodologia devido aos seguintes fatores: i) dentre os cinco PEGEMs tratados nesta tese, a MR é a menos divulgada na literatura, inexistindo uma proposta para se atingir a MR; ii) existência de uma certa confusão na literatura envolvendo a MR e outros paradigmas como a Manufatura Enxuta e a Manufatura Ágil; iii) a MR é o paradigma que foca a responsividade, objetivo que se relaciona mais fortemente às atividades de Planejamento e Controle da Produção, uma das áreas de pesquisa chave desta tese.

No capítulo 7 é apresentada, a partir de uma revisão bibliográfica completa, uma metodologia que diferencia a Manufatura Ágil da Customização em Massa. Esta diferenciação pretende contribuir para resolver uma confusão existente na literatura a

respeito destes dois paradigmas: enquanto alguns autores entendem a Manufatura Ágil como uma simples ferramenta para a Customização em Massa, outros entendem exatamente o oposto (ou seja, a Customização em Massa como apenas uma ferramenta para se atingir a Manufatura Ágil).

No capítulo 8 é proposta uma metodologia para identificação na prática dos PEGEMs tratados nesta tese. Ainda neste capítulo a metodologia é ilustrada e validada em um estudo de múltiplos casos na indústria de calçados.

No capítulo 9 é proposta uma metodologia para escolha do PEGEM adequado para uma empresa coerente com o mercado e com os objetivos estratégicos desta empresa. Esta metodologia é ilustrada e validada em um estudo de múltiplos casos na indústria de calçados.

No capítulo 10 são tecidas as conclusões do trabalho. Neste capítulo são avaliados os objetivos, são analisadas as contribuições do trabalho e propostas pesquisas futuras.

Analisando a presente estrutura do trabalho pode-se verificar que esta não segue inteiramente a estrutura “clássica” de trabalhos de doutorado, pois:

- a) apresenta algumas propostas (modelo de relacionamento entre os PEGEMs e os objetivos estratégicos da produção e entre os PEGEMs e o Controle da Produção) logo no início do trabalho (capítulos 2 e 3) antes de apresentar a fundo a revisão da literatura sobre cada um dos PEGEMs (capítulos de 4 a 7);
- b) aloca estudos de caso em diversos capítulos (4, 8 e 9).

As razões para esta estruturação residem nos seguintes fatos:

Com relação ao item a) citado, temos que os capítulos de 4 a 7 não se limitam a apresentar uma revisão bibliográfica sobre os PEGEMs tratados; eles também apresentam algumas contribuições ao estudo destes PEGEMs. Por exemplo no capítulo 6 é proposta uma metodologia para se alcançar a Manufatura Responsiva e no capítulo 7 é apresentado um modelo que contém semelhanças e diferenças entre a Manufatura Ágil e a Customização em Massa. Estas propostas se utilizam dos modelos de relacionamento entre os PEGEMs e os objetivos estratégicos e entre os PEGEMs e o Controle da Produção. Portanto estes dois modelos de relacionamento, no início da tese, servem de base para outras contribuições mostradas nos capítulos seguintes.

Diante do explicitado acima, podemos dizer que estruturamos a tese de acordo com uma visão sistêmica (do todo para a partes), apresentando logo no capítulo 2 uma visão geral dos cinco PEGEMs tratados na tese para podermos então propor os modelos de



relacionamento entre os PEGEMs e os objetivos estratégicos e entre os PEGEMs e o Controle da Produção. Estes modelos formam um referencial necessário aos capítulos seguintes da tese, os quais não são compostos apenas por simples revisões bibliográficas.

Já com relação ao item b) citado temos que alocamos os estudos de caso de acordo com a teoria que estes pretendem mostrar/validar. No capítulo 4 o estudo de caso é utilizado para mostrar a Manufatura em Massa nos dias atuais na indústria de calçados. No capítulo 8 os estudos de múltiplos casos servem para validar a metodologia para identificação dos PEGEMs, além de mostrar evidências da utilização da maioria dos PEGEMs na indústria de calçados. Já no capítulo 9 os estudos de múltiplos casos servem para validar a metodologia para escolha do PEGEM mais adequado.

A estrutura da tese, ilustrando todas as considerações feitas, é mostrada na figura 1.3.

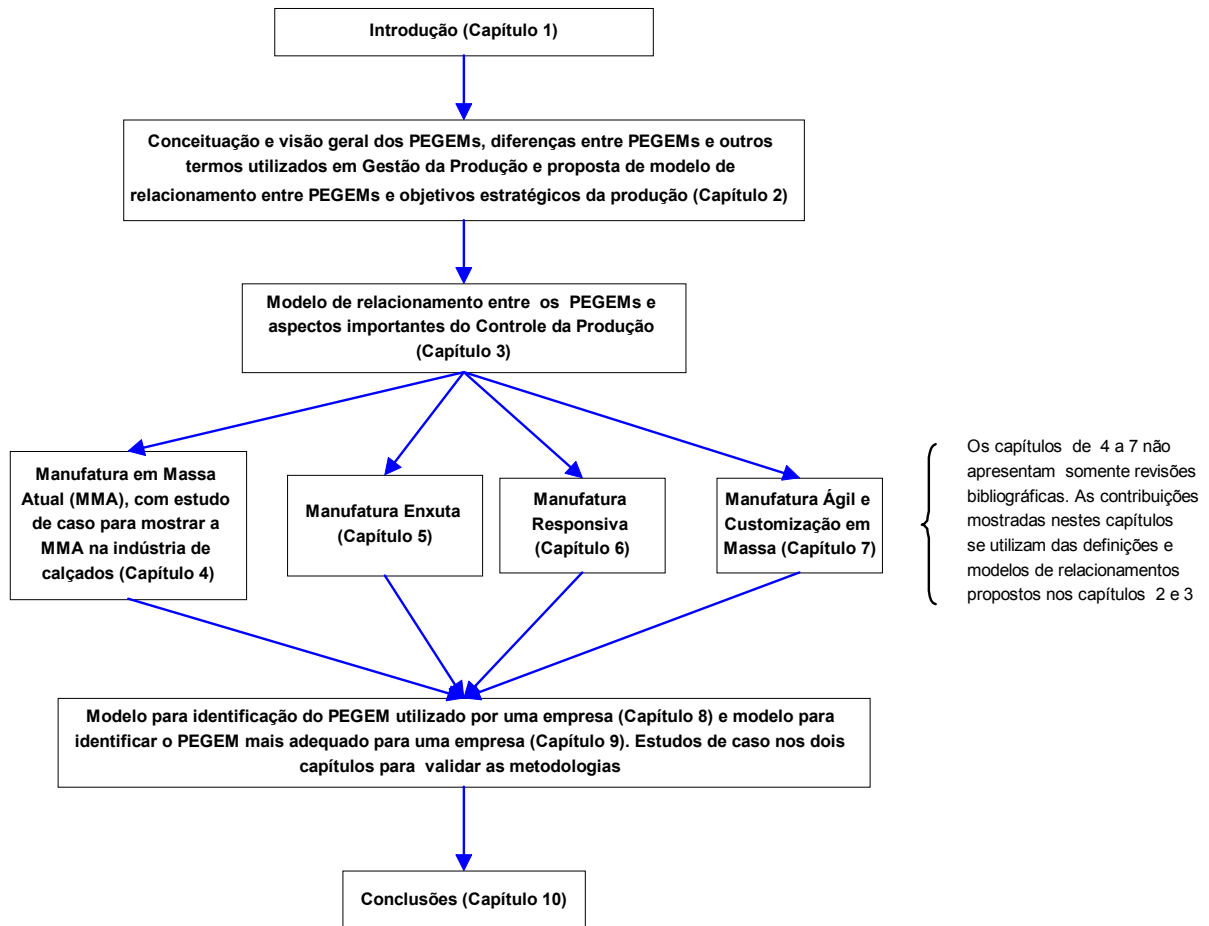


Figura 1.3: A estrutura da tese

---

## **Capítulo 2: Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura (PEGEMs): evolução, análise e proposta de modelo de relacionamento**

---

### **2.1 Introdução**

Dentro da moderna literatura de Gestão da Produção muitos são os paradigmas que se apresentam no intuito de ajudar as empresas na difícil tarefa de se manterem competitivas no mundo atual globalizado (GUNASEKARAN, 1999). Alguns exemplos são: Manufatura Enxuta, Manufatura Responsiva, Manufatura Ágil, *World Class Manufacturing*, Customização em Massa, dentre outros conceitos. Além disso, outros termos, tais como MRP, JIT, manufatura repetitiva são muitas vezes confundidos com estes paradigmas de manufatura, sendo muitas vezes conceituados de maneira diferente por diversos autores. Dentro deste contexto, o entendimento das diferenças e semelhanças entre estes paradigmas fica extremamente complicado, dificultando assim a aplicabilidade destes conceitos.

O presente capítulo tem como objetivo exatamente apresentar estes principais paradigmas hoje existentes dentro da Gestão de Produção, tratando-os de uma forma integrada e comparativa. Para isso um novo termo é proposto neste trabalho: Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura (PEGEM). Este novo termo vêm tratar de maneira conjunta e integrada os novos paradigmas dentro da moderna literatura de gestão da produção através da criação de uma conceituação e de elementos-chave (direcionadores, objetivos de desempenho, princípios e capacitadores) comuns a todos estes paradigmas. A partir desta nova conceituação pode-se diferenciar os paradigmas da manufatura de outros termos comumente encontrados na literatura, além de também permitir uma comparação entre os próprios paradigmas (à luz de seus elementos chave), facilitando assim o estudo e a aplicabilidade dos mesmos. Referente aos objetivos de desempenho, conseguiu-se propor um modelo de relacionamento entre os PEGEMs e os objetivos de desempenho. Este modelo pretende ser mais abrangente do que os outros dois modelos encontrados na literatura (BOOTH, 1996; FERNANDES & MACCARTHY, 1999).

A estrutura do capítulo é a seguinte: a seção 2.2 padroniza alguns conceitos importantes em Gestão da Produção a fim de discutir, na seção seguinte, diferenças entre

estes conceitos e o conceito de PEGEM; na seção 2.3 é apresentada a evolução histórica e a conceituação dos PEGEMs, bem como a diferenciação entre este termo e os conceitos apresentados na seção 2.2; na seção 2.4 são apresentados os quatro elementos-chave de um PEGEM: os direcionadores, os objetivos de desempenho da produção, os princípios e as ferramentas; nesta seção ainda são mostradas comparações entre os mais importantes PEGEMs no tocante a este elementos-chave; na seção 2.5 é proposto o modelo de relacionamento entre os PEGEMs e os objetivos de desempenho da produção; na seção 2.6 são tecidas algumas considerações finais.

## **2.2 Padronização de alguns conceitos importantes em Gestão da Produção**

O objetivo desta seção é apresentar diversos conceitos importantes na Gestão da Produção, a fim de facilitar a criação e diferenciação do conceito que estamos denominando Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura (PEGEM). A presente seção servirá, dentre outros objetivos, como base para uma análise das diferenças entre este novo conceito e importantes termos utilizados na Gestão da Produção atualmente, uma vez que os paradigmas que denominamos PEGEMs são muitas vezes utilizados por diversos autores com diferentes conotações.

O primeiro conceito de extrema importância que discutiremos é Sistema de Produção Industrial, o qual pode ser definido, de acordo com MACCARTHY & FERNANDES (2000), como sendo um conjunto de elementos (humanos, físicos e procedimentos gerenciais) inter-relacionados que são projetados para gerar produtos finais, cujo valor comercial supere o total dos custos incorridos para obtê-los. SIPPER & BULFIN (1997) definem sistema de produção como sendo tudo aquilo que transforma *inputs* em *outputs*, com valor inerente.

Uma vez definido o significado de sistema de produção, vamos passar a discutir algumas classificações encontradas para os sistemas de produção. Para os objetivos de nosso trabalho, abordamos somente duas classificações que entendemos serem muito importantes (para uma revisão completa sobre classificações dos sistemas de produção ver MACCARTHY & FERNANDES, 2000). A primeira delas classifica os sistemas de produção em função do tipo de *output* obtido (produto discreto ou contínuo) e do tipo de fluxo de produção (único, em lotes e em fluxo). Esta classificação é utilizada por diversos autores para se determinar os chamados tipos de manufatura (DE TONI & PANIZZOLO, 1992), ou ainda tipos de processo de produção (SLACK *et al*, 1997) ou ainda tipos de

sistemas de produção (MOREIRA, 2001). A tabela 2.1 se baseia nestes trabalhos e resume esta classificação.

Tabela 2.1: Matriz de classificação e posicionamento dos tipos de manufatura em função do *output* e do fluxo de produção

	Produção de itens discretos	Produção contínua (indústria de processos)
Sistema de Produção de um item único (grandes projetos)	manufatura individual	manufatura única
Sistema de Produção em lote (job shop)	manufatura intermitente	manufatura descontínua
Sistema de Produção em fluxo	manufatura repetitiva ou em massa	manufatura contínua

A seguir definimos as três classes de sistemas de produção de acordo com o fluxo, bem como cada um dos tipos de manufatura.

- sistemas de produção em fluxo: também chamados fluxos em linha, apresentam uma seqüência linear para se produzir o produto; os produtos são bastante padronizados e fluem de um posto para o outro em uma seqüência prevista; quando o tipo de produto processado é discreto o sistema de produção passa a ser denominado manufatura em massa ou manufatura repetitiva; quando o tipo de produto processado é contínuo, como no caso das indústrias de processo (indústria química, de papel, etc.), a manufatura é dita contínua;
- sistema de produção em lote: para o caso de itens discretos a produção é feita em lotes; no término do lote de um produto, outros produtos tomam o seu lugar nas máquinas, caracterizando assim a chamada manufatura intermitente. O dicionário APICS (1987) define manufatura intermitente como: “uma forma de organização da manufatura na qual os recursos produtivos são arranjados por função e os trabalhos passam por entre os departamentos funcionais em lotes e cada lote tendo roteiros diferentes”. No caso da produção contínua temos a chamada manufatura descontínua a qual é caracterizada pela produção em lotes de itens contínuos;
- sistema de produção de um item único: também chamado de manufatura de grandes projetos, diferencia-se bastante dos anteriores na medida em que cada projeto é um produto único. Neste caso tem-se uma seqüência de tarefas ao longo do tempo, geralmente de longa duração. Alguns autores dividem este tipo de manufatura em manufatura individual e manufatura única conforme o *output* for um item discreto e contínuo.

A segunda classificação dos sistemas de produção que achamos de extrema valia é a classificação multidimensional de MACCARTHY & FERNANDES (2000), a qual classifica os sistemas de produção de acordo com 12 variáveis (tamanho da empresa, nível de automação, nível de repetitividade, tipos de layout, dentre outros), objetivando a escolha do sistema de planejamento e controle da produção ideal. Dentre estas doze variáveis a mais importante e aquela que focaremos é o nível de repetitividade. O termo repetitividade na literatura costuma ser associado com o volume de produção dos itens: quanto maior o volume de produção, mais repetitivo é o sistema de produção. Entretanto, para MACCARTHY & FERNANDES (2000), a repetitividade é uma função de mais variáveis do que apenas o volume de produção, pois por exemplo, num lugar onde o volume é pequeno, os tempos são enormes, produz-se um produto a cada mês e esse é o único produto produzido, claramente o processo é considerado repetitivo, apesar do volume ser pequeno. Portanto, estes autores definem repetitividade também em função do tempo de trabalho total disponível. Desse modo, um item é repetitivo se ele consome uma porcentagem significativa do tempo total disponível da unidade produtiva (pelo menos 5%). Um sistema de produção é definido como sendo repetitivo se apresentar pelo menos 75% dos itens de produção repetitivos. Define-se como sistema de produção não repetitivo quando pelo menos 75% dos itens são não repetitivos. Já um sistema de produção semi - repetitivo é aquele com pelo menos 25% dos itens repetitivos e pelo menos 25% não repetitivos. Indubitavelmente esses pontos de corte são arbitrários, porém eles refletem a experiência dos autores nos sistemas de produção reais. Usando essa definição, os autores classificam os sistemas de produção de acordo com a repetitividade em sete categorias, mostradas a seguir:

- sistema contínuo puro: por exemplo uma refinaria de petróleo;
- sistema semi - contínuo: cada unidade de processo é contínuo puro, e há combinações das rotas entre os diferentes processos;
- sistema de produção em massa: quase todos os itens são repetitivos; também para HALL (1981) a produção em massa é um caso particular (volume bem maior e variedade bem menor) da produção repetitiva;
- sistema de produção repetitivo: se pelo menos 75% dos itens são repetitivos,
- sistema de produção semi- repetitivo: é considerado assim se possuir um número considerável de itens repetitivos e não repetitivos (pelo menos 25% de itens repetitivos e 25% de itens não repetitivos);

- sistema de produção não repetitivo: A maioria dos itens são não repetitivos (pelo menos 75%);
- sistema de produção de grandes projetos: produção de itens individuais, totalmente não repetitivo.

No capítulo 3 propomos uma definição que acreditamos ser mais fácil e realista para a repetitividade, uma vez que esta variável é extremamente importante nesta tese.

Tendo apresentado os conceitos principais a respeito dos sistemas de produção, vamos agora passar a definir um outro termo muito utilizado em Gestão da Produção: Sistemas de Administração da Produção. Alguns autores, tais como MACCARTHY & FERNANDES (2000); MILTENBURG (1997); dentre outros utilizam a nomenclatura Sistemas de Planejamento e Controle da Produção e outros, como FERNANDES (2003b) utilizam a nomenclatura Sistemas de Coordenação de Ordens de Produção e Compra (SICOPROC). Esta última nomenclatura é a que utilizamos nesta tese.

Para CORREA & GIANESI (1996) os Sistemas de Administração da Produção são “ sistemas que provêm informações que suportam o gerenciamento eficaz do fluxo de materiais, da utilização da mão de obra e dos equipamentos, a coordenação das atividades internas com as atividades dos fornecedores e distribuidores e a comunicação com os clientes no que se refere às suas necessidades operacionais”. Ainda de acordo com estes autores os Sistemas de Administração da Produção são o “...coração dos processos produtivos...”, tendo por objetivo básico planejar e controlar o processo de manufatura em todos os seus níveis, incluindo materiais equipamentos, pessoas, fornecedores e distribuidores. Dentre os vários Sistemas de Administração da Produção existentes destacam-se o MRP II, o Just in Time e o OPT. A nomenclatura Sistema de Administração da Produção é muitas vezes substituída pela nomenclatura Sistemas de Planejamento e Controle da Produção, conforme o fazem diversos autores. Já definidos alguns termos preliminares, já estamos em condição de estudar o objeto principal deste capítulo, os PEGEMs.

## **2.3 Os Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura (PEGEMs)**

### **2.3.1 A evolução histórica dos paradigmas da manufatura**

Para definirmos melhor este termo e então poder diferenciá-lo dos demais conceitos até aqui apresentados vamos nos reportar um pouco à história da manufatura.

As funções básicas da manufatura são relativamente constantes: geração do conceito, projeto, produção e montagem. Sua origem vem do artesão, o qual era responsável por todas as tarefas básicas mencionadas acima. Esta era a época da chamada manufatura artesanal, a qual para WOMACK, *et al* (1992) era caracterizada por: força de trabalho altamente qualificada em projeto, operação de máquinas, ajuste e acabamento; organizações extremamente descentralizadas, ainda que concentradas numa só cidade; emprego de máquinas de uso geral e volume de produção baixíssimo.

Esta manufatura artesanal foi superada por Henry Ford, com a chamada Manufatura em Massa. Este novo paradigma surgiu no início do século XX e tinha algumas características bastante diferenciadas em relação à manufatura artesanal: alta divisão do trabalho, alto grau de repetitividade; competição baseada na produção de baixo custo, explorando economias de escala. A esta primeira fase na Manufatura em Massa denominamos Manufatura em Massa Precedente (MMP). Mostramos no capítulo 4 que a Manufatura em Massa ainda é utilizada e pode ser fonte de vantagens competitivas. Porém, nos dias atuais este paradigma apresenta algumas diferenças em relação à MMP. A esta recente Manufatura em Massa denominamos Manufatura em Massa Atual (MMA).

Para fazer frente à Manufatura em Massa, a indústria automobilística japonesa, mais precisamente a Toyota, desenvolveu, na década de 1950, o chamado Sistema Toyota de Produção, popularizado no ocidente com o nome de Produção ou Manufatura Enxuta (ME). Este novo paradigma apresenta algumas diferenças em relação aos paradigmas anteriores: ênfase na melhoria contínua das operações, eliminação de desperdícios e retrabalhos, diminuição do *set up* das máquinas com o intuito de redução do tamanho do lote de produção e conseqüente aumento na variedade de produtos oferecidos aos clientes.

Utilizando a ME, a indústria japonesa conseguiu, a partir da década de 1960, um grande crescimento na participação no mercado automotivo mundial (posteriormente também de outros produtos), acirrando a competição em nível mundial. Para BUFFA (1984) as empresas japonesas tiveram sucesso principalmente por causa da alta qualidade e baixos custos que estes atingiram através da utilização da manufatura como fonte de vantagem competitiva. Desta forma, a indústria americana perdeu bastante espaço frente aos produtos japoneses. Nas palavras de HAYES & WHEELWRIGHT (1984): “.. no início dos anos 70, as empresas americanas cederam lugar a empresas que competiam em dimensões como produtos sem defeitos, inovações nos processos e pontualidade de entrega. Elas perderam o primeiro lugar tanto no mercado mundial quanto em seu mercado interno.” Na tentativa de recuperar este espaço perdido no mercado mundial, surgiu um novo paradigma da

manufatura; a chamada produção focada ou fábrica focada. Esta nova abordagem surgiu com SKINNER (1974) e pregava que uma empresa deve se focar em alguns objetivos específicos e então configurar suas decisões de acordo com estes objetivos. Em suas próprias palavras: “... se uma fábrica se concentrar numa combinação de produtos estreita para um nicho de mercado particular, terá um desempenho superior a uma empresa convencional que tenta uma missão mais ampla”. Muitas empresas americanas adotaram esta nova abordagem (BOOTH, 1996).

Uma outra evolução na manufatura foi efetuada por HAYES & WHEEWRIGHT (1984), os quais desenvolveram o conceito da *World Class Manufacturing*, ou Manufatura de Classe Mundial. Para FLYNN *et al* (1999), este novo paradigma foi construído baseado em uma profunda análise das práticas implementadas por empresas japonesas e alemãs, bem como empresas norte americanas, as quais apresentavam performance notável em suas indústrias. Daí vem o termo Manufatura de Classe Mundial. HAYES & WHEEWRIGHT (1984) em seu estudo encontraram muitos pontos em comum entre estas empresas de sucesso e resumiram estes pontos em seis princípios: melhoria na capacidade e nas competências da força de trabalho; competência técnica e gerencial; competição através da qualidade; participação (envolvimento) da força de trabalho; desenvolvimento de máquinas únicas (difíceis de serem copiadas) com ênfase na manutenção; melhoria contínua incremental. Outros autores, mais recentemente, desenvolveram suas próprias definições sobre Manufatura de Classe Mundial, muitas delas construídas sobre novas práticas gerenciais tais como a Gestão da Qualidade Total (TQM) e o Just in Time (JIT). Exemplos disso são encontrados nos trabalhos de SIPPER & BULFIN (1997); HAYES *et al.* (1988) e de SCHONBERGER (1986, 1990, 1996). Este último fornece uma lista de 16 princípios para a Manufatura de Classe Mundial. Também GIFFI *et al.* (1990) traz alguns atributos para uma empresa ser uma manufatura de classe mundial. Muitos dos princípios destes autores mais recentes correspondem aos 6 princípios iniciais de HAYES & WHEEWRIGHT (1984). Um estudo da relação entre os 6 princípios de HAYES & WHEEWRIGHT (1984), os 16 princípios de SCHONBERGER (1986) e os princípios de GIFFI *et al.* (1990) é encontrado em FLYNN *et al.* (1999).

Os três mais recentes paradigmas de gestão surgiram no início dos anos 90; são eles a chamada “competição baseada no tempo”, a Customização em Massa e a Manufatura Ágil. A competição baseada no tempo foi primeiramente proposta por STALK & HOUT (1990). Para BOOTH (1996), esta nova estratégia de gestão da manufatura enfatiza a redução do tempo de desenvolvimento do produto e do tempo de produção como fatores vitais para o



aumento da competitividade de uma empresa. Ainda de acordo com este autor, os benefícios para esta redução do tempo incluem melhoria nos padrões de atendimento ao cliente (com relação à velocidade de entrega) e maior inovação. Alguns autores tais como KRITCHANCHAI & MACCARTHY (1998) e FERNANDES & MACCARTHY (1999) denominam este paradigma de Manufatura Responsiva.

O termo Customização em Massa (CM) surgiu primeiramente em 1987 com Stanley Davis em seu famoso livro “O futuro perfeito” (DAVIS, 1987). B. Joseph Pine continuou o tema em seu livro “Mass Customization: The new frontier in Business Competition” (PINE, 1993). Da SILVEIRA *et al* (2001) define customização em massa como a habilidade de fornecer produtos e serviços projetados individualmente para cada consumidor através de altíssima agilidade, flexibilidade no processo e integração e a um custo perto dos itens feitos pela Manufatura em Massa.

O termo Manufatura Ágil (MA) surgiu e foi popularizado em 1991 por um grupo de professores do Instituto Iaccoca da Universidade de Lehigh, nos Estados Unidos, os quais publicaram neste mesmo ano um relatório (GOLDMAN, *et al*, 1991), o qual mostrava que um novo ambiente de manufatura está surgindo. Este novo ambiente é caracterizado pela incerteza e por mudanças constantes. Para BUNCE & GOULD (1996), os negócios do século XXI terão que superar os desafios de consumidores buscando produtos de alta qualidade e baixo custo, além de resposta rápida a suas necessidades específicas e em constante transformação. De acordo com GUNASEKARAN (1999) a Manufatura Ágil está exatamente relacionada a novas maneiras de se gerenciar as empresas para enfrentar tais desafios. A partir da definição de diversos autores (SHARIFI & ZHANG, 1999; De VOR *et al* 1997; dentre outros) entendemos que a Manufatura Ágil é aquela que possui como objetivos principais: responder a mudanças inesperadas de maneira correta e no tempo devido e saber explorar estas mudanças, entendendo-as como uma oportunidade, um meio de ser lucrativo.

Na literatura existe uma certa dificuldade em se estabelecer as diferenças e semelhanças entre a Customização em Massa e a Manufatura Ágil. Esta discussão na literatura é representada basicamente por duas vertentes de pensamento. A primeira delas, representada por autores como DA SILVEIRA *et al* (2001); PINE (1993); dentre outros, defendem que a Manufatura Ágil é uma metodologia da Customização em Massa, ou seja, a Customização em Massa abrange a Manufatura Ágil. Já uma segunda vertente entende que a Customização em Massa é somente um dos aspectos da Manufatura Ágil, ou seja, a Manufatura Ágil engloba a Customização em Massa. Esta segunda vertente é representada

por autores como GORANSON (1999); GUNASEKARAN *et al* (2001) dentre outros. Uma discussão mais profunda destas duas vertentes é feita no capítulo 7 desta tese.

### **2.3.2 A conceituação de PEGEM e seus elementos-chave**

Antes de passarmos a definição do que entendemos por PEGEM, vamos definir paradigma. Nos dicionários MICHAELIS, SILVEIRA BUENO e AURÉLIO, paradigma é definido como padrão, modelo. A partir de todo este referencial apresentado, já estamos em condição de definir o termo Paradigma Estratégico de Gestão da Manufatura (PEGEM) e determinar quais são seus elementos-chave. Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura são modelos/padrões estratégicos e integrados de gestão, direcionadas a certas situações do mercado, que se propõem a auxiliar as empresas a alcançarem determinado(s) objetivo(s) de desempenho (daí o nome estratégicos); paradigmas estes compostos de uma série de princípios e capacitadores (daí a denominação gestão) que possibilitam que a empresa, a partir de sua função manufatura (daí a denominação manufatura), atinja tais objetivos, aumentando desta forma seu poder competitivo.

A partir da definição acima podemos notar que um PEGEM é composto por quatro elementos-chave, os quais representam os pilares de um PEGEM (figura 2.1). São eles:

- os direcionadores: são as condições do mercado que possibilitam ou requerem ou facilitam a implantação de determinado PEGEM;
- os objetivos de desempenho da produção: são os objetivos estratégicos da produção relacionados com o paradigma. Cada PEGEM está relacionada a determinados objetivos de desempenho da produção, como mostramos em um modelo proposto mais adiante neste capítulo;
- os princípios: são as idéias (ou regras, fundamentos, ensinamentos) que norteiam a empresa na adoção de um PEGEM. Os princípios representam o “o quê” deve ser feito para se atingir os objetivos de desempenho da produção;
- os capacitadores: são as ferramentas, tecnologias e metodologias que devem ser implementadas. Os capacitadores representam o “como” seguir os princípios, alcançando-se desta forma excelentes resultados com relação aos objetivos de desempenho da produção.



Figura 2.1: Os quatro elementos-chave de um Paradigma Estratégico de Gestão da Manufatura

Comparando o histórico evolutivo dos vários paradigmas da manufatura surgidos ao longo de todo o século XX e a definição do que chamamos de PEGEM, podemos notar que nem todos eles podem realmente serem chamados de PEGEM, uma vez que não possuem todos os elementos-chave integrados como a proposição acima. Portanto não consideramos como PEGEM:

- i) a manufatura artesanal e a Manufatura em Massa Precedente por serem atualmente desprezíveis com relação a sua utilização e a falta de perspectiva de aumento de sua utilização;
- ii) a manufatura focada que é na realidade um atributo que pode se apresentar de forma mais ou menos marcante nos PEGEMs (por exemplo, a Manufatura em Massa Atual é mais focada que a Manufatura Enxuta, esta é mais focada que a Manufatura Responsiva que por sua vez é mais focada que a Customização em Massa e que a Manufatura Ágil);
- iii) a World Class Manufacturing (Manufatura de Classe Mundial) que na verdade é um rótulo cujas características são atingidas pelos PEGEMs Manufatura Enxuta, Manufatura Responsiva, Customização em Massa e Manufatura Ágil.

Portanto podemos denominar PEGEM os seguintes paradigmas descritos na seção anterior: Manufatura em Massa Atual (MMA), Manufatura Enxuta (ME), Manufatura Responsiva (MR), Customização em Massa (CM) e Manufatura Ágil (MA). O caso da Manufatura Responsiva (competição baseada no tempo) é um caso a ser discutido. Apesar de acreditarmos que ela tem todo o potencial para ser um PEGEM, a literatura sobre este tema é extremamente pequena, carecendo de um estudo estruturado que trate de todos os aspectos relevantes deste paradigma de uma forma integrada e que ajude as empresas a se

tornarem responsivas. No capítulo 6 desta tese propomos uma metodologia para se alcançar a Manufatura Responsiva à luz desta nova definição de PEGEM, pretendendo desta forma aumentar o grau de divulgação da Manufatura Responsiva ao mesmo nível de outros PEGEMs mais conhecidos tais como Manufatura Enxuta e Ágil, por exemplo, facilitando comparações e trabalhos na área.

Cada PEGEM apresenta diferentes atributos para cada um destes elementos-chave identificados. Na seção 2.4 apresentamos estes atributos. Nos próximos capítulos desta tese eles são discutidos em detalhe. Vale ainda destacar que os PEGEMs acima estão em graus diferentes de comprovação, aplicação em situações reais e perspectivas futuras de aplicação: a MMA e a ME estão mais consolidadas enquanto a MR, a CM e a MA têm uma taxa de crescimento bastante promissora em função dos avanços em tecnologia de informação e aumento da geração de riqueza em algumas partes do mundo.

### 2.3.3 Resumo das diferenças entre os Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura e outros termos utilizados em Gestão da Produção

Após apresentarmos o conceito de PEGEM, nesta seção discutimos sucintamente as principais diferenças entre este novo conceito e os conceitos que apresentamos na seção 2.2 desta tese. O motivo de mostrarmos tal diferenciação é que encontramos na literatura uma certa confusão a respeito destes termos. Por exemplo, muitos autores confundem ou não tem claro a distinção entre manufatura repetitiva/em massa (tipo de sistema de produção) com o PEGEM Manufatura em Massa Atual; ou então confundem por exemplo Manufatura Enxuta com o Sistema JIT. A tabela 2.2 propõe uma diferenciação entre os PEGEMs, os tipos de sistemas de produção e os SICOPROCs. Esta diferenciação se dá quanto a duas classes: definição e abrangência. Basicamente, a tabela 2.2 mostra que estes três termos são bastante diferentes: os PEGEMs têm princípios que norteiam a escolha dos SICOPROCs e estes por sua vez gerenciam os diversos tipos de sistemas de produção.

Tabela 2.2: As diferenças entre PEGEM, tipos de sistemas de produção e os SICOPROCs

Classes de diferenças	Tipos de sistemas de produção	Sistemas de Coordenação de Ordens de Produção e Compra (SICOPROCs)	Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura (PEGEM)
<b>Quanto à definição</b>	São <u>classificações</u> dos sistemas de produção de uma empresa a partir do tipo de fluxo de produção, tipo de <i>output</i> ou nível de repetitividade	São <u>sistemas de informação</u> que se propõem a gerenciar o fluxo de materiais, a utilização de equipamentos e mão de obra e coordenar as atividades internas com as atividades de fornecedores	São modelos/padrões estratégicos e integrados de gestão, direcionadas a certas situações do mercado, que se propõem a auxiliar as empresas a alcançarem determinado(s) objetivo(s) de desempenho; paradigmas estes compostos de uma série de princípios e capacitadores que possibilitam que a empresa atinja tais objetivos.
<b>Quanto à abrangência</b>	Somente o chão de fábrica	Integra várias funções da manufatura por meio de informações e decisões	Norteia como obter integração efetiva das várias funções da manufatura

## 2.4 Os quatro elementos-chave de uma PEGEM

### 2.4.1 Os direcionadores

Os direcionadores são as condições do mercado que possibilitam/facilitam/requerem a implantação de um determinado PEGEM. A partir da literatura (SHARP *et al*, 1999; YUSUF *et al* 1999, dentre outros) levantamos os principais direcionadores de cada uma dos PEGEMs citados na seção anterior. Isto é ilustrado na tabela 2.3. Uma discussão mais precisa de cada um destes direcionadores é apresentada nos capítulos seguintes desta tese.

Tabela 2.3: Os direcionadores dos PEGEMs

Manufatura em Massa Atual	Manufatura Enxuta	Manufatura Responsiva	Customização em Massa	Manufatura Ágil
Mercado homogêneo	Mercado estável	Mercado caracterizado pela competição baseada no tempo e na diversidade	Customização em Massa deve representar uma característica diferencial, como fonte de vantagens competitivas no mercado; além disso os produtos são customizáveis	Mercados totalmente imprevisíveis marcados por mudanças bruscas
Clientes entendendo o preço como o principal diferencial competitivo	Clientes desejando preços, qualidade e diferenciação.	Clientes desejando velocidade, pontualidade e variedade, ou seja, responsividade	Clientes desejando customização	Clientes com desejos os mais diversos possíveis e mutáveis e necessidade da empresa fazer frente a este desafio

### 2.4.2 Os princípios

Já vimos que os princípios são os fundamentos que norteiam o PEGEM. Na tabela 2.4 mostramos os principais princípios dos cinco PEGEMs tratados nesta tese. Estes princípios foram relacionados a um ou mais PEGEMs a partir de revisões da literatura sobre os PEGEMs (também a partir de nossas propostas de metodologias) mostrados nos capítulos posteriores desta tese (nestes capítulos cada princípio é detalhado). Na tabela 2.4 ilustramos com um X os princípios referentes a cada PEGEM. Caso o princípio também seja válido para outros PEGEMs, preenchemos um V na célula relativa ao PEGEM correspondente.

Tabela 2.4 : Os princípios de cada PEGEM

PRINCÍPIOS	Manufatura em Massa Atual	Manufatura Enxuta	Manufatura Responsiva	Customização em Massa	Manufatura Ágil
Alta especialização do trabalho	X				
Foco em clientes sensíveis aos baixos preços	X				
Busca da padronização do produto, sem diversidade; alguma diferenciação é possível (**)	X				
Foco na eficiência operacional/alta produtividade	X				
Simplificar ao máximo o fluxo de materiais (*)	X	V	V	V	V
Foco total na qualidade		X			
Fornecer aos clientes ampla diferenciação de produtos, como pouca diversidade		X			
Identificação da cadeia de valor e eliminação de desperdícios		X			
Produção Puxada / <i>Just in Time</i>		X			
Busca do zero defeito (perfeição)		X			
Autonomia / Qualidade Seis sigma		X			
Adaptação de outras áreas da empresa ao pensamento enxuto		X	V	V	V
Gerenciamento Visual voltado à qualidade		X	V	V	V
Determinar valor para o cliente		X	V	V	V

Tabela 2.4 : Os princípios de cada PEGEM (continuação)

<b>PRINCÍPIOS</b>	<b>Manufatura em Massa Atual</b>	<b>Manufatura Enxuta</b>	<b>Manufatura Responsiva</b>	<b>Customização em Massa</b>	<b>Manufatura Ágil</b>
Ambiente de trabalho limpo, organizado e seguro	V	X	V	V	V
Desenvolvimento e Capacitação de Recursos Humanos		X	V	V	V
Escolher o consumo do tempo como parâmetro crucial em termos de administração e estratégia, utilizando a responsividade como diferencial competitivo			X		
Fornecer aos clientes ampla diversidade de produtos			X		
Direcionar a empresa para os clientes mais atraentes e sensíveis ao tempo			X		
Estabelecer o ritmo da inovação no seu setor industrial			X		
Sistema integrado de trabalho em toda a cadeia e estruturado para a eliminação de tempos desnecessários			X		
Sincronização da programação da produção e das capacidades na cadeia de suprimentos			X		
Utilizar sistemas de coordenação de ordens de produção e compra (SICOPROCs) responsivos			X		
Escolher sistemas de programação da produção com capacidade finita para complementar o SICOPROC			X		
Área de projetos voltada para reduzir a complexidade dos produtos e facilitar a manufatura		V	X	V	V
Subdividir o processo em unidades produtivas de acordo com o <i>lay out</i> (*)			X		
Classificar as unidades produtivas (*)			X		
Considerar sempre os efeitos da velocidade na qualidade dos produtos (*)			X		
Atender a demanda fragmentada para diferentes gostos e necessidades: “dar ao consumidor exatamente o que ele quer”				X	
Cadeia de suprimentos preparada para a customização em massa				X	
Participação do cliente ao longo das etapas do ciclo de vida dos produtos				X	
Redução no ciclo do desenvolvimento do produto e também no ciclo de vida dos produtos				X	
Flexibilizar o processo produtivo e o projeto de produtos				X	V
Criar e compartilhar o conhecimento				X	V
Preços um pouco acima da média para compensar perda de eficiência				X	V
Utilização de módulos padrões				X	V
Integração na cadeia				X	V
Compartilhamento de informações		V	V	X	V
Cooperação interna e externa para o aumento da competitividade					X
Estratégia baseada no valor, a qual “enriqueça” o cliente					X
Domínio das mudanças e incertezas					X
“Alavancar” o impacto das pessoas e informações					X
Redução dos ciclo de vida dos processos e “da empresa”					X

Legenda:

(\*) => estes princípios foram propostos por estes autores nesta tese

(\*\*) => a distinção entre diversificação e diferenciação é mostrada mais adiante neste capítulo e também no capítulo 3.

### 2.4.3 Os capacitadores

Já vimos que os capacitadores representam as ferramentas, tecnologias e metodologias a serem empregadas em cada PEGEM. A tabela 2.5 relaciona os capacitadores a cada PEGEM tratado nesta tese, baseado em revisões da literatura sobre os PEGEMs (e também em nossas propostas de metodologias) mostradas nos capítulos posteriores desta tese (nestes capítulos detalhamos um pouco mais estes capacitadores). Na tabela 2.5 ilustramos com um X os capacitadores referentes a cada PEGEM. Caso o

capacitador também seja largamente utilizado em outros PEGEMs, preenchamos um V na célula relativa ao PEGEM correspondente.

Tabela 2.5: Os capacitadores dos PEGEMs

CAPACITADORES	Manufatura em Massa Tardia	Manufatura Enxuta	Manufatura Responsiva	Customização em Massa	Manufatura Ágil
Economia de escala	X				
Uso intensivo de máquinas especializadas	X				
Trabalhar em ambientes de produção em massa	X				
Roteiros estritamente fixos e inflexíveis	X				
Utilização de planilhas como SICOPROC	X				
Utilização de estratégia de resposta à demanda <i>make to stock</i>	X	V			
Utilização de <i>lay out</i> por produto (padrão de fluxo <i>flow shop</i> )	X	V			
Uso intensivo de peças intercambiáveis	X	V	V	V	V
Uso da linha de montagem cadenciada mecanicamente	X	V	V	V	V
Utilização de estudos de tempos e métodos e análise detalhada do processo	X	V	V	V	V
Trabalhar com sistemas com alta repetitividade (provavelmente sistemas repetitivos), com altos níveis de diferenciações nos produtos		X			
<i>Kanban</i>		X			
<i>Zero Defeito/Seis Sigma</i>		X			
Mapeamento do Fluxo de Valor		X	V		
Melhoria na relação cliente-fornecedor/ redução do número de fornecedores		X	V	V	V
Recebimento <i>Just in Time</i>		X			
Trabalho em Fluxo Contínuo	V	X	V	V	V
Redução tamanho de lote		X	V	V	V
Trabalhar de acordo com o <i>takt time</i>		X	V		
Manutenção Produtiva Total (TPM)		X	V	V	V
Redução do tempo de <i>set up</i> / Ferramentas de troca rápida		X	V	V	V
Melhoria Contínua/ <i>Kaizen</i>		X	V	V	V
Ferramentas e métodos de Controle da Qualidade		X	V	V	V
Ferramentas <i>Poka Yoke</i>		X	V		
5 S	V	X	V	V	V
<i>Empowerment</i>		X	V	V	V
Trabalho em equipes e participação		X	V	V	V
Comprometimento da gerência		X	V	V	V
Trabalhador multi-habilitado/ Rodízio de funções		X	V	V	V
Treinamento e educação de pessoal		X	V	V	V
Medidas de performance/ <i>Balanced Scorecard</i>		X	V	V	V
Gráficos de controle visuais		X	V	V	V
Ferramentas para projeto enxuto e responsivo (DFMA, engenharia simultânea, CAD, CAM.)		X	V	V	V
Utilização de estratégia de resposta à demanda <i>assembly to order</i>		X	V		
Utilização de estratégia de resposta à demanda <i>make to order 1</i>		X	V	V	V
Utilização de <i>lay out</i> celular (padrão de fluxo <i>flow shop</i> )		X	V	V	V
Utilizar medidas de desempenho baseadas no tempo			X		
Existência de uma rede de fornecedores confiável com relação aos prazos			X		
Tecnologias e sistemas de informação voltados para integração interna e melhoria da eficiência no quesito tempo			X		

Tabela 2.5: Os capacitadores dos PEGEMs (continuação)

CAPACITADORES	Manufatura em Massa Tardia	Manufatura Enxuta	Manufatura Responsiva	Customização em Massa	Manufatura Ágil
Capacitadores voltados à redução do tempo de desenvolvimento de novos produtos			X		
Sistemas de produção semi repetitivos; em alguns casos também sistemas repetitivos ou não repetitivos são possíveis			X		
Sistemas de programação da produção com capacidade finita voltados ao objetivo tempo			X		
Sistema de classificação e metodologia para a escolha de sistemas de programação da produção com capacidade finita			X		
SICOPROCs responsivos: CONWIP H, PBC, OPT e sistema de alocação de carga por encomenda			X		
Tecnologias que agilizam o processo produtivo, como por exemplo robôs			X	V	V
Tecnologia e sistemas de informação voltada para a integração interna (ERP, intranet, etc.) e externa (EDI, etc..)			X	V	V
Organização do trabalho ao redor da "seqüência principal"		V	X		
Utilização de <i>lay out</i> celular (padrão de fluxo <i>job shop</i> )			X	V	V
Utilização de <i>lay out</i> funcional (padrão de fluxo <i>job shop</i> )			X	V	V
Sistema de resposta à demanda <i>make to order 2</i>			X	V	V
<i>Production Flow Analyses</i> (*)			X		
Sistema de classificação de sistemas de produção (MACCARTHY & FERNANDES, 2000) (*)			X		
Elaborar e utilizar gráficos que mostram os efeitos da velocidade sobre a taxa de refugo (*)			X		
Gestão da cadeia de suprimentos integrada para a customização em massa				X	
Tecnologia e sistemas de informação voltados para o estabelecimento do contato entre o cliente e a empresa visando estabelecer grau de customabilidade (EDI, internet, etc.)				X	
Sistemas de projeto voltados à customização				X	
SICOPROCs que possam se adaptar à customização ou SICOPROCs especiais para tratar este objetivo				X	
Utilização de metodologias de projeto e de processo voltados à customização (CAD, CAM, FMS, CIM, dentre outras)				X	V
Utilização de estratégia de resposta `a demanda <i>engineering to order</i>				X	V
Ambiente de produção não repetitivo; em alguns casos também pode ser grande projeto ou semi repetitivo				X	X
Empresa virtual/manufatura virtual					X
Integração da cadeia de suprimentos voltada para a formação de parcerias virtuais					X
Gestão baseada em competências chave					X
Gestão baseada na incerteza e na mudança					X
Gestão baseada no conhecimento					X
Tecnologia e sistemas de informação voltados para a integração entre empresas visando parcerias virtuais (EDI, internet)					X
Sistemas de projeto voltados especificamente a manufatura ágil (inovação constante)					X
SICOPROCs que se adaptem ou que tratem características especiais da Manufatura Ágil					X
Economia de escopo				V	X

Legenda: (\*) => estes capacitadores estão relacionados à Manufatura Responsiva segundo proposta do capítulo 6

Observando as tabelas 2.4 e 2.5 podemos classificar os princípios e capacitadores com relação aos PEGEMs como sendo i) exclusivos: são os princípios e capacitadores



únicos de cada PEGEM ou ii) compartilhados: são os princípios e capacitadores comuns a dois ou mais PEGEMs. Esta subdivisão é de vital importância na proposta de nosso modelo de relacionamento entre os PEGEMs e os objetivos estratégicos de desempenho.

#### **2.4.4 Os objetivos de desempenho da produção**

Nesta seção tratamos dos objetivos de desempenho da produção, também denominados objetivos estratégicos da produção. Antes porém vamos realizar algumas definições básicas no intuito de situar a estratégia da produção, bem como os objetivos de desempenho, dentro de um contexto maior que é o da estratégia empresarial.

Existem muitos autores que definem estratégia empresarial de forma diferente. Dentre eles temos: PORTER (1986); QUINN *et al* (1988); ZACARELLI (1990); PIRES (1995); dentre outros. Neste trabalho adotamos a definição de estratégia empresarial de PIRES (1995), para o qual a estratégia no meio empresarial está relacionada a padrões de ações necessárias para se atingir certos objetivos pré-estabelecidos. Complementando esta definição temos a definição de PORTER (1986), para o qual a estratégia é “o desenvolvimento de uma fórmula ampla para o modo como uma empresa irá competir, quais devem ser suas metas e quais as políticas necessárias para levar-se a cabo estas metas”. Ainda para este autor a essência da formulação de uma estratégia competitiva é relacionar uma empresa ao seu ambiente competitivo. Esta visão é compartilhada por FERRAZ *et al* (1997), para os quais a competitividade de uma empresa está relacionada a capacidade da empresa formular e implementar estratégias concorrenciais, que lhe permitam ampliar ou conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado. Essa visão, da mesma forma que na visão de PORTER (1986), busca na dinâmica do processo de concorrência o referencial para a avaliação da competitividade

Dentro da literatura a respeito de estratégia empresarial existe uma hierarquia formalizada por WHEELWRIGHT (1984), e utilizada por outros autores como PIRES (1995) e SLACK *et al* (1997). Esta hierarquia classifica as estratégias empresariais em três níveis hierárquicos:

a) estratégia corporativa (missão corporativa para GAITHER & FRAZIER (2001)): A estratégia corporativa é a estratégia que se refere a corporação. Para SLACK *et al* (1997) as principais decisões estratégicas neste nível estão relacionadas a questões como: i) em quais negócios a corporação deve estar ? (quão diversificada deve ser a corporação ?); ii) quais negócios adquirir e de quais desfazer-se ?; iii) como alocar o capital para os diferentes negócios ?; dentre outras. Uma observação importante sobre o nível corporativo é apontada

por PORTER (1987), o qual defende que a competição ocorre no nível da unidade de negócios, em outras palavras, a corporação não compete e sim suas unidades de negócios. Daí a importância da chamada estratégia da unidade de negócios.

b) estratégia da unidade de negócios (estratégia de mercado nas palavras de CONTADOR *et al* (1998): Para PIRES (1995) uma unidade de negócios costuma ser representada por uma divisão, por uma empresa, por uma unidade fabril ou por uma linha de produtos dentro de uma corporação. Para CONTADOR *et al* (1998) os negócios são definidos como a conjunção (o par) das famílias de produtos e serviços com os segmentos de mercado nos quais eles são comercializados. De acordo com PIRES (1995), a maior parte do que se tem escrito sobre estratégia da unidade de negócios é baseada ou influenciada por PORTER (1986, 1987). Estes trabalhos baseiam-se na competitividade industrial, identificando 5 forças competitivas que dirigem a concorrência na indústria. São elas: i) ameaça de novos competidores; ii) rivalidade entre os concorrentes existentes; iii) ameaça de produtos substitutos; iv) poder de barganha dos compradores; v) poder de barganha dos fornecedores. Assim, a competitividade de uma empresa em uma indústria qualquer, para PORTER (1986), está relacionada as ações ofensivas e defensivas para criar uma posição defensável para a empresa nesta indústria. Notamos uma clara relação entre estas cinco forças de PORTER (1986) e os fatores estruturais da competitividade de FERRAZ *et al* (1997), as quais são: mercado, configuração da indústria e regime de incentivos e regulação da concorrência. Ainda de acordo com PORTER (1986), existem basicamente três estratégias competitivas para as unidades de negócios que podem ser utilizadas para a empresa superar suas concorrentes em uma indústria. São elas: i) estratégia de liderança no custo total; ii) estratégia de diferenciação e iii) estratégia do enfoque.

c) estratégias funcionais: o terceiro nível estratégico é representado pelas estratégias funcionais (finanças, marketing produção, dentre outras), das quais nos focamos na estratégia da produção. Estratégia de Produção é definida em SLACK *et al* (1996) como sendo o padrão global de decisões e ações, que define o papel, os objetivos, e as atividades da produção de forma que estes apoiem e contribuam para a estratégia de negócios da organização. Também para GAITHER & FRAZIER (2001) a estratégia de produção deriva diretamente da estratégia de negócios da empresa. Resumidamente podemos dizer que uma estratégia de produção primeiramente determina a priorização dos objetivos de desempenho da produção. Baseado nesta priorização de objetivos de desempenho, são estabelecidas as direções gerais para cada uma das principais áreas de decisão da produção (estas duas

etapas são chamadas conteúdo da estratégia de produção nas palavras de SLACK et al (1996) e de CORRÊA & GIANESI (1996)).

A partir destas definições entendemos que a função produção contribui para a realização da estratégia corporativa através da performance dos objetivos estratégicos da produção. Para SLACK *et al* (1997) estes objetivos são cinco: qualidade, rapidez (velocidade), pontualidade, flexibilidade e custo. Subdividimos o objetivo flexibilidade em dois outros objetivos: flexibilidade de curto prazo e flexibilidade de longo prazo e acrescentamos mais dois objetivos: “ciberneticidade” e adaptabilidade. A estes objetivos chamaremos de objetivos primários. Além destes, para as finalidades desta tese, apresentamos também outros objetivos de desempenho que são resultado de diferentes ênfases e fusões dos objetivos estratégicos citados anteriormente, estando diretamente relacionados aos PEGEMs tratados neste trabalho. Chamaremos estes objetivos de objetivos estratégicos secundários. São eles: “responsividade” e quatro diferentes categorias de variedade: variedade 1 (variedade simples), variedade 2 (alta variedade de coisas distintas), variedade direcionada ao cliente (“customabilidade”) e variedade ágil (agilidade). Todos estes objetivos são discutidos a seguir.

### **Objetivos estratégicos primários:**

- Qualidade: A palavra qualidade tem diversos significados. Para SLACK *et al*. (1997) qualidade significa “fazer as coisas certo”. Porém este “certo” pode ser referente ao produto, ao usuário, a produção ou ao valor. Por estas razões, GARVIN (1992) sugeriu diferentes abordagens principais para definição da qualidade, das quais se sobressaem: i) a abordagem baseada no produto (é uma abordagem objetiva relativa à quantidade de atributos existentes no produto); ii) a abordagem baseada no usuário (é uma abordagem subjetiva referente ao atendimento das necessidades e preferências da maioria dos clientes; é a “adequação ao uso”); iii) a abordagem baseada na produção (é uma abordagem objetiva na qual qualidade significa conformidade com especificações; “fazer certo da primeira vez”, nas palavras de GARVIN (1992)) e iv) a abordagem baseada no valor (para esta abordagem qualidade significa oferecer um desempenho ou conformidade a um preço aceitável; para GARVIN (1992) esta abordagem para a qualidade está se sobressaindo em relação às outras abordagens). Nesta tese a palavra qualidade está ligada a se conseguir um balanceamento de todas as quatro abordagens citadas. Portanto, qualidade significa basicamente: produtos livres de erro, de acordo com as especificações; com atributos presentes, de acordo com as necessidades da maioria dos consumidores e a um preço aceitável. Entendemos que desvios

em relação a esta definição representa queda de qualidade. Ao longo da tese, deixamos claro quando nos referirmos a uma destas abordagens especificamente.

- Rapidez (velocidade): O conceito de rapidez, ou velocidade, está relacionado a quanto tempo os consumidores precisam esperar para receber seus produtos, sendo que para isto o sistema de produção deve fornecer um fluxo rápido de produção, ou em outras palavras, operações rápidas. O rápido desenvolvimento de novos produtos está dentro deste objetivo.

- Pontualidade: Pontualidade significa fazer o produto em tempo para os consumidores receberem seus bens quando foram prometidos. Isto implica em uma pontualidade entre as operações internas do sistema produtivo.

- Flexibilidade: Flexibilidade significa ser capaz de mudar de alguma forma. Para as finalidades desta tese dividimos a flexibilidade em:

- Flexibilidade de curto prazo: Está relacionada a habilidade do sistema de produção conseguir realizar trocas rápidas nos equipamentos (baixo tempo de *set up*), fornecendo uma variedade de produtos dentro de uma certa gama de opções limitada. Esta flexibilidade tem um alto relacionamento com as flexibilidades de volume, de entrega e de *mix* de SLACK *et al* (1997).

- Flexibilidade de longo prazo: Está relacionada ao nível tecnológico do sistema de produção; em outras palavras esta flexibilidade está relacionada à capacidade do sistema de produção conseguir fornecer uma ampla gama de produtos e serviços diferentes ao cliente; portanto esta flexibilidade permite ao sistema de produção trabalhar com uma variedade bem maior que a flexibilidade de curto prazo.

- Custo: Este objetivo está diretamente relacionado ao preço cobrado pelo produto. Ele está relacionado a uma alta produtividade das operações internas.

- Adaptabilidade: Identificamos na literatura duas definições de adaptabilidade que coexistem. A primeira delas (GORANSON, 1999), está relacionada a habilidade de mudar (se adaptar) frente a oportunidades inesperadas. Já uma segunda definição, de FERNANDES & MACCARTHY (1999), conceitua adaptabilidade como sendo a habilidade da equipe de projeto de produto lançar novos produtos, satisfazendo as necessidades dos consumidores em termos de novos produtos ao longo do tempo. A primeira definição conceituaremos mais adiante como agilidade; portanto entendemos adaptabilidade conforme a definição de FERNANDES & MACCARTHY (1999). Esta definição é bastante parecida com a definição de flexibilidade de produto de SLACK *et al* (1997).

- “Ciberneticidade”: É o alto nível de utilização da tecnologia de informação para a melhoria dos processos produtivos da empresa. Este objetivo está relacionado à capacidade da empresa oferecer uma tecnologia de informação que ajude o cliente a preencher suas expectativas com relação ao negócio que está realizando com a empresa.

Antes de passarmos aos objetivos secundários, apresentamos uma metodologia que estabelece um grau de priorização entre os diversos objetivos de desempenho. Desta forma entenderemos melhor os objetivos secundários e também nosso modelo de relacionamento entre os objetivos estratégicos e os PEGEMs, mostrado mais adiante. Esta metodologia foi desenvolvida por HILL (1989) (é utilizada por diversos autores, dentre eles SLACK *et al*, 1997 e SLACK, 1993) e divide os objetivos de desempenho em duas categorias principais: objetivos ganhadores de pedidos e objetivos qualificadores. Estas definições são mostradas a seguir.

=> Objetivos ganhadores de pedidos: são aqueles que contribuem diretamente para a realização de um negócio. Eles são vistos pelo cliente como fatores-chave da competitividade. Um aumento no desempenho em um objetivo ganhador de pedido resultará em mais negócios ou pelo menos no aumento da probabilidade da empresa conseguir mais pedidos.

=> Objetivos qualificadores: também são importantes para a empresa mas não são os principais determinantes do sucesso competitivo. São os objetivos nos quais a empresa deve estar acima de um nível determinado para que ela seja inicialmente considerada pelos clientes como uma possível fornecedora. Abaixo deste nível crítico de desempenho, a empresa provavelmente não vai sequer entrar na concorrência. Acima deste nível a empresa passa a ser considerada pelos clientes, mas principalmente em termos de seus critérios ganhadores de pedido. Para um objetivo qualificador, qualquer melhora acima deste nível não acrescenta grandes benefícios competitivos.

### **Objetivos Estratégicos Secundários:**

Após estas definições estamos em condição de apresentar o que denominamos objetivos secundários. Este nome advém destes objetivos serem resultado de diferentes ênfases e combinações dos diversos objetivos estratégicos primários apresentados anteriormente. Estes objetivos são importantes pois são fundamentais em nosso modelo de relacionamento entre os objetivos estratégicos e os PEGEMs. São eles:

- Variedade 1 (Variedade simples ou variedade de coisas semelhantes, ou ainda, diferenciação): este objetivo está relacionado a capacidade do sistema de produção fornecer

uma pequena variedade de produtos alternativos. Este objetivo é resultante da utilização da flexibilidade de curto prazo como um objetivo qualificador. A diferenciação (como definiremos no capítulo 3) é sinônimo desta variedade.

- Variedade 2 (Alta variedade de coisas distintas ou diversificação): este segundo tipo de variedade está relacionado à capacidade do sistema de produção em fornecer alta variedade de produtos e serviços aos clientes. Esta variedade compreende os objetivos flexibilidade de curto prazo como ganhador de pedido e flexibilidade de longo prazo e adaptabilidade como qualificadores. A diversidade de produtos (como definiremos no capítulo 3) é sinônimo desta variedade.

- Variedade 3 (Variedade direcionada ao cliente ou “customabilidade”): é a capacidade da operação em prover soluções individuais para clientes diferenciados dentro de um *mix* de produtos pré estabelecido. Esta variedade é chamada por GORANSON (1999) de agilidade do tipo 1. Este objetivo é formado pelas flexibilidades de longo e curto prazo, adaptabilidade e “ciberneticidade” como ganhadores de pedidos. A diferença entre esta variedade e o que denominamos variedade 2 pode ser explicada por um exemplo encontrado em DURAY *et al* (2000). Para este autor, a variedade (variedade 2) implica que o cliente tenha escolha, mas não necessariamente a especificação do produto, a qual se traduz pela “customabilidade” (variedade 3). Por exemplo: ter centenas de possibilidades de cafés da manhã indica variedade (2), porém somente especificar exatamente a formulação do café da manhã indica “customabilidade”. Portanto “customabilidade” é bem mais amplo que a variedade 2.

- Variedade 4 (Variedade Ágil ou agilidade): Este quarto tipo de variedade se baseia em uma definição de agilidade (agilidade 3) de GORANSON (1999). Para este autor coexistem basicamente três conceitos para agilidade atualmente na comunidade científica. O primeiro tipo, conforme vimos, o qual este autor denomina agilidade 1, tem como conceito principal a customização em massa e está relacionada a idéia de prover soluções a clientes diferenciados (denominamos “customabilidade” ou variedade 3). Um segundo tipo, a agilidade 2 está relacionada a habilidade da empresa prosperar em um ambiente em constante mudança. Porém, dentro deste conceito, a mudança é constante no ambiente e pode ser representada por uma taxa de mudança. Esta mudança é geralmente resultante de inovações tecnológicas. Finalmente a chamada agilidade 3 está totalmente relacionado à habilidade de mudar quando uma oportunidade inesperada aparece, ou ainda, nas palavras do autor “quando a terra se abre sob seus pés”. Nosso conceito de agilidade engloba as chamadas agilidade 2 e 3 de GORANSON (1999), ou seja é a habilidade de lidar e

responder a mudanças, sejam elas constantes ou inesperadas, acrescentando-se a isto a habilidade de saber tirar vantagens destas mudanças, entendendo-as como uma oportunidade. Esta última característica da agilidade é defendida por autores como GOLDMAN, *et al* (1995) e SHARIFI & ZHANG (1999). Esta diversidade no entendimento do conceito da agilidade também é mostrada no trabalho de BESSANT *et al* (2001). Finalmente podemos dizer que a agilidade, tal qual a “customabilidade”, é formada pelas flexibilidades de curto e de longo prazo, pela adaptabilidade e pela “ciberneticidade” como objetivos ganhadores de pedido; porém a agilidade fornece uma variedade ainda maior que a “customabilidade”, uma vez que a agilidade proporciona a empresa possibilidade de adaptação a diversas situações de mercado, trabalhando com produtos totalmente distintos, direcionados a oportunidades de negócio específicas.

- “Responsividade”: De acordo com KRITCHANCHAI & MACCARTHY (1998), “responsividade” compreende as dimensões velocidade, pontualidade, ou seja as variáveis relacionadas ao tempo e também a flexibilidade (ao invés de flexibilidade acreditamos que o melhor termo de acordo com as definições vistas acima seja variedade do tipo 2). Portanto a responsividade requer os objetivos velocidade, pontualidade e flexibilidade de curto prazo como objetivos ganhadores de pedido e a flexibilidade de longo prazo e a adaptabilidade como qualificadores.

## **2.5 Proposta de um modelo que relaciona os PEGEMs aos objetivos estratégicos da produção**

Nesta seção propomos um modelo que relaciona os PEGEMs e os objetivos estratégicos da produção. Além de utilizar a evolução histórica dos PEGEMs, bem como seus princípios e capacitadores, o modelo proposto se baseia em mais dois pontos fundamentais: i) modelos anteriores que relacionam alguns PEGEMs e alguns objetivos estratégicos da produção e ii) na existência de *trade offs* na manufatura. Portanto para um melhor entendimento do modelo focamos as duas próximas seções nestes dois temas, para então apresentarmos o modelo propriamente dito.

### **2.5.1 Dois modelos que relacionam os objetivos estratégicos aos PEGEMs**

Apresentamos nesta seção dois modelos propostos na literatura que propõem uma relação entre alguns PEGEMs e alguns objetivos de desempenho da manufatura. O primeiro deles, proposto por BOOTH (1996), é mostrado na figura 2.2. De acordo com este modelo,

cada paradigma de gestão da manufatura tem enfoque alto, médio ou baixo em três objetivos da manufatura (custo, tempo e flexibilidade). De acordo com este modelo, temos que, por exemplo, a produção baseada no tempo tem alto foco no tempo e no custo e médio na flexibilidade.

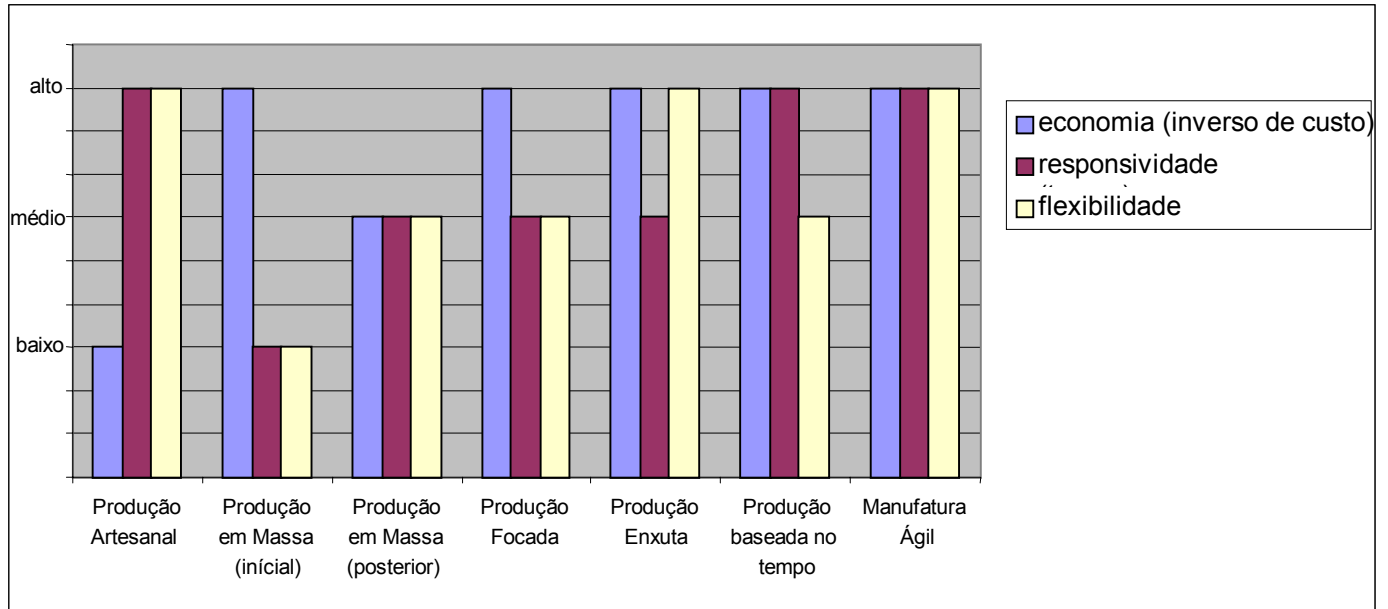


Figura 2.2: Primeiro modelo que relaciona alguns PEGEMs e alguns objetivos estratégicos da produção  
 Fonte: BOOTH (1996)

Um segundo modelo que apresenta uma relação entre os Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura e os objetivos de desempenho da produção é o trabalho de FERNANDES & MACCARTHY (1999). Este modelo foi introduzido na figura 1.1 e é rerepresentado na figura 2.3. Podemos ver nesta figura que à medida que se vai da Manufatura Repetitiva para a Manufatura Ágil, novos objetivos vão sendo levados em conta sem se desprezar os objetivos já incorporados. Por exemplo, a Manufatura Enxuta incorpora o objetivo qualidade englobando o objetivo produtividade/custo da Manufatura Repetitiva e assim por diante.



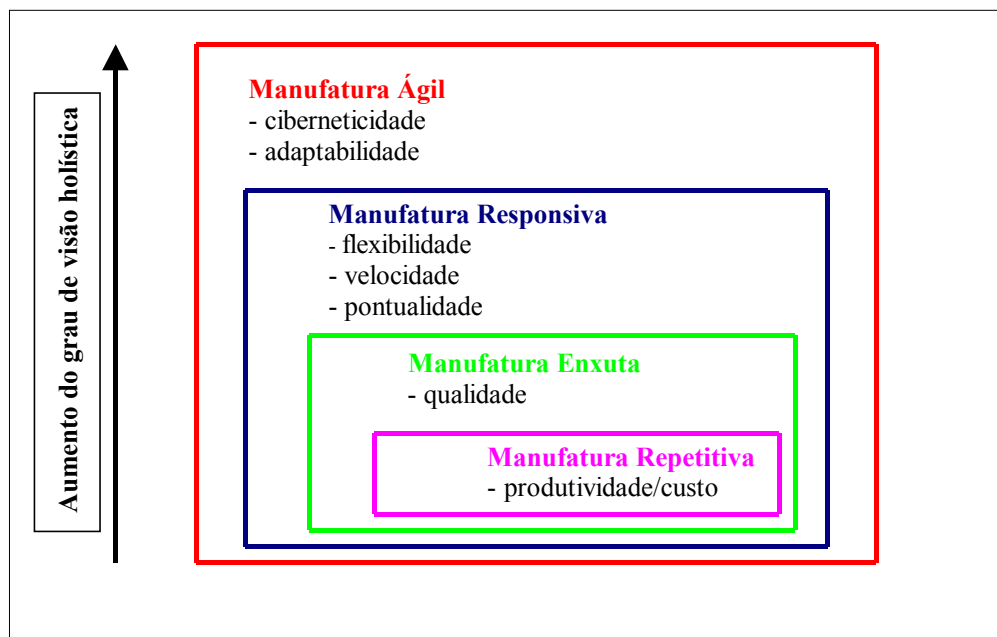


Figura 2.3: Segundo modelo que relaciona alguns PEGEMs e alguns objetivos estratégicos da produção  
 Fonte: FERNANDES & MACCARTHY (1999)

### 2.5.2 Os *trade offs* na manufatura

A discussão entre os *trade offs* na manufatura é um dos pontos fundamentais para a proposição de nosso modelo, uma vez que é exatamente a existência de *trade offs* na manufatura que faz com que os PEGEMs não possam enfatizar da mesma forma todos os objetivos estratégicos ao mesmo tempo.

A idéia dos *trade offs* entre os objetivos da manufatura foi proposta pela primeira vez por SKINNER (1969). Em sua opinião, os *trade offs* existem no projeto e operações dos sistemas de produção e este fato deve ser levado em consideração quando são projetados os sistemas de produção. Portanto, de acordo com este autor, as empresas devem concentrar seus esforços em um número reduzido de objetivos (de preferência somente um objetivo). Esta opinião é suportada por outros autores (HAYES & WHEELWRIGHT, 1984; MILLER, 1983; SKINNER, 1992).

Após uma revisão bibliográfica dentro deste tema identificamos na literatura de Gestão da Produção a coexistência de pelo menos quatro diferentes abordagens com relação aos *trade offs* na manufatura. Duas destas abordagens nos parecem bastante radicais (denominamos primeira e segunda) e outras duas mais realistas (denominamos terceira e quarta).

A primeira abordagem defende claramente a existência de *trade offs* na manufatura, sendo portanto necessário que a empresa se foque em poucos ou somente um objetivo da

manufatura. Esta abordagem é formada por autores como MILLER (1983); HAYES & WHEELWRIGHT (1984).

Uma segunda abordagem, representada por muitos defensores da Manufatura Enxuta e da Manufatura de Classe Mundial, defende a não existência de *trade offs*. O principal representante desta abordagem é SCHONBERGER (1990), seguido por outros autores (CORBETT & WASSENHOVE, 1993; HILL, 1988).

Uma terceira abordagem, não tão radical, entende que somente alguns *trade offs* específicos não mais existem, como por exemplo o *trade off* entre qualidade e custo (CROSBY, 1979; GARVIN, 1992) e entre pontualidade e flexibilidade. Um trabalho importante dentro desta abordagem é o trabalho de NEW (1992), o qual mostra que ainda existem *trade offs* entre alguns objetivos de desempenho; já outros deixaram de existir. A tabela 2.6 resume o trabalho deste autor, mostrando as diferenças entre como os *trade offs* eram considerados no passado e como são considerados atualmente, enfatizando claramente que atualmente apenas alguns *trade offs* ainda persistem. Adaptamos a nomenclatura da tabela aos termos utilizados neste trabalho e acrescentamos (em negrito) mais alguns *trade offs* os quais serão necessários por ocasião da discussão de nosso modelo; são eles: **vii)** o *trade off* entre flexibilidade de volume e flexibilidade de *mix* e adaptabilidade (mostrado no trabalho de GUPTA & GOYAL, 1992); **viii)** o *trade off* entre velocidade e qualidade (mostrado nos trabalhos de KHOUJA & MEHREZ, 1994 e GODINHO FILHO, 2001) e **ix)** o *trade off* adaptabilidade e flexibilidade versus qualidade (salientado no trabalho de KOSTE & MALHOTRA, 2000).

Tabela 2.6: Os *trade offs* na manufatura  
Fonte: Adaptado de NEW (1992)

<b>Trade off entre:</b>	<b>Visão Tradicional</b>	<b>Visão Moderna</b>
i) <i>Lead time</i> versus pontualidade	Existe	Não existe
ii) Qualidade (abordagem baseada no produto e no usuário) versus Qualidade (abordagem baseada na produção)	Existe	Não existe
iii) Qualidade (abordagem baseada na produção) versus preço (produtividade)	Existe	Não existe
iv) Qualidade (abordagem baseada no produto e no usuário) versus preço (produtividade)	Existe	Existe
v) Flexibilidade (longo prazo) e adaptabilidade versus tempo (relacionado à velocidade)	Existe	Existe
vi) Flexibilidade e adaptabilidade versus preço (produtividade)	Existe	Existe
<b>vii) Flexibilidade de mix e adaptabilidade versus flexibilidade de volume</b>	Existe	Existe
<b>viii) Tempo (velocidade) versus qualidade (abordagem baseada na produção)</b>	Existe	Existe
<b>ix) Adaptabilidade e flexibilidade versus qualidade (abordagem baseada na produção)</b>	Existe	Existe

Finalmente uma quarta vertente defende a existência dos *trade offs*; porém estes são dinâmicos e não estáticos como eram considerados há tempos atrás. Este dinamismo significa que medidas particulares, que variam de caso a caso, podem ser tomadas para que

dois aspectos aparentemente inversamente proporcionais, possam ser melhorados ao mesmo tempo, é claro que dando-se prioridade a um deles. Esta visão de *trade offs* dinâmicas entre os objetivos de desempenho da produção é mostrado em autores como SLACK (1993), com sua idéia de “mover o pivô” e HAYES & PISANO (1996), com sua idéia do caminho da melhoria dinâmica. Outros autores dentro desta quarta categoria são SKINNER (1992), HAYES & PISANO (1994) e DA SILVEIRA & SLACK (2001).

É claro que mesmo com esta evolução na idéia dos *trade offs* na manufatura, acreditamos que eles existam, sendo portanto impossível para uma empresa ser a melhor em todos os aspectos ao mesmo tempo. Nas palavras de CORREA (2001) “as prioridades competitivas da manufatura são estabelecidas porque um sistema de manufatura não pode ser o melhor em todos os aspectos ao mesmo tempo.” Portanto estamos de acordo com as mais recentes (terceira e quarta) abordagens sobre *trade offs*, ou seja, eles ainda existem para alguns objetivos de desempenho (ver tabela 2.6) sendo que a idéia dos *trade offs* dinâmicos é válida para muitos destes *trade offs*.

Nossa proposta apresentada na próxima seção se baseia bastante nestas considerações uma vez que cada PEGEM prioriza alguns objetivos de desempenho da produção em detrimento de outros.

### **2.5.3 O modelo proposto**

A proposição de nosso modelo relacional entre os PEGEMs e os objetivos estratégicos da manufatura se baseia em quatro fontes principais:

- na evolução histórica dos PEGEMs apresentada na seção 2.3.1 => a evolução histórica dos PEGEMs ajuda a explicar como as ênfases em diferentes objetivos de desempenho foram se alterando ao longo do tempo;

- nos dois modelos descritos anteriormente (figuras 2.2 e 2.3) => servem como referência para o modelo;
- nos *trade offs* entre os vários objetivos estratégicos da manufatura (mostrados na tabela 2.6) => os *trade offs* da manufatura explicam as quedas de performance de alguns objetivos de desempenho conforme os objetivos ganhadores de pedido vão se alterando.
- na literatura sobre Manufatura em Massa, Enxuta, Responsiva, Ágil e Customização em Massa, representada por seus princípios e capacitadores apresentados nas seções anteriores deste trabalho => os objetivos ganhadores de pedido de cada PEGEM surgem a partir dos princípios e capacitadores exclusivos de cada PEGEM

A idéia básica do nosso modelo é que os PEGEMs foram evoluindo, desde a Manufatura em Massa Atual até a Manufatura Ágil, passando, nesta ordem, pela Manufatura Enxuta, Responsiva e Customização em Massa, como pudemos verificar na seção 2.3.1 deste trabalho. Nesta evolução, cada vez mais objetivos estratégicos foram se incorporando aos PEGEMs, de acordo com os novos e exclusivos princípios e capacitadores que surgiam com cada novo paradigma. Porém, devido a existência de *trade offs* na manufatura, não é possível que seja dado o mesmo grau de importância a todos os objetivos estratégicos. Em outras palavras, acreditamos que a necessidade de focar novos objetivos de desempenho originou cada um dos PEGEMs, sendo que cada um destes PEGEMs traz consigo princípios e capacitadores exclusivos relacionados basicamente ao objetivo de ganhador de pedido (primário ou secundário) que a originou; outros objetivos, na impossibilidade de terem o mesmo tratamento do principal objetivos (por razão da existência dos *trade offs*), são tratados como qualificadores. A tabela 2.7 mostra os princípios e capacitadores exclusivos para cada PEGEM e os objetivos ganhadores de pedido relacionados. Esta tabela foi construída a partir das tabelas 2.4 e 2.5.

Tabela 2.7: PEGEMs: princípios e capacitadores exclusivos e objetivos estratégicos ganhadores de pedido relacionados

PEGEM	Princípios Exclusivos	Capacitadores Exclusivos	Objetivos de desempenho ganhador de pedido relacionado
<b>Manufatura em Massa Atual</b>	Alta especialização do trabalho; foco em clientes sensíveis aos baixos preços; padronização do produto, sendo que alguma diferenciação é possível; foco na eficiência operacional/alta produtividade	Economia de escala; uso intensivo de máquinas especializadas; ambientes de produção em massa; roteiros estritamente fixos e inflexíveis.	Produtividade
<b>Manufatura Enxuta</b>	Foco total na qualidade; fornecer ao cliente ampla diferenciação de produtos, com pouca diversidade; identificar cadeia de valor e eliminar desperdícios; produção puxada (JIT); busca da perfeição; autonomia/qualidade seis <i>sigma</i> ; gerenciamento visual voltado à qualidade	Trabalhar com ambientes repetitivos; Seis Sigma; Kanban.	Qualidade
<b>Manufatura Responsiva</b>	Escolher o consumo de tempo como parâmetro crucial; fornecer aos clientes ampla diversidade de produtos; direcionar a empresa para os clientes mais atraentes e sensíveis ao tempo; estabelecer o ritmo de inovação do setor industrial; sistema integrado de trabalho em toda a cadeia e estruturado para a eliminação de tempos desnecessários; sincronização da programação da produção e das capacidades na cadeia de suprimentos; utilizar SICOPROCs responsivos; escolhes sistemas de programação com capacidade finita para complementar SICOPROC.	Utilização de medidas de desempenho baseadas no tempo; existência de uma rede de fornecedores confiável; tecnologias e sistemas de informação voltados para melhoria da integração interna e melhorias da eficiência no quesito tempo; capacitadores voltados à redução do tempo de desenvolvimento de novos produtos; sistemas de produção, maioria das vezes, semi repetitivos, SICOPROCs responsivos (CONWIP H, PBC, OPT ou sistema de alocação de carga por encomenda); sistema de programação da produção com capacidade finita; sistema de classificação e metodologia para a escolha de sistemas de programação da produção.	“Responsividade”
<b>Customização em massa</b>	Atender a demanda fragmentada para diferentes gostos e necessidades; redução no ciclo de desenvolvimento do produto e também no ciclo de vida dos produtos; cadeia de suprimentos preparada para a customização em massa; participação do cliente ao longo das etapas do ciclo de vida dos produtos.	Gestão da cadeia de suprimentos integrada para a customização em massa; tecnologias e sistemas de informação voltados para o estabelecimento de contato entre o cliente e a empresa visando estabelecer grau de customabilidade; economias de escopo; área de projeto voltada à customização; SICOPROCs direcionados à customização	“Customabilidade”
<b>Manufatura Ágil</b>	Cooperação interna e externa para o aumento da competitividade; estratégia baseada no valor, a qual enriqueça o cliente; domínio das mudanças e incerteza; “alavancar” o impacto das pessoas e da informação; redução dos ciclos de vida dos processos e da empresa	Empresa virtual/manufatura virtual; integração da cadeia de suprimentos voltada para a formação de parcerias virtuais; gestão baseada em competências chave; gestão baseada na incerteza e na mudança; gestão baseada no conhecimento; tecnologia e sistemas de informação voltados para a integração entre empresas visando parcerias; SICOPROCs voltados especificamente à Manufatura Ágil	Agilidade

A figura 2.4 representa nosso modelo de relacionamento entre os PEGEMs e os objetivos estratégicos da manufatura.

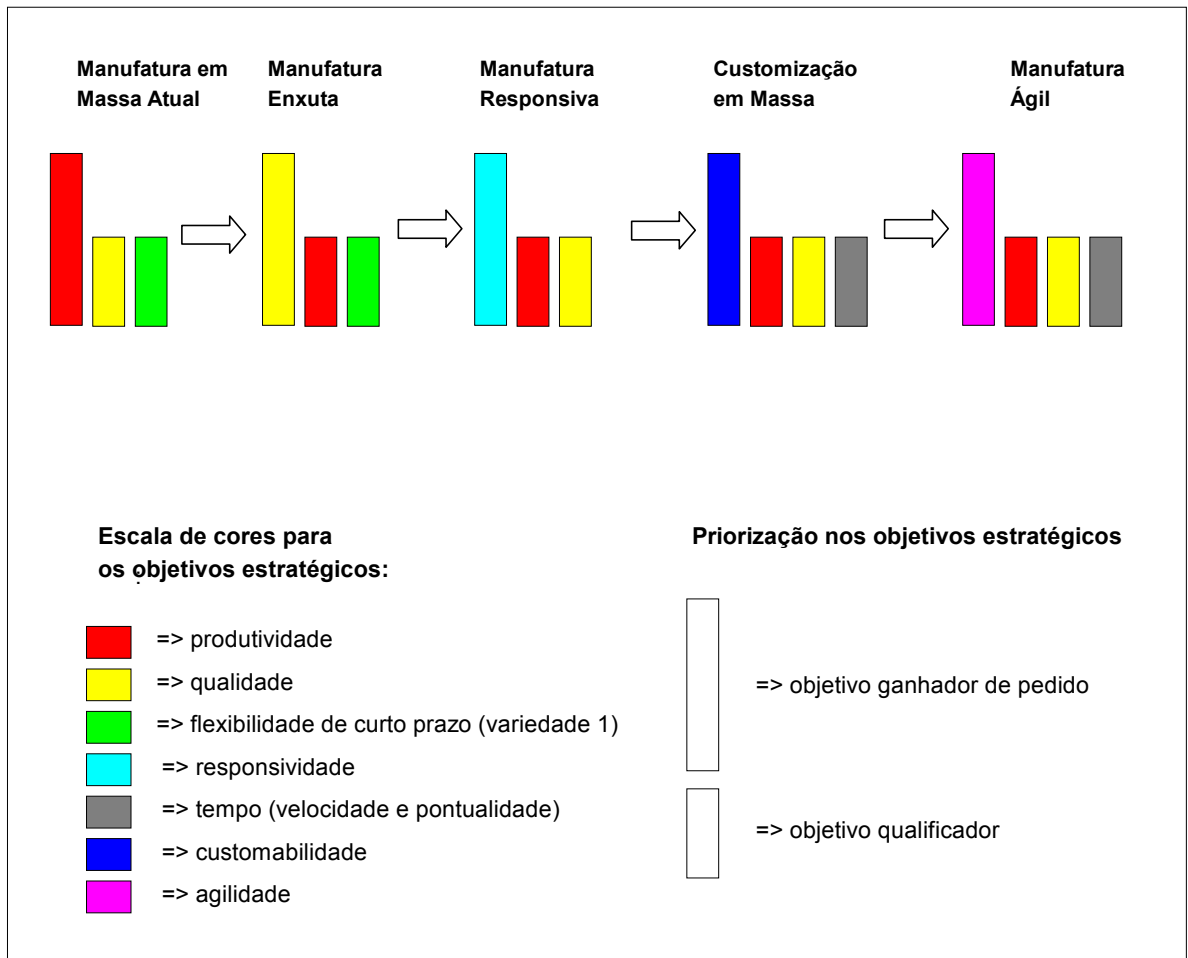


Figura 2.4: Modelo de relacionamento PEGEM - objetivos estratégicos da manufatura

A seguir explicamos o nosso modelo, lembrando que o objetivo ganhador de pedidos de cada PEGEM advém da análise dos princípios e capacitadores exclusivos de cada PEGEM (tabela 7) e os objetivos qualificadores de cada PEGEM podem ser explicados por uma combinação do próprio contexto histórico do surgimento destes PEGEMs, pelos princípios e capacitadores compartilhados e pela existência dos *trade offs* na manufatura.

A Manufatura em Massa Atual tem como objetivo ganhador de pedidos a produtividade; porém, como é mostrado no capítulo 4 desta tese, também existem preocupações com dois outros objetivos em nível de qualificadores: com a qualidade (abordagens da produção, do uso e do valor) e com a flexibilidade de curto prazo (variedade 1 ou diferenciação), uma vez que uma certa diferenciação é desejável na Manufatura em Massa Atual. Os *trade offs* produtividade versus qualidade (*trade off* (iv) da tabela 2.6) e produtividade versus flexibilidade (*trade off* (vi) da tabela 2.6) explicam esta menor ênfase nos objetivos qualificadores.

A Manufatura Enxuta apresenta clara ênfase na qualidade, porém ainda permanecem preocupações com a produtividade e já se tem uma grande preocupação com a variedade 1

(variedade simples ou diferenciação). Apesar de acreditarmos que a diferenciação é um qualificador tanto para a Manufatura em Massa Atual quanto para a Manufatura Enxuta, na Manufatura Enxuta este grau de diferenciação é muito maior. Os *trade offs* entre qualidade e produtividade e entre qualidade e flexibilidade (respectivamente os *trade offs* (iv) e (ix) da tabela 6) ajudam a explicar a menor ênfase em flexibilidade e produtividade (objetivos qualificadores).

A Manufatura Responsiva tem clara ênfase na responsividade, que como vimos é composta pelos objetivos relacionados ao tempo (velocidade e pontualidade) e pela variedade 2 (também denominado diversificação, a qual é formada pelo objetivo flexibilidade de curto prazo como ganhador de pedidos e a flexibilidade de longo prazo e adaptabilidade como qualificadores). Já os outros objetivos (qualidade e produtividade) têm uma menor ênfase, uma vez que existem *trade offs* significativos entre o tempo e a qualidade (*trade off* (viii) da tabela 6), entre a flexibilidade (no caso, a de curto prazo) e a produtividade (*trade off* (vi) da tabela) e entre a flexibilidade e a qualidade (*trade off* (ix))

A Customização em Massa tem ênfase na "customabilidade" (como definimos anteriormente este objetivo é formado pelos objetivos flexibilidades de curto e de longo prazo, adaptabilidade e "ciberneticidade" como ganhadores de pedido). Neste caso, o tempo, a qualidade e a produtividade se tornam objetivos qualificadores, pois existem *trade offs* claros entre a "customabilidade" (representada pela flexibilidade e adaptabilidade) e estes objetivos (*trade offs* (v), (vi), (ix)).

A Manufatura Ágil apresenta seu foco na agilidade, que como a "customabilidade" é formada pelos objetivos flexibilidade de curto e longo prazo, adaptabilidade e "ciberneticidade". Quanto aos objetivos qualificadores são os mesmos da Customização em Massa, pelas mesmas razões. Apesar de a primeira vista apresentarem ênfase nos mesmos objetivos estratégicos, estes dois PEGEMs apresentam claras diferenças quanto ao foco dos objetivos "customabilidade" e agilidade. Enquanto a "customabilidade" visa entregar produtos de acordo com os requisitos do cliente dentro de uma linha de produtos, a agilidade visa fornecer soluções para os clientes, buscando produtos fora de sua linha tradicional de produtos. Esta diferença tem impacto direto nos diversos objetivos: i) com relação ao objetivo adaptabilidade podemos dizer que, apesar deste objetivo ser ganhador de pedidos para ambos os PEGEMs, a adaptabilidade da manufatura ágil é bem maior do que a adaptabilidade da customização em massa, envolvendo também um alto grau de constante inovação; ii) referente às flexibilidades de curto e de longo prazo elas têm diferentes ênfases na Customização em Massa e na Manufatura Ágil: a Customização em Massa busca

flexibilidade a fim de customizar os produtos de acordo com os clientes dentro de um determinado *mix*; já a Manufatura Ágil busca a flexibilidade nos processos, procurando mudar linhas inteiras de produtos de acordo com oportunidades de mercado; iii) quanto à “ciberneticidade” destacamos que a diferença está na ênfase deste objetivo: enquanto a customização em massa utiliza a tecnologia de informação para o estabelecimento de contato com os clientes a fim de determinar o grau de customização necessário, a manufatura ágil utiliza esta tecnologia para a realização de parcerias virtuais. Além destas diferenças com relação aos objetivos ganhadores de pedidos acreditamos haver mais diferenças entre estes dois PEGEMs com relação aos objetivos qualificadores tempo e produtividade. Acreditamos que a performance em tempo e produtividade (custo) da Customização em Massa seja um pouco melhor do que a Manufatura Ágil. Na verdade acreditamos que estes dois objetivos sejam o “preço” a ser pago pela agilidade em relação à “customabilidade”. Esta diferença entre Customização em Massa e Manufatura Ágil com relação ao foco dos objetivos estratégicos nos leva a crer na existência de um *trade off* entre “customabilidade” e agilidade. Esta afirmação vai de encontro ao que pensa GORANSON (1999); para este autor a “customabilidade” prejudica a agilidade. Nas próprias palavras do autor: “podemos imaginar facilmente exemplos onde a agilidade 1 (“customabilidade”) age contra a agilidade 2 e 3”. Uma ampla discussão das diferenças e semelhanças entre a Customização em Massa e a Manufatura Ágil se encontra no capítulo 7 desta tese.

Como podemos notar, nosso modelo de relacionamento entre os PEGEMs e os objetivos de desempenho da produção têm vários aspectos dos modelos anteriores de BOOTH (1996) e de FERNANDES & MACCARTHY (1999); porém apresenta algumas vantagens importantes:

- apresenta um número maior de objetivos de desempenho da manufatura, bem como de PEGEMs;
- diferencia Manufatura em Massa de manufatura repetitiva através de uma imersão nos conceitos de Gestão da Produção e da criação de um novo conceito: PEGEM;
- diferencia cada PEGEM através de seus princípios e capacitadores exclusivos;
- fornece uma clara visão dos *trade offs* da manufatura através da incorporação de uma visão de priorização dos objetivos em cada PEGEM representado por objetivos ganhadores de pedido e qualificadores.



## 2.6 Conclusões

O presente capítulo apresentou primeiramente um histórico sobre a evolução dos principais paradigmas de gestão da manufatura surgidos no século XX. A partir desta evolução foi criado um novo e importante conceito dentro da Gestão da Produção, o conceito de Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura (PEGEMs). A criação deste novo conceito, bem como a identificação de seus elementos chave cumpre alguns objetivos importantes:

- uniformiza conceitos dentro da Gestão da Produção, através da comparação dos PEGEMs a outros termos bastante utilizados na Gestão da Produção;
- fornece maior base para um maior conhecimento, divulgação e aprofundamento de pesquisas relativas aos PEGEMs;
- possibilita o aparecimento de análises comparativas entre os PEGEMs

Além disso este capítulo apresenta um modelo que relaciona os PEGEMs aos objetivos estratégicos da produção. Este modelo, bem mais completo do que outros modelos existentes na literatura, mostra que existe um relacionamento claro entre os PEGEMs e os objetivos estratégicos da manufatura. Portanto este modelo cumpre o objetivo de mostrar que cada empresa deve buscar o PEGEM mais adequado a seus objetivos estratégicos e não necessariamente a Manufatura Ágil é o paradigma mais adequado para todas as empresas.

Além disso, a introdução deste novo conceito, totalmente integrado, serve de base para um melhor entendimento dos paradigmas de manufatura surgidos no século XX, bem como sua melhor aplicabilidade ajudando desta forma na redução da lacuna entre a teoria e prática dentro da Gestão da Produção.

---

## Capítulo 3 – A relação entre os PEGEMs e o Controle da Produção: a proposta de uma abordagem estratégica para o Planejamento e Controle da Produção

---

### 3.1 Introdução

A integração entre a Estratégia da Produção e o Planejamento e Controle da Produção (PCP) é de vital importância na opinião de diversos autores (VOLLMANN *et al*, 1997; CORREA & GIANESI, 1996; PIRES, 1995, dentre outros). Porém este assunto não vem sendo tratado com a devida importância na literatura. Nas palavras de ADAN Jr. & SWAMIDAS (1989) “ a falta de integração entre aspectos da estratégia de produção e o planejamento e controle da produção é um dos temas perdidos na área de Gestão da Produção”. O presente capítulo tem por finalidade exatamente apresentar um relacionamento entre aspectos importantes do Controle da Produção (CP) e os PEGEMs (Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura). Dessa forma, este capítulo pretende caminhar na direção do preenchimento desta importante lacuna em Gestão da Produção. Além disso, este capítulo também se destina a apresentar uma conceituação clara e concisa, uniformizando conceitos e termos importantes do planejamento e controle da produção. Estes conceitos são vitais para a compreensão de capítulos posteriores desta tese, principalmente do capítulo 6, o qual trata da Manufatura Responsiva (este PEGEM tem grande relação com o CP). Basicamente todo o referencial apresentado neste capítulo é uma síntese e ou adaptação dos principais aspectos de importantes trabalhos na área de PCP, como: FERNANDES (2003a); FERNANDES (2003b); MACCARTHY & FERNANDES (2000); BONNEY (2000); BONNEY *et al* (1999); FERNANDES (1991); dentre outras referências.

Este capítulo contribui com a literatura de Gestão da Produção com a proposição de modelos, até então não existentes na literatura, que integram paradigmas estratégicos a importantes conceitos em PCP, tais como níveis de repetitividade dos sistemas de produção, estratégias de resposta à demanda, Sistemas de Coordenação de Ordens de Produção e Compra (SICOPROCs) e sistemas de programação da produção. Através destes modelos mostramos que os níveis de repetitividade dos sistemas de produção, bem como as políticas

de resposta à demanda apresentam um relacionamento direto com os objetivos estratégicos da manufatura. Além disso, relacionamos a escolha dos SICOPROCs e de sistemas de programação aos objetivos estratégicos da manufatura de tal forma que a escolha de tais sistemas se dê de forma estratégica. Em outras palavras, podemos dizer que o nível de repetitividade dos sistemas de produção, as políticas de resposta à demanda, os SICOPROCs e os sistemas de programação da produção são escolhidos/determinados em função dos objetivos estratégicos da empresa, objetivos estes representados neste trabalho pelos PEGEMs (o relacionamento entre os objetivos estratégicos da manufatura e os PEGEMs foi mostrado e discutido na capítulo 2 desta tese).

Estrutturamos o capítulo de forma a tentar abranger todas as importantes definições e questões no âmbito do PCP, as quais serão utilizadas nos modelos, para depois apresentarmos estes modelos. Para tal, na seção 3.2 tratamos de definições gerais sobre sistemas de produção e sobre o PCP, focando a estrutura do Planejamento e Controle da Produção, e mais especificamente a estrutura do Controle da Produção. As próximas seções focam exatamente duas das principais funções do Controle da Produção as quais são utilizadas em nosso modelo de relacionamento: os Sistemas de Coordenação de Ordens de produção e de Compra (definições são tratadas na seção 3.3 e uma metodologia para a escolha de tais sistemas é mostrada na seção 3.4) e os sistemas de programação com capacidade finita (tratados na seção 3.5). Na seção 3.6 apresentamos nossos modelos de relacionamento entre os PEGEMs e aspectos do Controle da Produção discutidos. Finalmente na seção 3.7 tecemos algumas considerações finais.

### **3.2 Reflexões sobre o Planejamento e Controle da Produção**

FERNANDES (2003a) define Produção como sendo qualquer conjunto de processos (cada um destes compostos por um conjunto de atividades) executados para se atingir determinados objetivos; em geral, transformar recursos em bens e ou serviços lucrativos.

Neste contexto, outra definição de extrema valia é o de sistema de produção industrial. Recordando os capítulos 1 e 2 desta tese, definimos, de acordo com MACCARTHY & FERNANDES (2000), sistema de produção industrial como o conjunto de elementos (humanos, físicos ou procedimentos gerenciais) inter relacionados que são projetados para gerar produtos finais cujo valor supere o total dos custos incorridos para obtê-los. Em outras palavras: “sistema de produção é tudo aquilo que transforma *input* em *output* com valor inerente” (SIPPER & BULFIN, 1997). A estas definições acrescentamos

um ponto importante salientado por FERNANDES (2003a): num sistema de produção pelo menos um objetivo de desempenho da produção deve ser atingido.

Os sistemas de produção podem ser classificados de diversas maneiras. Apresentamos no capítulo 2 desta tese, duas diferentes classificações para os sistemas de produção: uma classificação baseada no tipo de *output* obtido e no tipo de fluxo de produção e uma segunda proposta multidimensional baseada em doze variáveis (esta classificação, proposta por MACCARTHY & FERNANDES (2000) será pormenorizada na seção 3.4 deste capítulo). Além destas, existem outras formas de classificar os sistemas de produção (MACCARTHY & FERNANDES (2000) discutem uma série de classificações de sistemas de produção). Neste capítulo apresentamos uma classificação baseada na forma de resposta do sistema de produção ao cliente. A literatura em Gestão da Produção apresenta basicamente quatro diferentes formas de um sistema de produção responder à demanda: *make to stock* (produção para estoque); *assembly to order* (montagem sob encomenda), *make to order* (fabricação sob encomenda) e *engineering to order* (projeto sob encomenda). A figura 3.1 mostra estas quatro formas básicas de resposta a demanda, dividindo o *make to order* em *make to order 1* e *2*, conforme estes adquiram ou não seus suprimentos sob encomenda. Estas políticas de resposta à demanda são relacionadas aos PEGEMs na seção 3.6, dando um enfoque estratégico a tais políticas. Na figura 3.1 notamos que estas estratégias definem o tamanho e os tipos de *lead time* dos sistemas de produção (portanto definindo também o tempo de resposta de tais sistemas). Estas informações serão de grande valia quando tratarmos da Manufatura Responsiva (capítulo 6 desta tese)

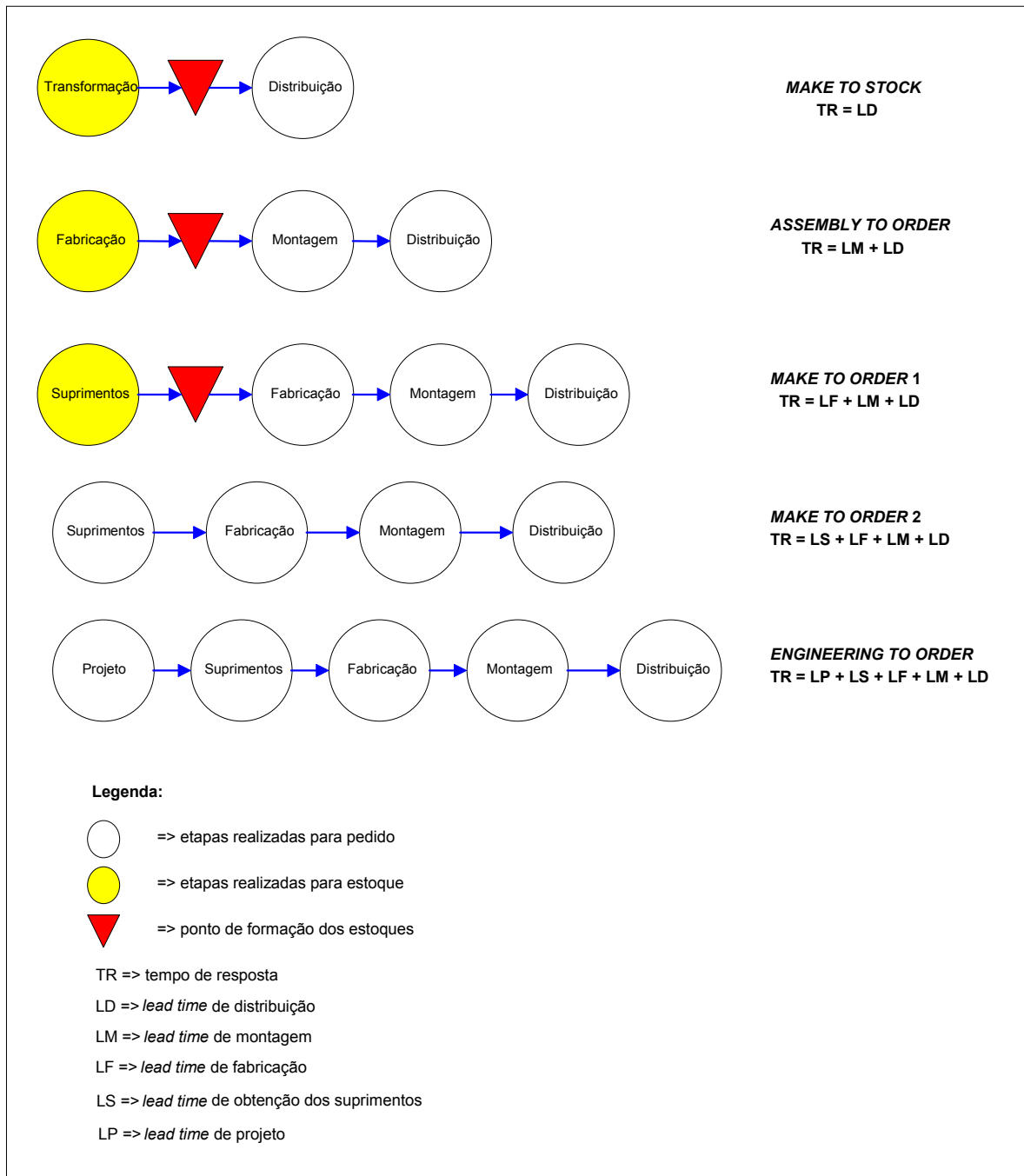


Figura 3.1: As formas de resposta à demanda dos sistemas de produção

Após definirmos o que entendemos por Produção, por sistema de produção industrial e apresentarmos como estes sistemas podem reagir à demanda, vamos definir o que entendemos por Planejamento e Controle da Produção, bem como apresentar sua estrutura. Primeiramente tratamos estas funções de forma conjunta; depois desmembramos esta função em duas: Planejamento da Produção (PP) e Controle da Produção (CP), para então podermos focar o CP.

Entendemos que as atividades de Planejamento e Controle da Produção envolvem uma série de decisões com o objetivo de definir o que, quanto e quando produzir e comprar,

além dos recursos a serem utilizados (CORREA *et al*, 2001). Estas decisões seguem uma estrutura hierárquica mostrada na figura 3.2. Esta figura é proposta por FERNANDES (2003a) e está de acordo com a grande maioria da literatura em Gestão da Produção (CORREA *et al*, 2001; DAVIS *et al*, 2001; GAITHER & FRAZIER, 2001; SIPPER & BULFIN, 1997; PIRES, 1995; dentre muitos outros).

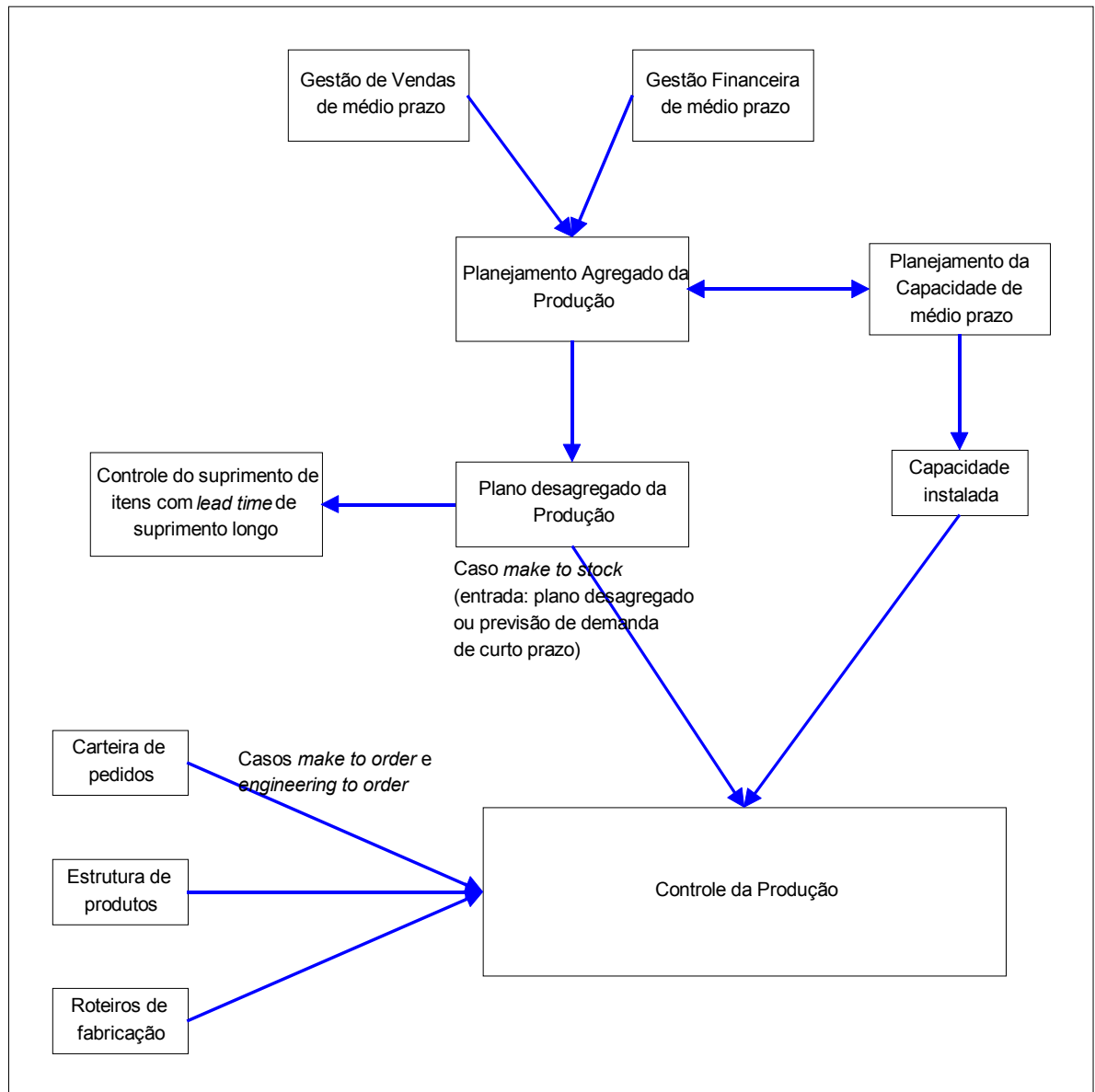


Figura 3.2: A estrutura do Planejamento e Controle da Produção  
Fonte: FERNANDES (2003a)

Existe muita controvérsia na literatura a respeito dos horizontes de planejamento das atividades e do escopo do Planejamento e do Controle da Produção. Nesta tese entendemos, como em FERNANDES (1991), que o Planejamento da Produção está relacionado às atividades de médio prazo (em geral entre 3 e 18 meses) e assim, toma decisões de intenção, na forma agregada, em termos de: i) o que produzir, comprar e entregar; ii) quanto produzir,

comprar e entregar; iii) quando produzir, comprar e entregar; iv) quem e/ou onde e/ou como produzir. Para FERNANDES (2003a) estas decisões de intenção são tomadas com bastante antecedência para que não ocorram imprevistos no futuro. Ainda de acordo com este autor, estas decisões são baseadas principalmente em previsões. Exemplos das muitas decisões no âmbito do Planejamento da Produção são: subsidiar decisões na elaboração de contratos de fornecimento, planejamento de capacidade de médio prazo, subcontratação, terceirização, política de horas extras e de bancos de horas, contratações e demissões no médio prazo, aquisição de novos equipamentos, desativação de equipamentos, ajuda a nortear decisões sobre políticas de controle da produção e de estoques, dentre outras.

Já o Controle da Produção pode ser definido como a atividade gerencial responsável por regular (planejar, coordenar, dirigir e controlar), no curto prazo (geralmente até 3 meses), o fluxo de materiais em um sistema de produção por meio de informações e decisões para execução. Esta definição foi construída a partir das definições de CP de FERNANDES (1991) e BURBIDGE (1990). As decisões do âmbito do CP objetivam basicamente responder às mesmas questões já enunciadas anteriormente quando tratamos do PP, ou seja o que, quanto e quando produzir, comprar e entregar e quem, onde e como produzir. Porém estas decisões são detalhadas, desagregadas e tomadas em geral com pouca antecedência. A estrutura do processo decisório do Controle da Produção é mostrado na figura 3.3. Carteira de pedidos, previsão de demanda de curto prazo, lista de materiais, roteiros de produção, dentre outros, são as entradas para a realização hierárquica das três grandes funções do CP: programa mestre de produção, coordenação de ordens de produção e compra e programação de operações. Estas funções determinam um programa de produção. Então é realizado um acompanhamento dos níveis de estoque e produção para se determinar se o realizado é igual ao programado. Caso isto se verifique, a programação é feita somente para o período seguinte, caso contrário, ocorrem reprogramações no mesmo período. Também ordens urgentes e inesperadas entram nestas reprogramações.

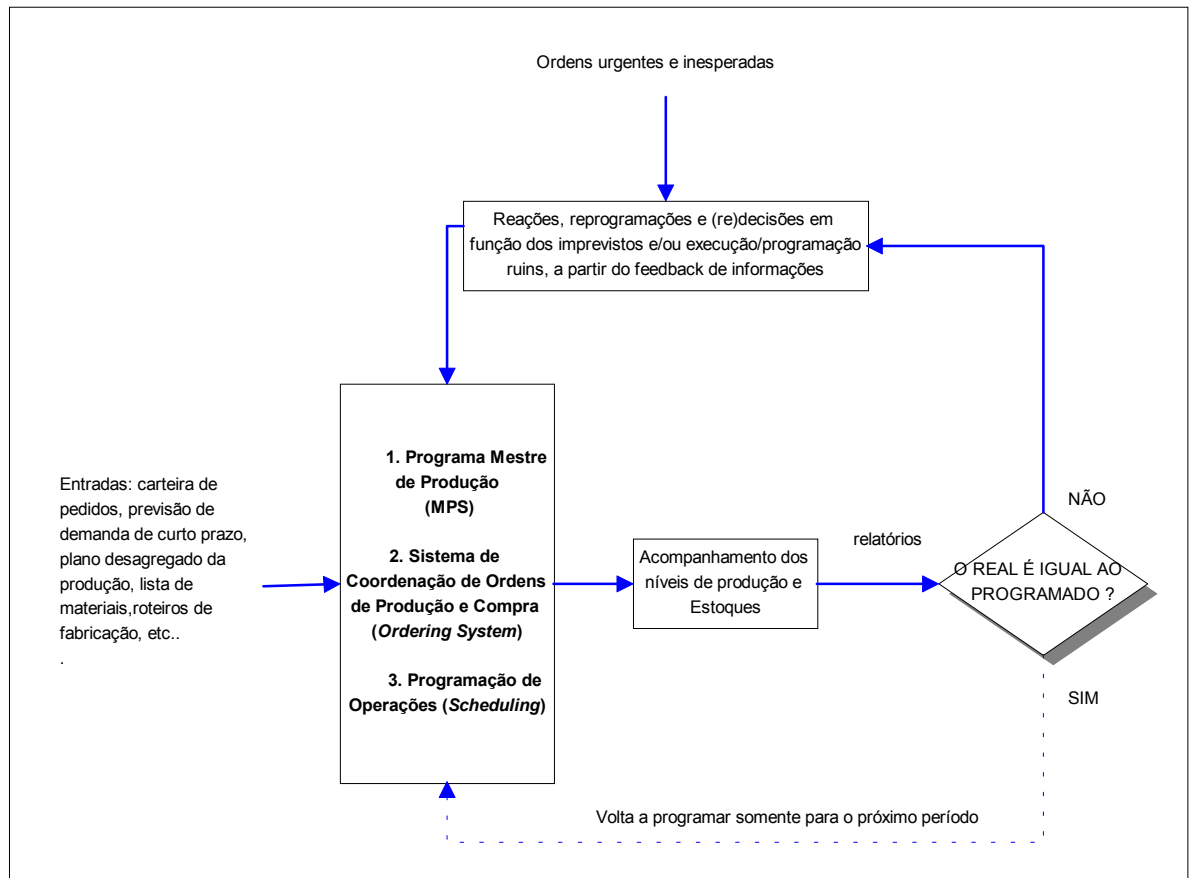


Figura 3.3: A estrutura do Controle da Produção  
 Fonte: FERNANDES (2003a)

Como podemos notar na figura 3.3, basicamente, as três grandes funções do Controle da Produção são:

- Programa Mestre de Produção (MPS) => é definido por FERNANDES (1991) como sendo um plano de curto prazo que estabelece quais produtos e em que quantidades deverão ser fabricados num determinado período de tempo;
- Sistema de Coordenação de Ordens de Produção e Compra (SICOPROC) => é uma nova nomenclatura, proposta por FERNANDES (2003b) para o termo inglês *Ordering System*. Para este termo, adotaremos a definição de FERNANDES (1991) e FERNANDES (2003b). Assim sendo, *Ordering System* é um sistema de informações que programa as necessidades em termos de componentes e materiais e/ou controla o momento de liberação e/ou execução das ordens de compra e produção;
- Programação de Operações => É o seqüenciamento ou priorização das tarefas nas máquinas. Esta função tem como objetivo ordenar as tarefas nas máquinas, especificando o momento de início e fim das operações de cada tarefa.



Devido aos modelos de relacionamento propostos neste capítulo se referirem aos Sistemas de Coordenação de Ordens de Produção e Compra e programação de operações, focamos as seções 3 e 4 deste capítulo nestes temas.

### **3.3 Os Sistemas de Coordenação de Ordens de Produção e Compra (SICOPROCs)**

Nesta seção pretendemos apresentar a grande maioria dos SICOPROCs existentes atualmente na literatura de Gestão da Produção, devidamente classificados. De acordo com FERNANDES (2003b), dada a importância dos SICOPROCs para o Controle da Produção, estes sistemas são muitas vezes denominados Sistemas de Controle da Produção, ou até mesmo, por abuso de linguagem, de Sistemas de Planejamento e Controle da Produção.

Uma primeira classificação dos SICOPROCs foi proposta por BURBIDGE (1988), o qual dividiu estes sistemas em três grandes grupos: i) sistemas para fazer de acordo com o pedido (quando não se produz para estoque mas sim para ordens de clientes); ii) sistemas de estoque controlado (nos quais as decisões de produção se baseiam nos níveis de estoque); iii) sistemas de fluxo controlado (quando as decisões são baseadas na conversão do MPS para necessidades de itens componentes).

Uma alteração a este sistema de classificação foi proposto por FERNANDES (1991), o qual subdividiu os itens ii) e iii) anteriores de acordo com a relação entre o fluxo de materiais e o fluxo de informações nos sistemas de produção. Quando o fluxo de informações caminha na mesma direção que o fluxo de materiais podemos dizer que o sistema empurra a produção; já quando o fluxo de informações caminha em direção oposta ao fluxo de materiais dizemos que o sistema puxa a produção. Nesta tese é exatamente desta forma (definições de autores como FERNANDES (2003b); BONNEY *et al* (1999)) que entendemos o conceito de empurrar e puxar a produção; apesar destes conceitos serem bastante discutidos na literatura (ver BONNEY *et al* (1999)). Dessa forma, para FERNANDES (1991), os SICOPROCs se subdividem em 5 grandes grupos: i) sistemas de pedido controlado; ii) sistemas de estoque controlado que empurra a produção; iii) sistemas de estoque controlado que puxa a produção; iv) sistemas de fluxo controlado que empurra a produção; v) sistemas de fluxo controlado que puxa a produção.

Neste trabalho adotaremos uma terceira classificação para os SICOPROCs, mais recente que as anteriores. Esta classificação é devida à FERNANDES (2003b). Este autor modifica um pouco as duas classificações anteriores, classificando os SICOPROCs em

quatro grupos. A seguir apresentamos esta classificação, alocando em cada categoria os principais e mais utilizados SICOPROCs.

**1) Sistemas de pedido controlado:** nestes sistemas é impossível manter estoques de produtos finais. Dois sistemas de pedidos controlados citados por FERNANDES (2003b) são:

**1.i) Sistema de programação por contrato:** é utilizado para tratar produtos de grande complexidade, fabricados sob encomenda. A coordenação de ordens neste caso deve ser feita de forma que o contrato estabelecido seja cumprido e que este não custe mais do que o planejado. Basicamente esta coordenação segue algumas etapas que vão desde o projeto do produto e de seus componentes até a emissão efetiva das ordens de fabricação de todos os componentes. Este sistema envolve também a elaboração de cronogramas (neste passo são úteis as técnicas PERT (*Program Evaluation and Review Technique*/CPM (*Critical Path Method*) são utilizadas), o planejamento de métodos de produção, a programação de operações e materiais e análises de capacidade/alocações de cargas.

**1.ii) Sistema de alocação de carga por encomenda:** de acordo com BURBIDGE (1988) este sistema aplica-se a sistemas de produção não repetitivos nos quais as encomendas são itens indivisíveis. Basicamente este SICOPROC tem como objetivo transformar os pedidos de clientes em ordens de fabricação e requisições de compra, se preocupando em alocar as ordens de forma a cumprir os prazos de entrega. Dessa forma, neste sistema, a estimativa de tempos e a manutenção de um registro do saldo de carga nos centros de trabalho (pelo menos nos gargalos) é vital. O gráfico de Gantt é uma ferramenta que pode ser utilizada para ajudar nestas duas tarefas.

**2) Sistemas de estoque controlado que puxa a produção:** nestes sistemas as decisões são baseadas no nível de estoque, o qual puxa a produção. FERNANDES (2003b) classifica 4 sistemas dentro desta categoria.

**2.i) Sistema de revisão contínua:** este conhecido sistema aparece na literatura com vários nomes, dentre eles, sistema de duas gavetas, sistema de ponto de reposição e sistema de estoque mínimo. A lógica deste sistema é sempre emitir uma ordem quando o nível de estoque cai abaixo de um determinado nível. Uma versão mais trabalhada deste sistema considera uma demanda estocástica durante o *lead time* e trabalha com o lote econômico. O sistema de revisão contínua geralmente é associado na literatura a itens de menor valor

(BURBIDGE, 1975; HAUTANIEMI & PIRTILLA, 1999) e a situações nas quais é difícil relacionar as necessidades dos componentes com as necessidades dos produtos finais.

**2.ii) Sistemas de revisão periódica:** neste sistema são emitidas ordens em períodos regulares e fixos. A quantidade destas ordens é calculada visando chegar a um nível máximo de estoque, o qual é calculado partindo-se de determinado nível de serviço que se deseja e de distribuições de probabilidade da demanda durante o *lead time* (*lead time* de suprimento mais o período de revisão).

**2.iii) Sistemas CONWIP EC:** o sistema *CONWIP* foi introduzido por SPERMAN *et al* (1990). Por *CONWIP EC*, FERNANDES (2003b) entende um sistema cuja lógica é manter constante o estoque em processo, o qual é necessariamente igual ao número de *containers* na linha de produção. Basicamente o fluxo de informação e materiais do *CONWIP EC* é a seguinte: após o final do último estágio de produção, o material produzido vai para o estoque, enquanto o container volta para o início da linha e recebe um outro cartão que estava no início de uma fila de cartões. Já o cartão que estava anteriormente neste contêiner volta para o final da lista de cartões. Devemos notar que este sistema puxa a produção uma vez que o fluxo de informações (representado pelo cartão) vai em direção contrária ao fluxo de materiais.

**2.iv) Sistemas *kanban* de duplo cartão:** este sistema trabalha com dois tipos de cartões: a) *kanbans* de transporte (também chamados cartões de requisição ou de transferência), os quais circulam entre dois setores produtivos consecutivos e tem por finalidade autorizar a movimentação do material de uma estação de trabalho para outra e b) *kanbans* de produção, os quais circulam dentro de um único setor produtivo e tem por finalidade autorizar a produção de um determinado item. Detalhes sobre o funcionamento deste SICOPROC podem ser encontrados em VOLMANN *et al* (1997) ou SIPPER & BULFIN (1997). Se o último estágio for programado este sistema passa a pertencer à classe 4.

**3) Sistemas de Fluxo Programado que empurra a produção:** estes sistemas baseiam sua decisão na transformação das necessidades do MPS (Programa Mestre de Produção) em itens componentes por um departamento de Planejamento e Controle da Produção centralizado. Além disso, o fluxo de materiais segue a mesma direção do fluxo de informações, ou seja, a produção é empurrada.

**3.i) Sistema de estoque base:** neste sistema são emitidas pelo departamento de PCP, no início do período, ordens de fabricação e compra para os diversos setores de produção. Os lotes são definidos a partir de quantidades consumidas no período anterior (ou previsão para

o período futuro) somados a uma quantidade em estoque que se deseja ter no final do período menos a quantidade já disponível em estoque no início do período. Quando as ordens chegam nos departamentos, a produção é empurrada em direção ao próximo setor produtivo.

**3.ii) PBC (*Period Batch Control*):** Basicamente o esquema do PBC é o seguinte: partindo-se de um programa mestre de produção definido para ciclos de igual tamanho, é feita a “explosão” deste plano para definir as quantidades a serem produzidas de cada item dentro do ciclo em questão. Após isso, atribuem-se tempos para as etapas do processo, incluindo vendas, montagem, fabricação de componentes e emissão de ordens/obtenção de materiais. A implantação do PBC requer algumas condições (BURBIDGE, 1994): o tempo de processamento de todos os produtos deve ser menor que um período (portanto, itens com *lead times* grandes, que não podem ser reduzidos, não podem ser controlados pelo PBC) ; o tempo de *set up* deve ser reduzido para que quando se desejar trabalhar com períodos mais curtos não haja prejuízo à capacidade da fábrica; os *lead times* de compras devem ser menores que um período (altos *lead times* de suprimentos inviabilizam o uso do PBC para controlar estes itens). Uma maneira de se tentar atenuar a primeira e a segunda limitações é a utilização de *lay out* celular (BURBIDGE, 1975). Uma outra observação importante sobre o PBC é com relação ao nível de repetitividade do sistema de produção adequado ao seu uso: de acordo com MACCARTHY & FERNANDES (2000), o PBC é um sistema destinado a sistemas de produção repetitivos ou semi repetitivos. Mais detalhes a respeito do sistema PBC são encontrados em diversos trabalhos, como por exemplo: SILVA (2002); ZACARELLI (1987); STEELE & MALHOTRA (1997); BURBIDGE (1988); ZELENOVIC & TESIC (1988); KAKU & KRAJEWSKI (1995), sendo que estes últimos 4 trabalham bastante com a relação entre PBC e o *lay out* celular. Uma alternativa ao PBC é o SPBC desenvolvido por FERNANDES (1991) e que se diferencia do PBC pela utilização de um período duplo de fabricação e um esquema de atribuição de prioridade às peças. Vale destacar ainda que BENDERS & RIEZEBOUS (2002) consideram que o PBC é um clássico e não um sistema desatualizado.

**3.iii) MRP:** O MRP (*Material Requirements Planning*) e o seu sucessor (MRP II) são sistemas de grande porte. Estes sistemas, desde os anos 70, têm sido implementados na maioria das grandes empresas ao redor do mundo (CORRÊA & GIANESI, 1996). O MRP permite que, com base na decisão de produção dos produtos finais (MPS), seja determinado automaticamente o que, quanto e quando produzir e comprar os diversos itens semi-acabados, componentes e matérias primas. O MRP II é uma evolução do MRP, a qual leva

em conta também decisões de capacidade, ou seja inclui a questão de como produzir às questões já respondidas pelo MRP. O MRP II utiliza uma lógica estruturada de planejamento que prevê uma seqüência hierárquica de cálculos, verificações e decisões, visando chegar a uma liberação planejada de ordens viável em termos de disponibilidade de materiais e de capacidade produtiva. Uma grande vantagem dos sistemas MRP é a possibilidade de sua implantação em ambientes com grande variedade de produtos com estruturas complexas, ambientes estes não propícios à utilização da grande maioria dos SICOPROCs. Por outro lado, por ser um sistema de grande porte, requer grandes investimentos (maior que a grande maioria dos SICOPROCs), além de apresentar grande dificuldade no dimensionamento de *lead times* e não tratar de forma desejável a questão da programação no curto prazo, uma vez que é um sistema de capacidade infinita.

**3.iv) OPT (*Optimized Production Technology*):** O OPT, de acordo com CORREA & GIANESI (1996) é um sistema que se compõe de pelo menos dois elementos fundamentais: a) sua filosofia (a qual é explicitada por nove princípios intuitivos (alguns autores citam dez), os quais basicamente tentam maximizar o fluxo de produtos vendidos e reduzir os níveis de estoques no sistema e de despesas operacionais) e b) um software. Basicamente o OPT reconhece a existência de dois tipos de recursos produtivos: os gargalos e os não gargalos. Os recursos gargalos são aqueles que limitam a capacidade produtiva do sistema e portanto devem ser tratados de forma especial. Toda a programação nos outros centros produtivos são originadas da programação dos gargalos. As vantagens da utilização do OPT estão relacionadas a reduções de *lead time* e estoques. As limitações estão relacionadas aos altos custos e dificuldades de utilização e análises do software (de acordo com VOLLMANN *et al* (1997) o OPT não é transparente e é difícil de entender).

**3.v) sistema de lotes componentes e 3.vi) sistema do lote padrão:** não trataremos destes dois sistemas, pois de acordo com FERNANDES (2003b) estes se encontram atualmente em desuso.

**4) Sistemas Híbridos:** estes sistemas têm características das duas classes anteriores

**4.i) Sistema de controle MaxMin:** de acordo com FERNANDES (2003b) este sistema é mais utilizado para controlar o fornecimento de componentes e materiais comprados de baixo valor. Além disso, neste tipo de sistema, as entregas devem ser feitas em intervalos regulares, cobrindo uma necessidade fixa por período. O procedimento básico deste sistema é o seguinte: são definidos os programas de necessidade para cada item e então fixados limites de variação para o estoque: o limite inferior geralmente corresponde a um estoque de

reserva para o caso de atrasos no fornecimento ou aumentos no consumo, enquanto que o limite superior geralmente é formado pelo estoque de reserva somado ao lote de entrega (necessidade). Finalmente é realizado um acompanhamento dos níveis de estoque dentro destes níveis de controle, corrigindo-os se necessário.

**4.ii) Sistema CONWIP H:** Este sistema é bastante parecido com o CONWIP EC descrito anteriormente. A diferença é que a lista de cartões é gerada a partir da explosão do programa mestre de produção (MPS), vindo portanto do departamento de PCP. Esta lista é chamada por alguns autores (SIPPER & BULFIN, 1997; por exemplo) de lista de pedidos em carteira (*backlog list*). Desta forma neste sistema as decisões são originadas do PCP a partir da explosão do MPS, ao mesmo tempo em que o fluxo de informações é contrário aos de materiais. Isto confere uma característica híbrida a este sistema (FERNANDES, 2003b).

**4.iii) Sistema *Kanban* de cartão único:** Para FERNANDES (2003b) existem algumas variações para o *kanban* de cartão único na literatura. Sistemas com apenas o cartão de requisição ou com apenas o cartão de produção são dois exemplos destas variações. No caso do sistema *kanban* com apenas o cartão de requisição, a lógica é a seguinte: quando um centro de trabalho requer mais componentes para serem processados ele coleta um *contêiner* cheio direto da armazenagem do estágio anterior. Após a produção, o contêiner vazio é enviado ao estágio de produção anterior e este representa o sinal para a produção neste estágio. Já o cartão de requisição vai para uma caixa de espera. A saída deste cartão da caixa de espera de volta ao ponto de estocagem representa a autorização para a movimentação de mais um contêiner cheio. Já no caso do sistema *kanban* com apenas o cartão de produção o operador inicia a produção a partir de uma prioridade estabelecida por um painel com faixas de diferentes cores (usualmente vermelha, amarela e verde). Tendo-se esta prioridade este operador vai até a estação de trabalho anterior e pega o material necessário a produção do item, colocando no painel desta operação anterior o *kanban* de produção. Em ambos os casos, para o sistema ser considerado híbrido há necessidade do último estágio ser programado; caso isto não ocorra, o sistema passa a ser do tipo de estoque controlado. Algumas observações a respeito do sistema *kanban* são válidas tanto para os sistemas de cartão único como para os sistemas de cartão duplo vistos anteriormente: reconhecidamente o “*kanban* não é para todos” (SIPPER & BULFIN (1997); altos tempos de *set up*, demanda muito variável e alta variedade de produtos inviabilizam a utilização deste sistema.

**4.iv) Sistema RDB (corda, tambor, pulmão):** Assim como o OPT, também o RDB é baseado na teoria das restrições. A idéia básica do RDB é que haja uma sincronização entre

as etapas produtivas. Para SIPPER & BULFIN (1997) a característica mais importante do RDB é que o lote de produção não é necessariamente igual ao lote de transferência. Na verdade a lógica do sistema faz com que todas as estações de trabalho trabalhem no mesmo ritmo do gargalo (tambor) e existe um *feedback* de informação (corda) para o estoque de matérias primas. Antes do gargalo é mantido um estoque de materiais (pulmão) a fim de manter a produção neste recurso caso haja problemas nas estações anteriores.

Para finalizar esta seção vale a pena tecer alguns comentários relacionando o *kanban* e o CONWIP (EC ou H), uma vez que estes sistemas muitas vezes podem parecer bastante semelhantes. Uma diferenciação entre estes dois sistemas é a seguinte (SPEARMAN & ZANZANIS, 1992): enquanto no CONWIP os cartões são associados com todas os materiais produzidos em uma linha, no *kanban* os cartões se referem a cada produto. Também algumas vantagens do CONWIP sobre o *kanban* são apresentadas na literatura. Para SPEARMAN *et al* (1990), o CONWIP pode ser utilizado em ambientes com uma variedade maior de produtos e com tempo de preparação maiores do que o *kanban*. Além disso, o CONWIP pode trazer grandes benefícios a responsividade, através de um aumento da taxa de saída processo (HUANG *et al*, 1998), além da redução de estoques em processo (SPEARMAN & ZANZANIS, 1992), o que pode levar a uma maior pontualidade.

Na próxima seção vamos apresentar uma metodologia para a escolha de alguns dos SICOPROCs mais utilizados na prática. Esta metodologia foi proposta por MACCARTHY & FERNANDES (2000).

### **3.4 Uma Metodologia de classificação dos sistemas de produção para a escolha dos Sistemas de Coordenação de Ordens de Produção e Compras**

Para MACCARTHY & FERNANDES (2000) a escolha do correto sistema de controle da produção (aqui estamos utilizando a conceituação SICOPROC) depende de um grande entendimento do sistema de produção que se deseja gerenciar. Este conhecimento é possível através de uma classificação de tal sistema. Partindo deste pressuposto, estes autores propõem um sistema de classificação para sistemas da produção que objetiva a escolha do SICOPROC mais adequado a determinado sistema de produção (esta metodologia trata apenas dos mais conhecidos e utilizados SICOPROCs tratados na seção anterior). O sistema de classificação de MACCARTHY & FERNANDES (2000) é baseado em quatro grupos de características, as quais englobam doze variáveis. As características

são: caracterização geral, caracterização do produto, caracterização do processo e caracterização da montagem. As variáveis dentro destas quatro características são: tamanho da empresa, tempo de resposta, nível de repetitividade, nível de automação, estrutura dos produtos, nível de customização, número de produtos, tipos de estoque de segurança, tipos de *layout*, tipos de fluxo, tipos de montagem e tipos de organização do trabalho. A tabela 3.1 mostra todas estas variáveis, bem como cada atributo que cada uma pode assumir, dentro de cada característica. Neste trabalho nos preocuparemos somente em definir sucintamente estas variáveis (também consta na tabela 3.1). Mais detalhes a respeito de cada uma destas variáveis encontram-se em MACCARTHY & FERNANDES (2000).



Tabela 3.1: Atributos possíveis das variáveis do sistema de classificação de MACCARTHY & FERNANDES (2000)

Fonte: MACCARTHY & FERNANDES (2000)

CARACTERIZAÇÃO GERAL	CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tamanho da Organização</b> (L) =&gt; grande número de funcionários; (M) =&gt; médio número de funcionários ; (S) =&gt; pequeno número de funcionários.</li> <li>• <b>Tempo de Resposta</b> (SL + PL + DL) =&gt; se o sistema produz para ordem (DLa (P%)) =&gt; se o sistema produz para estoque com um nível de serviço igual a P% (DLb (P%)) =&gt; se o sistema não produz (somente compra, estoca, vende e entrega o item) e o nível de serviço é igual a P% (PL + DL) =&gt; se o sistema produz para ordem mas mantém estoque de matéria prima (SL + DL) =&gt; se o sistema não produz mas vende para ordem</li> <li>• <b>Nível de Repetitividade</b> (PC): sistema contínuo puro. (SC): sistema semi – contínuo: cada unidade de processo é contínuo puro e há combinações das rotas entre os diferentes processos. Esse processo é conhecido como sistema de produção de batelada. (MP): produção em massa . Maioria dos itens são repetitivos. (RP) : Sistema de produção repetitivo. Se pelo menos 75% dos itens são repetitivos, nesse caso a indústria metal/mecânica é um típico RP. (SR) : Sistema de produção semi- repetitivo. É considerado assim se um número considerável de peças repetitiva e não repetitiva, (NR) : Sistema de produção não repetitivo. A maioria dos itens são não repetitivos. (LP): Grandes Projetos.</li> <li>• <b>Nível de Automação</b> (N): automação normal: compreende todo tipo de mecanização onde o ser humano tem um alto grau de participação na operação ou nível de execução. (F): automação flexível: tem, na operação ou nível de execução, o controle por computador no papel principal, trabalhando em rede com controle numérico, normalmente com alguma forma de tecnologia FMS. (R): automação rígida: é o tipo encontrado em linhas de transferência com equipamento altamente especializado e dedicado. (M): automação mista: ocorre onde o sistema de produção processa unidades com diferentes níveis de automação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tipos de layout</b> (S): estação de trabalho simples (P): layout por produto. (F): layout funcional ou layout por processo. (G): layout por grupo. (FP): layout por posição fixada: os recursos (homens, equipamentos ) movem-se e não o produto.</li> <li>• <b>Tipos de estoques de segurança</b> (1): estoques antes do primeiro estágio de produção. (2): estoques intermediários entre os estágios de produção. (3): estoques depois do último estágio de produção.</li> <li>• <b>Tipos de fluxo</b> (F1): estágio simples, por exemplo, uma máquina no centro. (F2): estágio simples com máquinas idênticas em paralelo. (F3): estágio simples com máquinas não idênticas em paralelo. (F4): processo multi-estágios unidirecional, por exemplo, o clássico sistema flow-shop. (F5): processo multi-estágios unidirecional, que permite que estágios sejam pulados (overflow) . (F6): processo multi-estágios unidirecional, com máquinas iguais em paralelo. (F7): processo multi-estágios unidirecional com máquinas idênticas em paralelo mas permitindo que estágios sejam pulados (overflow). (F8): processo multi-estágios unidirecional com máquinas não idênticas em paralelo. (F9): processo multi-estágios unidirecional com máquinas não idênticas em paralelo, permitindo que estágios sejam pulados (overflow). (F10): processo multi-estágios multi-direcional, por exemplo, o clássico sistema job-shop. (F11): processo multi-estágios multi-direcional com máquinas idênticas em paralelo. (F12): processo multi-estágios multi-direcional com máquinas não idênticas em paralelo.</li> </ul>
CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO	CARACTERIZAÇÃO DA MONTAGEM
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Estrutura do produto</b> (SL): nível simples de produtos que não requerem montagem. (ML): nível de multi-produtos que requerem montagem.</li> <li>• <b>Nível de Customização</b> (1): produtos customizados, quando os clientes definem todos os parâmetros de design do produto. (2): produtos semi-customizados, quando os clientes definem parte do design do produto. (3): customização “mushroom”, há um número de componentes ou módulos padrões que são combinados de várias formas nos estágios finais do sistema de produção com poucas operações adicionais. (4): produto padrão, quando os clientes não interferem no design do produto.</li> <li>• <b>Número de produtos</b> (S): para um simples produto. (M): para múltiplos produtos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tipos de Montagem</b> (A1): Mista ( ingredientes químicos, por exemplo ). (A2): Montagem de um grande projeto (A3): Montagem de produtos pesados (A4): Montagem de produtos leves ( equipamentos médicos) em um posto de trabalho ou em um conjunto de postos de trabalho paralelos. (A5): Linha de montagem ritmada, onde a linha nunca pára. (A6): Linha de montagem ritmada, onde a linha para por um número de unidades de tempo (A7): Linha de montagem semi-ritmada, onde a linha não pára (A8): Linha de montagem não ritmada do tipo I (A9): Linha de montagem não ritmada do tipo II</li> <li>• <b>Tipos de organização do trabalho</b> (I): Trabalhadores individuais (T): Times de trabalho (G): Grupos de trabalho</li> </ul>

A partir desta classificação, MACCARTHY & FERNANDES (2000) defendem que cada sistema da produção (ou parte dele) tem características mais adequadas a implantação de um ou mais SICOPROC. Esta relação entre a classificação e alguns dos principais SICOPROCs é mostrado na tabela 3.2. Segundo MACCARTHY & FERNANDES (2000), todas as 12 variáveis consideradas nesta classificação multi-dimensional têm impacto direto na complexidade das atividades de um SICOPROC.

Tabela 3.2: As variáveis e a escolha de um sistema de PCP  
 Fonte: MACCARTHY & FERNANDES (2000)

<b>Nível de repetitividade dos sistemas de produção</b>							
<b>Outras variáveis</b>	Contínuo puro	Semi contínuo	Produção em massa	Repetitivo	Semi repetitivo	Não repetitivo	Grandes projetos
<b>Tamanho da empresa</b>	Para todos os níveis de repetitividade, quanto maior a empresa mais complexas são as atividades de PCP						
<b>Tempo de resposta</b>	DL (a-P%)	DL (a-P%)	DL (a-P%)	DL (a-P%)	PL+DL	PL+DL ou SL+PL+DL	SL+PL+DL
<b>Nível de automação</b>	Rígido	Rígido	Rígido	Normal ou Flexível	Normal ou Flexível	Normal ou Flexível	Normal
<b>Estrutura dos produtos</b>	Para todos os níveis de repetitividade, as atividades de PCP para múltiplos níveis de produtos são muito mais complexas do que para produtos de nível único						
<b>Nível de customização</b>	Produtos Padronizados	Padronizados ou <i>Mushroom</i>	Padronizados ou <i>Mushroom</i>	Padronizados ou <i>Mushroom</i>	<i>Mushroom</i> ou semi customizados	Customizado ou semi customizado	Customizado
<b>Número de produtos</b>	Para todos os níveis de repetitividade, as atividades de PCP para grande variedade de produtos são muito mais complexas do que para produtos únicos						
<b>Tipos de layout</b>	<i>Layout</i> por produto	<i>Layout</i> por produto	<i>Layout</i> por produto	<i>Layout</i> em grupo	<i>Layout</i> em grupo	<i>Layout</i> funcional	<i>Layout</i> de posições fixas
<b>Tipos de estoques de segurança</b>	(1) e (3)	(1), (2) e (3)	(1), (2) e (3)	(1), (2) e (3)	(1), (2) ou (1)	(1), (2) ou (2)	sem estoque de segurança
<b>Separar o fluxo</b>	A complexidade das atividades de PCP aumentam de F1 em direção a F12						
<b>Tipos de montagem</b>	(A1) ou desmontagem	(A1) ou desmontagem	(A5) ou (A6) ou (A7) ou não montagem	(A5) ou (A6) ou (A7) ou não montagem	(A7) ou (A8) ou (A7) ou não montagem	(A3) ou (A4) ou não montagem	(A2)
<b>Tipos de organização do trabalho</b>	Se existe montagem, o tipo de organização do trabalho tem um impacto direto na maneira a qual será feito o balanceamento do trabalho na montagem						
<b>Sistemas de planejamento e controle da produção</b>	Uma planilha para controlar a taxa de fluxo	Uma planilha para programar o trabalho	<i>Kanban</i>	<i>Kanban</i> ou <i>PBC</i>	<i>PBC</i> ou <i>OPT</i>	<i>MRP</i>	<i>PERT/CPM</i>

A última linha da tabela 3.2 mostra os SICOPROC ideais de acordo com este modelo proposto. “Enquanto o nível de repetitividade tem um forte impacto na escolha do SICOPROC básico, as outras variáveis tem impacto significativo sobre a complexidade do detalhamento do SICOPROC” (MACCARTHY & FERNANDES, 2000). Acreditamos que esta classificação dos sistemas de produção de acordo com o nível de repetitividade é muito importante para a tomada de um grande número de decisões no âmbito do Controle da Produção.

Visto a importância da repetitividade para a escolha do SICOPROC adequado a um sistema de produção, propomos neste ponto uma definição mais precisa e de mais fácil utilização para a repetitividade.

Como vimos no capítulo 2, a definição de repetitividade para MACCARTHY & FERNANDES (2000) é a seguinte: um item é repetitivo se ele consome um porcentagem significativa do tempo total disponível da unidade produtiva (pelo menos 5%). Um sistema

de produção é definido como sendo repetitivo se apresentar pelo menos 75% dos itens de produção repetitivos. Um sistema de produção não repetitivo é aquele no qual pelo menos 75% dos itens são não repetitivos. Já semi - repetitivo é o sistema de produção com pelo menos 25% dos itens repetitivos e pelo menos 25% não repetitivos. Acreditamos que esta definição, apesar de ser consideravelmente melhor que a definição que consta no relatório da APICS de 1982, (a qual considera repetitividade como sendo uma dimensão relacionada somente ao volume de produção de itens discretos) não leve em consideração a distinção entre dois conceitos que acreditamos ser de vital importância: diversidade e diferenciação.

Entendemos como diversidade uma real variedade de coisas distintas (este conceito é sinônimo da variedade 2, definida no capítulo 2). Já diferenciação está relacionado a pequenas alterações no produto que não chegam a alterar (ou alteram muito pouco) o processo produtivo, ou seja similar a definição de variedade 1. Exemplos de diferenciações são alterações de cor e tamanho na indústria de calçados. Algumas variáveis que ajudam a distinguir diversidade de diferenciação são:

- ⇒ o tempo de *set up*: quando o tempo de *set up* médio dos produtos é muito pequeno então estamos trabalhando com diferenciações nos produtos e não diversidade; do mesmo modo, quando temos alto tempo médio de *set up* então estamos trabalhando com itens verdadeiramente distintos e portanto diversidade;
- ⇒ o tempo de processamento dos produtos: itens realmente distintos (diversidade) tendem a apresentar diferentes tempos de processamento; do mesmo modo, produtos que representam apenas diferenciações tendem a apresentar tempos de processamento razoavelmente parecidos.

Portanto, com relação aos itens discretos, temos que a repetitividade está relacionada à definição de diversidade vista acima e não à definição de diferenciação. Dessa forma em um ambiente com repetitividade produção em massa não há praticamente nenhuma diversidade, sendo que pequenas e média diferenciações são possíveis. Em ambientes repetitivos apenas pequenas diversificações são possíveis, sendo que a diferenciação pode ser bastante alta. Em ambientes semi repetitivos temos além de uma alta diferenciação um médio nível de diversidade e finalmente em ambientes não repetitivos temos ambos, diversidade e diferenciação, altos. A tabela 3.3 resume estes comentários. Estamos trabalhando atualmente em um melhoria ainda maior da definição de repetitividade através da quantificação dos principais fatores que influenciam nesta importante variável da Gestão da Produção.

Tabela 3.3: Grau de diversidade e diferenciação nos níveis de repetitividade dos sistemas de produção discretos

Níveis de Repetitividade dos sistemas de produção discretos	Diversificação	Diferenciação
Produção em massa	Inexistente	Baixa/Média
Repetitivo	Baixa	Média/Alta
Semi repetitivo	Média	Alta
Não repetitivo	Alta	Alta

Após a apresentação dos principais SICOPROCs , bem como de uma metodologia para escolha de tais sistemas, tratamos, na próxima seção dos sistemas de programação da produção.

### 3.5 Os Sistemas de Programação da Produção e um método de classificação para tais sistemas

Já vimos anteriormente que a programação da produção tem como objetivo ordenar as ordens de produção nas máquinas, determinando datas de início e fim das operações. Para apoiar esta tarefa, foram desenvolvidos os chamados sistemas de programação com capacidade finita. Existe uma grande infinidade destes sistemas (seria impossível mencionar todos os existentes). Com a finalidade de embasar uma escolha voltada a aspectos estratégicos de tais sistemas vamos apresentar nesta seção uma classificação para tais sistemas, proposta por CORREA *et al* (2001). Ampliamos esta classificação através de inclusão de mais dois critérios, os quais acreditamos também serem de grande importância. A partir desta classificação podemos relacionar a programação da produção aos PEGEMs, fornecendo um aspecto estratégico a esta função.

A classificação de sistemas de programação da produção com capacidade finita proposta por CORREA *et al* (2001) se baseia em três critérios:

- método utilizado na solução do problema => dentro deste critério tem-se cinco categorias:
  - i) sistemas baseados em regras de liberação (SPT, EDD, etc...);
  - ii) sistemas matemáticos otimizantes (usam modelos matemáticos conseguindo encontrar o melhor resultado possível, porém com grande dificuldade de aplicação prática);
  - iii) sistemas matemáticos heurísticos (usam modelos matemáticos que garantem soluções “boas” e mais viáveis);
  - iv) sistemas especialistas puros (transformam o conhecimento em uma série de regras de decisão para se chegar a uma solução);
  - v) sistemas apoiados em redes neurais (simulam o processo de aprendizado da mente humana)
- grau de interação com o usuário => dentro deste critério tem-se duas categorias:
  - i) sistemas abertos (há necessidade de interação com o usuário, o qual conhece as regras

inerentes ao sistema e é o responsável pela tomada das decisões); iv) sistemas fechados (a responsabilidade da decisão é do próprio sistema, restando ao usuário somente a definição de alguns pequenos critérios)

- abrangência das decisões no âmbito do controle da produção => dentro deste critério tem-se quatro categorias: i) sistemas de apoio ao programa mestre de produção (determinam as quantidades e itens dos produtos finais a serem produzidos); ii) sistemas de apoio à programação da produção (definem as seqüências das ordens a serem produzidas nos recursos produtivos); iii) sistemas que executam a gestão dos materiais integrada à capacidade produtiva (gerenciam os estoques de matérias primas; esta categoria está relacionada aos sistemas de estoque controlados proposto por BURBIDGE, 1988); iv) sistemas que executam o monitoramento da realização do plano de produção.

A estes três critérios propostos por CORREA *et al* (2001) sugerimos a inclusão de mais dois critérios de classificação dos sistemas de programação com capacidade finita. Acreditamos que estes critérios também são de grande importância para o estabelecimento de uma relação clara entre os sistemas de programação da produção e os PEGEMs. Estes critérios já são usualmente utilizados para classificar problemas dentro da literatura de programação da produção. A seguir apresentamos estes critérios.

O primeiro critério é a função objetivo do sistema, ou seja, aquilo que se deseja minimizar ou maximizar. Dentro deste critério propomos seis categorias (existem mais funções objetivo e portanto mais categorias, porém neste trabalho vamos mencionar somente as mais comumente encontradas na literatura) :

i) sistemas que buscam exclusivamente a minimização do tempo médio de fluxo: estes sistemas buscam a minimização do tempo médio que as tarefas permanecem nas máquinas, levando a uma minimização também dos estoques médios em processo; a regra SPT é um exemplo deste sistema.

ii) sistemas que buscam exclusivamente a minimização do tempo máximo de atraso: estes sistemas buscam minimizar o maior tempo de atraso das tarefas; a regra EDD (JACKSON, 1955) é um exemplo de tal sistema.

iii) sistemas que buscam exclusivamente a minimização do número de tarefas em atraso: o algoritmo de MOORE (1968) é um exemplo desta categoria.

iv) sistemas que buscam a minimização do *makespan*: estes sistemas buscam a minimização da duração total da programação (*makespan*); o conhecido algoritmo de Johnson (JOHNSON, 1954) é um exemplo dentro desta categoria.

v) sistemas monocritério restritos: estes sistemas buscam minimizar uma das quatro funções objetivos citadas acima, porém sujeitas a determinadas restrições; o algoritmo de SIDNEY (1973) é um exemplo dentro desta categoria (este algoritmo busca a minimização do número de tarefas em atraso, sujeitas a condição de que existem algumas tarefas que não podem atrasar de maneira nenhuma).

vi) sistemas multicritérios: estes sistemas buscam minimizar ao mesmo tempo duas ou mais funções objetivos; o algoritmos de NELSON *et al* (1986) é um exemplo dentro desta categoria (este algoritmo busca a minimização do tempo médio de fluxo e do número de tarefas com atraso)

O segundo critério é o tipo de padrão de fluxo entre as máquinas que o sistema de programação se propõe a resolver. Dentro deste critério temos cinco categorias:

i) sistemas direcionados a resolução de problemas de máquina única: estes sistemas são direcionados a resolução de problemas de programação em ambientes com somente uma máquina ou em sistemas de produção que se comportam como uma única máquina. Os métodos SPT e EDD são exemplos de métodos direcionados à máquina única

ii) sistemas direcionados à resolução de problemas em máquinas paralelas: se destina a resolver problemas em ambientes com máquinas em paralelo. A heurística LPT é um exemplo dentro desta categoria. Uma observação válida dentro desta categoria é que os métodos são diferentes conforme se trabalha com duas, três ou mais máquinas paralelas, bem como se estas máquinas são paralelas idênticas (iguais), proporcionais (têm produtividades proporcionais) ou não relacionadas (não existe uma proporcionalidade entre a produtividade das máquinas)

iii) sistemas direcionados à resolução de problemas em um ambiente *flow shop*: estes sistemas são direcionados a resolver problemas de programação em um ambiente *flow shop*, o qual, de acordo com DAVIS *et al* (2001) é caracterizado pelo disposição das máquinas de acordo com as etapas progressivas pelas quais o produto é feito. Este tipo de *lay out* é denominado também *lay out* por produto. O algoritmo de IGNALL & SCHRAGE (1965) é um exemplo dentro desta categoria.

iv) sistemas direcionados à resolução de problemas em um ambiente *flow shop* permutacional: os sistemas dentro desta categoria são destinados a resolver problemas de programação na qual a seqüência das tarefas é a mesma em todas as máquinas (*flow shop* permutacional). O algoritmo de Johnson é um exemplo dentro desta categoria

v) sistemas direcionados à resolução de problemas em um ambiente *job shop*: estes sistemas são direcionados a resolver problemas de programação em ambientes *job shop* (*lay out* por

processo), o qual, de acordo com DAVIS *et al* (2001) é caracterizado pela disposição dos equipamentos em seções, para as quais são direcionados os produtos de acordo com seus roteiros. Existem muitas formulações baseadas em programação linear inteira destinadas à resolução de problemas em ambientes *job shop*.

Esta classificação proposta, além de servir para o estabelecimento de uma relação PEGEMs – programação da produção; também forma uma referência necessária ao capítulo 6, quando se discutirá como escolher corretamente um sistema de programação com capacidade finita para a Manufatura Responsiva. Na próxima seção propomos os modelos de relacionamento entre os PEGEMs e aspectos importantes do Controle da Produção discutidos ao longo do trabalho.

### **3.6 O relacionamento entre os PEGEMs e aspectos importantes do Controle da Produção**

Nesta seção propomos modelos de relacionamento ligando os PEGEMs tratados nesta tese e aspectos importantes do Controle da Produção discutidos neste capítulo. Basicamente os aspectos importantes do CP relacionados aos PEGEMs são:

- os níveis de repetitividade dos sistemas de produção discretos;
- as formas de resposta à demanda;
- os Sistemas de Coordenação de Ordens de Produção e Compras (SICOPROCs);
- os sistemas de programação da produção com capacidade finita.

Discutiremos primeiramente o modelo de relacionamento entre os PEGEMs e os níveis de repetitividade dos sistemas de produção discretos. Referente a esta relação temos que a Manufatura em Massa Atual (MMA) está relacionada ao nível de repetitividade produção em massa, uma vez que este PEGEM tem como objetivo ganhador de pedidos a produtividade e portanto trabalha com altos volumes de produção, nenhuma diversidade e baixa/média diferenciação, que é exatamente o caso deste nível de repetitividade. A Manufatura Enxuta (ME) também pode trabalhar com o nível de repetitividade produção em massa, porém o foco deste paradigma é, sem dúvida, os sistemas repetitivos, uma vez que a ME, tendo como objetivo qualificador a flexibilidade de curto prazo, deseja uma alta diferenciação, permitindo também ao menos uma pequena diversidade. Porém a ME não é adequada para tratar alta diversidade (no capítulo 5 verificamos que seus princípios e ferramentas não focam este objetivo). A Manufatura Responsiva (MR) é o paradigma mais

adequado para tratar a diversidade, uma vez que o objetivo responsividade engloba a variedade 2 (alta variedade de coisas distintas) como objetivo ganhador de pedidos. Portanto a MR está intimamente ligada ao nível de repetitividade semi repetitiva a qual envolve uma média diversidade e uma alta diferenciação. Apesar de acreditarmos que o ambiente semi repetitivo é o ideal para a MR, também é possível que, em casos específicos, a MR trabalhe em ambientes repetitivos e não repetitivo. Os PEGEMs Customização em Massa (CM) e Manufatura Ágil (MA) também estão relacionados a níveis baixíssimos de repetitividade (sistemas semi repetitivos, não repetitivos e grandes projetos), uma vez que os objetivos buscados por estes dois PEGEMs (customabilidade e agilidade respectivamente) só podem ser alcançados em ambientes com baixos graus de repetitividade. Dentre estes três ambientes de produção o mais provável é que a Customização em Massa e a Manufatura Ágil trabalhem em ambientes não repetitivos, uma vez que é exatamente nestes ambientes que o nível de diversidade dos produtos é o mais alto. Com relação aos grandes projetos ele também pode ser um ambiente possível para estes dois paradigmas, porém não necessariamente um ambiente de grande projeto indica a existência de uma Customização em Massa ou de uma Manufatura Ágil.

Na figura 3.5 é mostrado estes relacionamentos entre os níveis de repetitividade de sistemas de produção discretos e os PEGEMs. Ilustramos com uma linha mais grossa os níveis de repetitividade mais prováveis para cada PEGEM.



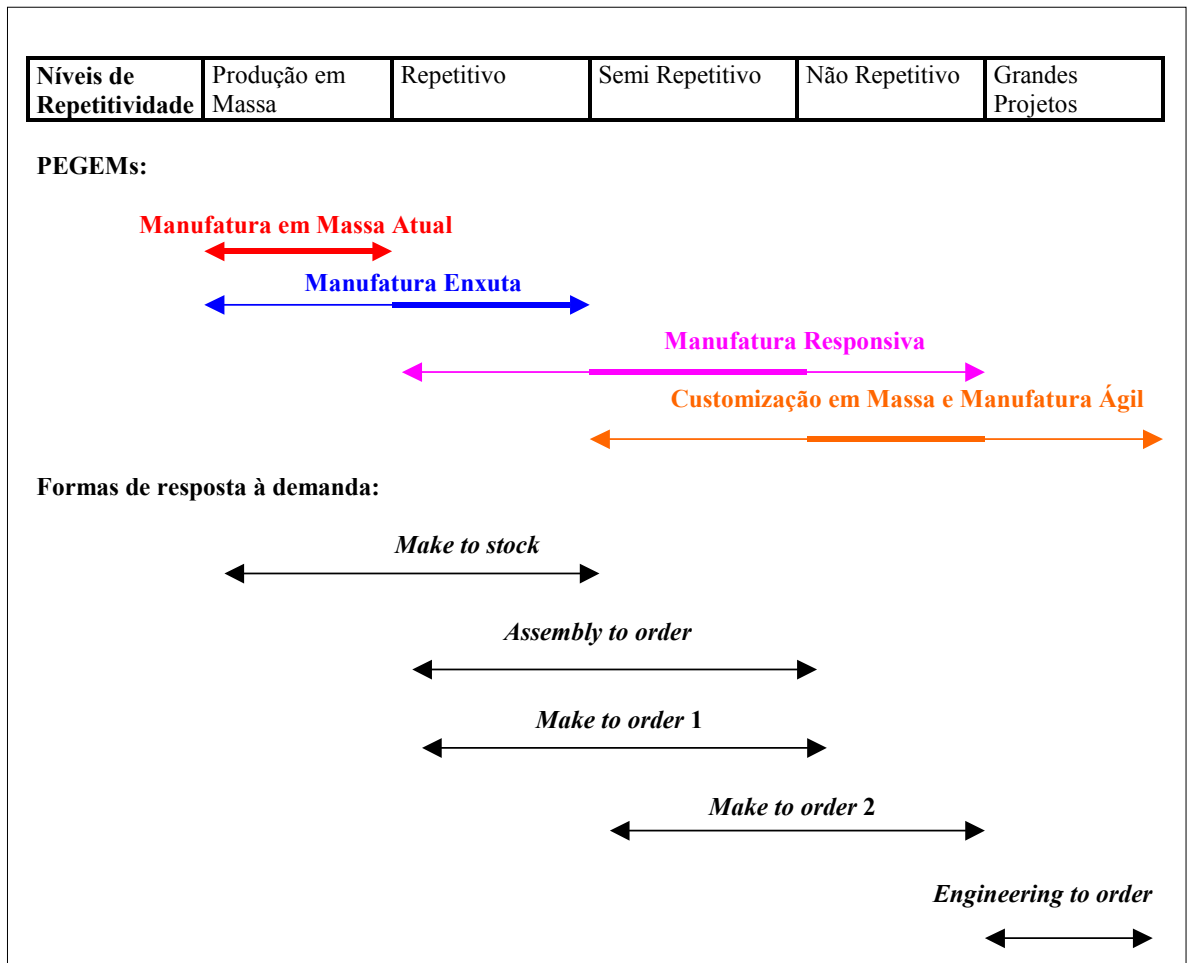


Figura 3.4: A relação entre os PEGEMs, níveis de repetitividade dos sistemas de produção discretos e estratégias de resposta à demanda

Ainda na figura 3.4 vemos o relacionamento entre os PEGEMs e as formas de resposta dos sistemas de produção à demanda. A MMA está totalmente relacionada à política *make to stock*, uma vez que neste paradigma produz-se inteiramente para estoque. Com relação à ME, apesar da literatura associar bastante este paradigma à produção puxada e ao intuito de reduzir estoques e combater desperdícios, acreditamos que este paradigma na verdade relaciona-se bastante com produção para estoque; é claro que estes níveis de estoque devem ser em nível bem menor que a MMA uma vez que a pequena diversidade e a diferenciação maior que na MMA leva a uma necessidade de se reduzir os estoques de produtos finais; em alguns casos também as políticas *assembly to order* e *make to order 1* podem ser utilizadas de forma a tentar obter uma redução dos níveis de estoque no ambiente da ME. A MR, associada a alta variedade de produtos, deve utilizar bastante de políticas *assembly to order* e *make to order* (1 e 2), pois a política de produção para estoque em sistemas com alta diversidade é muito custosa. Já a CM e MA, além de estarem relacionadas a formas de gestão da demanda voltadas a alta diversidade (políticas *assembly*

to order e make to order 1 e 2), também estão associadas a política *Engineering to Order*, uma vez que, muitas vezes, nestes paradigmas, o projeto também é feito sob encomenda.

A proposta de relacionamento entre os PEGEMs e os SICOPROCs é mostrado na tabela 3.4. Esta tabela traz os SICOPROCs mais adequados para cada PEGEM discutido nesta tese. Esta tabela foi elaborada a partir da junção da figura 3.4 e da tabela 3.2 (proposta por MACCARTHY & FERNANDES, 2000) mostrados neste trabalho. Aos SICOPROCs tratados por MACCARTHY & FERNANDES (2000), incluímos em nossa proposta outros SICOPROCs importantes citados neste trabalho, tais como CONWIP H e sistema de alocação de cargas por encomenda.

Tabela 3.4: A relação entre os PEGEMs e os SICOPROCs

PEGEMs	SICOPROCs que podem ser utilizados
Manufatura em Massa Atual	Planilhas
Manufatura Enxuta	<i>Kanban</i> , PBC (ou SPBC)
Manufatura Responsiva	PBC (ou SPBC), OPT, CONWIP H, sistema de alocação de carga por encomenda
Customização em Massa	MRP, PERT/CPM, PBC (ou SPBC), OPT, sistema de alocação de carga por encomenda, sistemas especiais ou adaptados para tratar customização
Manufatura Ágil	MRP, PERT/CPM, PBC (ou SPBC), OPT, sistema de alocação de carga por encomenda, sistemas especiais ou adaptados para tratar características da Manufatura Ágil, como por exemplo empresas virtuais

Como podemos notar na tabela 3.4, a MMA tem como SICOPROC ideal uma simples planilha para controlar a taxa de produção, uma vez que esta é suficiente para tratar o altíssimo grau de repetitividade deste paradigma. A ME, por trabalhar também em sistemas repetitivos tem no *kanban* e no PBC sistemas ideais (para MACCARTHY & FERNANDES, 2000, o *kanban* e o PBC são sistemas ideais para a manufatura repetitiva). A MR está relacionada aos níveis de repetitividade desde o repetitivo até o não repetitivo. Portanto de acordo com a metodologia de MACCARTHY & FERNANDES (2000) poderia se utilizar dos seguintes SICOPROCs: o *kanban* (para sistemas repetitivos), o PBC e o OPT (para sistemas semi repetitivos) e o MRP (para sistemas não repetitivos). Destes sistemas acreditamos que somente o PBC e o OPT estejam realmente relacionados à MR. A razão para excluirmos o *kanban* da MR é que este sistema só seria responsivo em situações muito específicas: tempo de *set up* desprezível, baixa diversidade de itens e demanda estável. Estas condições são muito raras em um ambiente de MR, o qual, como vimos, será provavelmente um ambiente semi repetitivo. Caso se tratar de um ambiente repetitivo apresentará com certeza altíssima diferenciação e portanto dificilmente será passível a utilização do *kanban*. Portanto ao invés de se utilizar o *kanban* em ambientes repetitivos com alta diferenciação (dentro da MR) sugerimos que seja utilizado o CONWIP H o qual,

de acordo com SPEARMAN et al (1990) é mais adequado para tratar maior variedade que o *kanban*. Além disso, o CONWIP H tende a ser mais responsivo que o CONWIP EC, pois trabalha baseado em um programa mestre o qual deve utilizar algoritmos de programação os quais conferem responsividade ao sistema (HERER & MASIN (1997) mostram um algoritmo para a geração do MPS para sistemas CONWIP). Já com relação ao MRP, não incluímos este sistema na MR por acreditarmos que este sistema, apesar de ser adequado para sistemas não repetitivo, não tenha potencial para trazer responsividade ao sistema de produção (quando tratamos, no capítulo 6, dos SICOPROCs ideais para a MR discutiremos mais a fundo esta questão). Caso o ambiente de produção na MR apresente características não repetitivas sugerimos que seja utilizado o sistema de alocação de carga por encomenda, o qual de acordo com FERNANDES (2003b) é um sistema aplicável em sistemas não repetitivos e tem potencial para trazer responsividade aos sistemas de produção. Finalmente, com relação à CM e à MA, associadas a sistemas semi repetitivos, não repetitivos e grandes projetos temos que o PBC, OPT, o MRP e PERT/CPM são sistemas adequados, além é claro também do sistema de alocação de cargas sob encomenda. Para a Customização em Massa os sistemas devem ser adaptados para tratar a customização ou então outros sistemas especiais devem ser utilizados. Para o caso específico da Manufatura Ágil, além dos SICOPROCs citados haverá também a necessidade de utilização de sistemas especiais voltados à MA, como por exemplo capazes de tratar empresas virtuais. Nas palavras de GUNASEKARAN (1999): “os sistemas de Planejamento e Controle da Produção tradicionais, sozinhos, não são suficientes para satisfazer as necessidades de planejamento e controle de uma Manufatura Ágil”.

Creemos que desta forma analisamos a relação entre os PEGEMs e os SICOPROCs usados na manufatura de itens discretos na atualidade. Uma última observação é válida referente a esta relação PEGEM-SICOPROC. Em muitos casos específicos a utilização de SICOPROCs híbridos tem potencial para melhorar a performance de tais sistemas, contribuindo para o atingimento dos objetivos estratégicos. Por exemplo, em GODINHO FILHO *et al* (2003) é mostrado um caso de utilização híbrida MRP/CPM em uma grande empresa que trabalha com grandes projetos.

A proposta de relacionamento entre os PEGEMs e a classificação de sistemas de programação finita da produção proposta por CORREA et al (2001), complementada por mais dois aspectos propostos, é mostrada na tabela 3.5. Esta tabela foi proposta a partir da relação entre o objetivo ganhador de pedidos de cada PEGEM (visto no capítulo 2) com a classificação de sistemas de programação finita da produção mostrada na seção 3.5.

Somente excluimos o grau de interação do usuário por acreditarmos que não há diferença entre os PEGEMs com relação a este fator.

Tabela 3.5: A relação entre os PEGEMs e uma classificação dos sistemas de programação com capacidade finita

	<b>Manufatura em Massa Atual</b>	<b>Manufatura Enxuta</b>	<b>Manufatura Responsiva</b>	<b>Customização em Massa</b>	<b>Manufatura Ágil</b>
<b>Quanto ao método de solução de problemas</b>	Regras de liberação	Regras de liberação	Todos os métodos	Regras de liberação e modelos matemáticos heurísticos	Regras de liberação e modelos matemáticos heurísticos
<b>Quanto à abrangência das decisões</b>	Programação da produção	Programação da produção	Programa mestre e Programação da produção	Programação da produção	Programação da produção
<b>Quanto à função objetivo</b>	Minimização do tempo médio de fluxo	Minimização do tempo médio de fluxo	Minimização do tempo máximo de atraso, do número de tarefas em atraso e do <i>makespan</i>	Qualquer função objetivo	Qualquer função objetivo
<b>Quanto ao tipo de padrão de fluxo</b>	Problemas em máquina única, máquinas em paralelo e <i>flow shop</i>	Problemas em máquina única, máquinas paralelas, <i>flow shop</i> e <i>flow shop</i> com máquinas em paralelo	Problemas para todos os tipos de padrões de fluxo	Problemas para todos os tipos de padrões de fluxo	Problemas para todos os tipos de padrões de fluxo

Como vemos na tabela 3.5, a MMA, tendo na produtividade (e conseqüentemente baixíssima variedade) seu objetivo ganhador de pedidos, necessitará somente de um sistema de programação simples, utilizando somente uma planilha ou no máximo uma regra de liberação simples voltado à programação da produção. Neste caso a função objetivo a ser minimizada deve estar ligada ao objetivo custo, como por exemplo, o tempo médio de fluxo. O sistema deve estar ligado à resolução de um problema em ambiente de máquina única e *flow shop* (ambas as situações podem ter máquinas em paralelo), arranjos característicos da MMA. Na ME, o sistema de programação deve ter basicamente as mesmas características da MMA. Algumas diferenças se devem ao maior grau de diferenciação da ME: o problema muitas vezes pode pedir soluções em ambientes *flow shop* com máquinas em paralelo. Já os outros PEGEMs, com o aumento da variedade e complexidade necessitarão de sistemas de programação mais complexos. O destaque é para a MR, a qual, priorizando o tempo como seu principal objetivo ganhador de pedidos, tem na programação uma atividade vital. Neste paradigma as funções objetivo estão ligadas à minimização do tempo e número de tarefas em atraso, bem como do *makespan*. Além disso, todos os métodos de solução de problemas relacionados a todos os tipos de padrão de fluxo

podem ser utilizados. Outra observação com relação à MR é que neste paradigma também é necessário, em prol de uma maior responsividade, a utilização de um sistema de programação que realize também as funções de programa mestre de produção (MPS) e não somente programação da produção. A CM e a MA, com graus altíssimos de variedade, também necessitam de sistemas de programação para os mais diferentes padrões de fluxo, porém a complexidade deste métodos é o que diferencia a programação nestes paradigmas em relação a MR. Enquanto na MR, o tempo é o principal objetivo e portanto não se poupam esforços (também em termos de custos) para se conseguir reduzi-lo, na CM e MA existem outros objetivos ganhadores de pedido (respectivamente customabilidade e agilidade). Portanto, métodos muito complexos, muitas vezes custosos demais, e que não contribuam para estes dois objetivos, tendem a ser descartados por estes dois paradigmas, o que não deve ocorrer na MR.

### **3.7 Conclusões**

O presente trabalho teve por finalidade apresentar uma abordagem estratégica para o Controle da Produção através da proposição de vários relacionamentos entre Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura (PEGEMs) e fatores importantes dentro do Controle da Produção. Estes relacionamentos propostos foram quatro, a saber:

i) estabeleceu-se uma relação entre os níveis de repetitividade dos sistemas de produção, propostos por MACCARTHY & FERNANDES (2000) e os PEGEMs, de tal forma que foram identificados níveis de repetitividade mais indicados para cada paradigma existente e conseqüentemente para cada objetivo estratégico da manufatura;

ii) estabeleceu-se um relacionamento entre os paradigmas estratégicos e estratégias de resposta à demanda, de tal forma que determinadas estratégias de resposta à demanda podem e devem ser escolhidas em função do PEGEM que a empresa utiliza (em outras palavras dos objetivos da manufatura que a empresa prioriza);

iii) foi estabelecido um relacionamento entre os PEGEMs e os Sistemas de Coordenação de Ordens de Produção e Compra (SICOPROCs), de tal forma que a escolha dos SICOPROCs passa a ter agora também um caráter estratégico. Esta escolha estratégica, englobando um grande número de SICOPROCs é de extrema importância (CORREA & GIANESI, 1996) e inédito na literatura de Gestão da Produção. Além disso esta proposta é uma complementação bastante importante ao trabalho de MACARTHY & FERNANDES (2000);

iv) foi estabelecido também um relacionamento entre os PEGEMs e um sistema de classificação de sistemas de programação com capacidade finita. Este relacionamento fornece algumas sugestões para a escolha de sistemas de programação para cada PEGEM; ou seja, fornece uma ênfase estratégica à escolha sistemas de programação da produção.

Para o estabelecimento de todos estes importantes relacionamentos foi efetuado inicialmente uma uniformização de conceitos do planejamento e controle da produção, e isto será de vital importância para desdobramentos futuros desta tese.

Finalmente podemos dizer que este trabalho representa uma contribuição para a literatura de Gestão da Produção, pois propõe relacionamentos inéditos entre o Controle da Produção e aspectos estratégicos da manufatura, utilizando o conceito de PEGEM. Esta abordagem estratégica é um tema de extrema importância na área, porém carente de pesquisas. Este trabalho ajuda a preencher esta lacuna.

---

## **Capítulo 4: A Manufatura em Massa Atual: Evidências empíricas na indústria brasileira de calçados**

---

### **4.1 Introdução**

A Manufatura em Massa (MM) foi o principal paradigma industrial dominante desde o início do século XX até pelo menos os anos que se seguiram ao fim da Segunda Guerra Mundial (PINE, 1993). Ainda de acordo com este autor, este paradigma foi responsável pela dominância industrial americana em todo este período. Como mostrado no capítulo 2, a partir dos anos 60 foram surgindo outros Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura (PEGEM), os quais passaram a substituir a Manufatura em Massa no papel de principal PEGEM.

Dentro deste contexto, podemos identificar duas vertentes de pensamento com relação ao atual e futuro papel que a Manufatura em Massa desempenha e desempenhará nos próximos anos. A primeira destas vertentes entende que a Manufatura em Massa passou a ser vista como um conceito obsoleto, tecnicamente ultrapassado. Nas palavras de WENTZ (1999): “as idéias da manufatura em massa não são erradas, são tecnologicamente obsoletas”. Esta mesma vertente entende que a Manufatura em Massa não funciona mais, ou seja, não deve ser uma prática adotada pelas empresas para enfrentar a concorrência altamente globalizada. Nas palavras de WENTZ (1999): “a manufatura em massa não funciona mais; a empresa não pode mais basear-se nela para planejar, organizar e controlar seu negócio”. Para DUGUAY et al (1997) o paradigma da Manufatura em Massa “está acabado nos mercados atuais, nos quais o ritmo da mudança é muito alto”. Uma segunda vertente entende que apesar de existirem outros Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura mais modernos e muitas vezes melhores que a Manufatura em Massa, ela continua a existir e ainda não pode ser batida quando o objetivo estratégico perseguido são preços baixos. Nas palavras de PINE (1993): “os benefícios dos baixos preços advindos das economias de escala e outras vantagens da manufatura em massa não podem nunca ser superados”. Portanto para esta segunda vertente de pensamento entende que ainda existe lugar no mercado para a Manufatura em Massa e as empresas que competem em preços baixos ainda tem neste paradigma um diferencial competitivo. Para LAU (1995) muitas

técnicas da Manufatura em Massa ainda são utilizadas em empresas e de maneira lucrativa, portanto para este autor “é muito cedo para prever o fim da manufatura em massa”.

O objetivo principal deste capítulo é propiciar um melhor entendimento da Manufatura em Massa, mostrando que ainda hoje ela é utilizada em empresas brasileiras, com algumas modificações em relação ao seu surgimento no início do século XX. Para isso estruturamos este capítulo da seguinte forma:

Na seção 4.2 mostramos a evolução da Manufatura em Massa desde os tempos de seu idealizador, Henry Ford, posicionando as características da Manufatura em Massa dentro dos quatro elementos chave de todo Paradigma Estratégico de Gestão da Manufatura (PEGEM), como proposto no capítulo 2. A este período inicial da Manufatura em Massa chamamos de Manufatura em Massa Precedente (MMP). Na seção 4.3 mostramos a Manufatura em Massa em um estudo de caso na indústria de calçados brasileira. Notamos algumas diferenças entre esta Manufatura em Massa Atual (MMA) e a MMP. Baseado nisso, apresentamos na seção 4.4 um modelo para a Manufatura em Massa nos dias atuais. Este modelo mostra basicamente que a MMA mantém a característica principal da manufatura em massa em seus primórdios, ou seja a competição baseada nos baixos preços, porém apresenta algumas características diferentes ou evoluídas em relação à MMP. A seção 4.5 mostra algumas conclusões, tentando discutir a aplicabilidade da Manufatura em Massa nos tempos atuais e no futuro próximo.

## **4.2 A Manufatura em Massa Precedente: de Henry Ford a Alfred Sloan**

Apesar de alguns princípios que seriam vitais para a Manufatura em Massa já remontarem da Europa do século XIV (WILD, 1972), vamos nos focar ao período no qual os princípios e ferramentas da Manufatura em Massa foram utilizadas em sua forma mais ampla, que foi no início do século XX, na indústria automobilística. Para melhor entendermos este paradigma, vamos verificar quais eram as características da indústria automobilística no período imediatamente anterior a Manufatura em Massa. Naquela época a produção era artesanal e tinha como características, segundo WOMACK, *et al* (1992):

- Força de trabalho altamente qualificada;
- Organizações extremamente descentralizadas;
- Emprego de máquinas de uso geral;
- Volume de produção baixíssimo (1000 ou menos unidades por ano).



A transição desta manufatura artesanal para a chamada Manufatura em Massa ocorre no início do século XX, quando Henry Ford descobriu a maneira de superar os problemas da produção artesanal. Ford denominou seu novo sistema de Produção em Massa (também denominado Manufatura em Massa ou fordismo). Na realidade este novo sistema de produção representa a criação da indústria automobilística.

O automóvel símbolo da Manufatura em Massa é o modelo T da Ford de 1908. Nas palavras de WOMACK *et al* (1992) “com o modelo T, Henry Ford conseguiu alcançar dois objetivos: tinha em mãos um carro projetado para a manufatura e um carro que qualquer um era capaz de dirigir e consertar (diferentemente dos modelos da produção artesanal)”. Estas duas realizações, juntamente com a completa intercambiabilidade das peças e a facilidade de ajustá-las entre si, proporcionaram à Ford tremendas vantagens em relação aos seus competidores. Em 1908, com a introdução da linha de montagem e dos princípios da divisão de trabalho de Taylor (cada montador executaria uma única tarefa), conseguiu-se um aumento impressionante de produtividade, de tal forma que 5 anos mais tarde, em 1913 (com a introdução da linha de montagem móvel) o chassi de um automóvel era produzido por 472 operários em 1 hora e 33 minutos de trabalho (em turnos de 8 horas). Estes dados representavam um aumento de produtividade espantoso uma vez que no sistema anterior o chassi de um automóvel demorava 12 horas e 28 minutos para ser produzido por 1100 trabalhadores, em turnos de 9 horas (WILD, 1972).

Juntamente com estes ganhos em produtividade, quanto mais veículos Ford produzia, mais o custo caía. O custo chegou a cair de 780 (em 1910) para 290 dólares (em 1924). A produção cresceu de pouco mais de 76000 veículos em 1912 para aproximadamente 2 milhões de automóveis em 1919. A Ford passou a deter 55% do mercado norte-americano disputado por quase 300 fabricantes.

Neste ponto do estudo da produção em massa, é interessante citar Alfred Sloan, o qual, segundo WOMACK, *et al* (1992), foi um complemento necessário à Ford. Alfred Sloan, presidente da General Motors, desenvolveu técnicas gerenciais e de *marketing* que impulsionaram bastante a produção em massa. WOMACK, *et al* (1992) citam que a verdadeira Produção em Massa é aquela formada pelas práticas de fabricação de Ford somada às técnicas de *marketing* e gerência de Sloan e ao papel desempenhado pelos movimentos sindicais.

A difusão da Produção em Massa se deu somente nos anos 50, devido a diversas causas, entre elas a Segunda Guerra Mundial. Ao final dos anos 50, algumas empresas automobilísticas produziam em ordem de grandeza comparável à Ford.

Neste trabalho entendemos a Manufatura em Massa como um dos cinco PEGEMs existentes atualmente na Gestão da Produção. Por este motivo encaixamos as características da Manufatura em Massa Precedente dentro dos quatro elementos chave dos PEGEMs definidos no capítulo 2, a saber: direcionadores, princípios, capacitadores e objetivos de desempenho.

Os direcionadores são as condições do mercado que possibilitam/facilitam/requerem a implantação de um PEGEM. Os principais direcionadores da Manufatura em Massa Precedente são: um mercado homogêneo (no que se refere aos gostos, ao poder aquisitivo, ao grau de entendimento das necessidades dos clientes, etc..., levando a possibilidade de padronização dos produtos) e clientes entendendo os preços como o principal diferencial competitivo. Como cita PINE (1993): “No mundo da produção em massa, os clientes aceitam produtos padronizados, pois isto leva a uma redução de preços”. Portanto vemos que a manufatura em massa é uma estratégia específica para mercados que apresentam estas características.

Os princípios são os fundamentos que norteiam o PEGEM. Extraímos de diversos autores (WILD, 1972; HOUNSHELL, 1984; WOMACK et al, 1992; PINE, 1993; DUGUAY et al, 1997; WENTZ, 1999) os principais princípios da Manufatura em Massa Precedente:

- Alta especialização do trabalho => os trabalhadores devem ser especializados, executando pequenas funções, supervisionado de perto por superiores; quanto às máquinas, a Manufatura em Massa é altamente dependente de máquinas especializadas que realizam somente uma função;
- Foco em nichos de mercado sensíveis aos baixos preços => a Manufatura em Massa produz produtos visando atender as classes sociais menos favorecidas (D e E, por exemplo), as quais são altamente sensíveis aos preços;
- Busca da padronização do produto => a Manufatura em Massa necessita da produção de produtos padronizados, pois a variedade provoca complexidade e desordena o processo produtivo, resultando em maiores custos.
- Foco na eficiência operacional/alta produtividade => focar a alta eficiência traz reduções dos custos unitários, uma vez que ter eficiência significa produzir mais com a mesma quantidade de insumos, ou seja, aumentar a produtividade. Este foco na produtividade inclui o uso consciente de estoques de segurança ao longo das etapas produtivas, na maioria das vezes no início do processo. Portanto, manter, e se possível

aumentar, a produtividade das máquinas e trabalhadores ao longo do tempo é vital para empresas de Manufatura em Massa;

- Os gerentes “pensam” e os operários apenas “executam” => este princípio advém do gerenciamento científico de Taylor. De acordo com este princípio, os gerentes focam seu trabalho no planejamento do trabalho enquanto que os operários somente trabalham, aumentando ainda mais a especialização do trabalho;
- Alto grau de integração vertical => os altos custos fixos da Manufatura em Massa necessitam que as linhas de produção/montagem sejam mantidas ocupadas para se garantir preços baixos; portanto garantir um adequado fornecimento de matérias primas se torna essencial e o meio para isto é o controle da cadeia de suprimentos. O complexo de Rouge, da Ford era o exemplo típico deste princípio;
- Os produtos devem ter longos ciclos de vida => os ciclos de vida na Manufatura em Massa Precedente são os maiores possíveis, pois alterações frequentes nas linhas de produtos tendem a diminuir a produtividade.

Os capacitadores representam as ferramentas, tecnologias e metodologias a serem empregadas em cada PEGEM. Eles estão diretamente relacionados aos princípios. Referente à Manufatura em Massa Precedente, extraímos de importantes autores (WILD, 1972; HOUNSHELL, 1984; WOMACK et al, 1992; PINE, 1993; DUGUAY et al, 1997; WENTZ, 1999) os seguintes capacitadores:

- Economia de escala => a economia de escala é o principal capacitador da manufatura em massa. A idéia básica é que para se conseguir reduções de custos (e conseqüentemente de preços) deve se produzir em altos volumes e em grandes fábricas;
- Utilização intensiva de peças intercambiáveis => consiste na “chave para a manufatura em massa” nas palavras de WOMACK et al (1992). Esta intercambiabilidade das peças simplifica muito o processo produtivo, eliminando grande quantidade de trabalho, conseguindo-se então aumentos de produtividade e conseqüentes reduções de custos;
- Uso intenso de máquinas especializadas => permite a especialização do trabalho, a qual leva a uma maior eficiência no processo e portanto a uma redução de custos;
- Uso da linha de montagem cadenciada mecanicamente => é um capacitador para garantir a manutenção do fluxo de produção e ferramenta fundamental para a obtenção da economia de escala e portanto para a diminuição dos custos de produção.

- Utilização do estudo de tempos e métodos e análise detalhada do processo => também é um legado de Taylor dentro de seu gerenciamento científico. Os estudos dos tempos e métodos e a análise detalhada do processo é vital para o aumento da eficiência/produktividade e conseqüente redução de custos/preços.
- Roteiros estritamente fixos e inflexíveis => a manutenção de um fluxo contínuo de produção requer que os roteiros de produção sejam fixos e inflexíveis (WILD, 1972).
- Trabalhar em ambientes de produção sem diversidade ou diferenciações nos produtos => os produtos da Manufatura em Massa Precedente não deverão apresentar diversidade; portanto a Manufatura em Massa trabalha necessariamente em sistemas de produção em massa (classificação de MACCARTHY & FERNANDES, 2000).

Além destes capacitadores bastante citados pela literatura, devemos acrescentar mais alguns, que acreditamos ser de extrema importância para a identificação de uma empresa como sendo uma empresa de Manufatura em Massa. Estes capacitadores foram identificados por ocasião da proposição de nosso modelo relacional entre os PEGEMs e aspectos importantes do Controle da Produção, visto no capítulo 3 desta tese. Existem pelo menos três características do Controle da Produção que são capacitadores dos PEGEMs e que devem ser utilizados para se alcançar os benefícios da Manufatura em Massa. Estes capacitadores são:

- Estratégias de resposta à demanda *make to stock* => esta estratégia leva a um aumento da produtividade e eficiência operacional;
- Simple planilhas são os SICOPROC mais adequados => apesar de haver uma tendência a utilização de SICOPROCs mais modernos, devido a inexistência de diversidades nos produtos, simples planilhas podem efetuar de maneira eficiente o controle da produção;
- Utilização de *lay outs* por produto com padrão de fluxo *flow shop* => esta característica do *lay out*/padrão de fluxo são os mais adequados para sistemas de produção com altíssimos graus de repetitividade

Como podemos notar através do que foi explicitado até aqui, o principal objetivo de Ford era o aumento de produtividade e com isto a redução de custos. Por este motivo dizemos que o objetivo de desempenho ganhador de pedido da Manufatura em Massa Precedente é a produtividade/custo. Também o objetivo qualidade (especificamente as abordagens do usuário ou “adequação ao uso” e do valor) pode ser encarado como um

objetivo qualificador uma vez que o Ford T era extremamente robusto para poder enfrentar as estradas da época (na realidade caminhos de terra cheios de pedras e buracos). Este quesito teve certa importância para o Ford T ter ganho o prêmio de carro do século XX, segundo cerca de trezentos especialistas de todo o mundo. Quanto aos outros objetivos da manufatura, podemos dizer que eles no máximo apoiavam o objetivo principal de aumento de produtividade/redução de custos. As outras duas abordagens da qualidade (abordagens da produção e do produto) não eram enfatizadas. Com relação a abordagem da produção entendia-se que era melhor seguir com o defeito até o final da linha do que solucionar o problema logo que identificado. Desta forma não havia ênfase em “fazer certo da primeira vez”, pois entendia-se que isto prejudicaria a produtividade (na tabela 2.6 vimos que na visão tradicional existia o *trade off* produtividade versus qualidade em sua abordagem da produção). Com relação a abordagem do produto é óbvio que o Ford T, sendo um produto destinado a um público com poucos recursos financeiros, não poderia conter atributos que tornassem o produto mais caro, aumentar os custos e conseqüentemente o preço do produto. A flexibilidade era inexistente. A velocidade e a pontualidade eram importantes internamente, mas não em seu sentido externo, ou seja, não havia uma preocupação direta na entrega rápida e pontual para o cliente, mas sim em se produzir rapidamente e pontualmente, pois isto traria benefício à produtividade e conseqüentemente uma redução cada vez maior nos custos. Somente havia uma preocupação em nível das variáveis velocidade e pontualidade e não em nível de objetivos.

A figura 4.1 mostra os quatro elementos de uma FGM relativos à Manufatura em Massa Precedente.

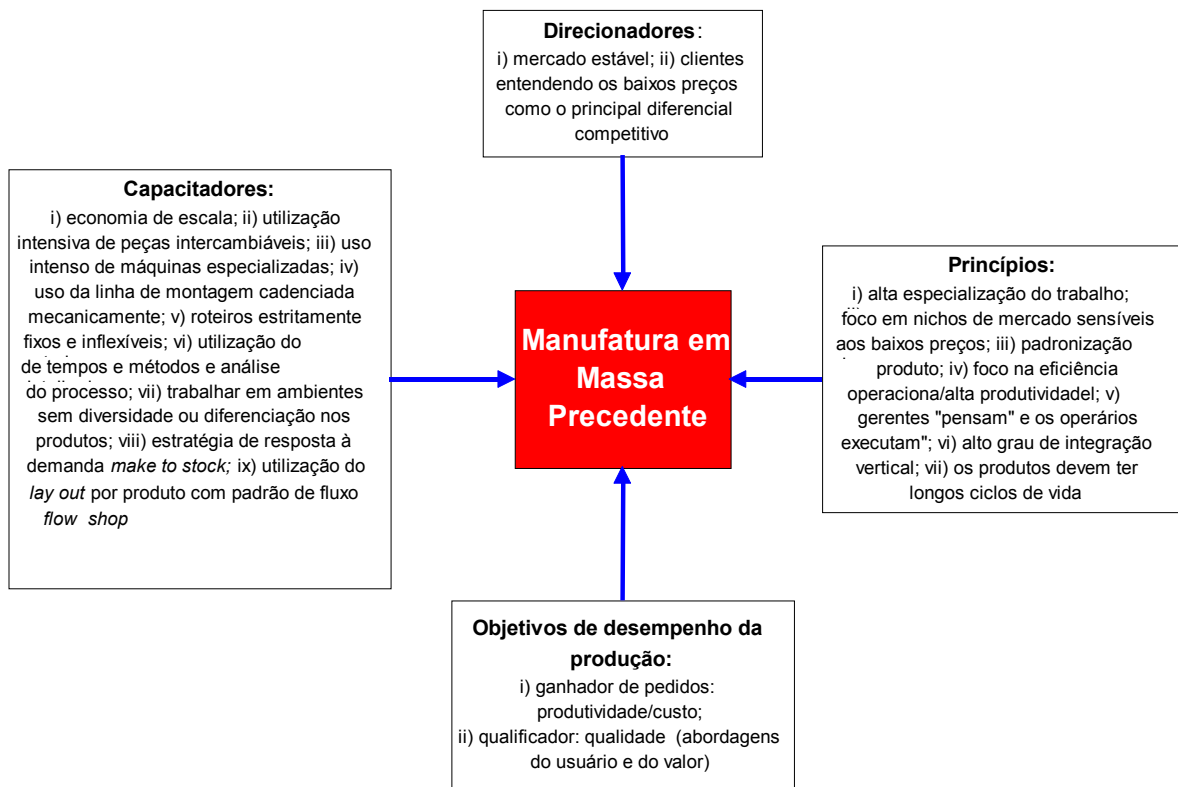


Figura 4.1: A configuração dos quatro elementos chave da Manufatura em Massa Precedente

## 4.3 A Manufatura em Massa Atual na indústria brasileira de calçados

### 4.3.1 Introdução

Apresentamos nesta seção um estudo de caso na indústria de calçados que mostra uma empresa que trabalha de acordo com o paradigma da Manufatura em Massa. Porém notamos nesta empresa algumas características diferenciais com relação à configuração dos quatro elementos chave da Manufatura em Massa Precedente (MMP) apresentada anteriormente. Estes diferenciais formarão a base para a proposição de nosso modelo de como a Manufatura em Massa se configura nos dias atuais (MMA).

A empresa mostradas neste capítulo foi caracterizada como sendo Manufatura em Massa pela aplicação do método para identificação de PEGEMs apresentado no capítulo 8 desta tese.

### 4.3.2 A empresa estudada

#### Descrição da empresa

A empresa estudada é uma empresa voltada à produção basicamente de dois tipos de calçados infantis: tênis e sandálias. A empresa está no mercado há exatamente 5 anos. É

uma empresa do tipo limitada, com capital inteiramente nacional. O número de trabalhadores na empresa é de 250 funcionários, incluindo terceiros. A produção diária da empresa gira em torno de 4000 pares de calçados por dia.

### **O mercado onde a empresa está inserida (os direcionadores)**

A empresa está inserida em um mercado com baixo grau de turbulência (no capítulo 9 é mostrado o mapa de turbulência do mercado, metodologia que avalia o grau de turbulência dos mercados). Algumas características importantes deste mercado e que determinam este baixo grau de turbulência são: a demanda pelos produtos da empresa são estáveis e previsíveis, os produtos da empresa são de necessidade básica, as necessidades dos clientes são facilmente entendidas e definidas, os clientes da empresa desejam basicamente os mesmos produtos, a moda tem uma influência baixa sobre os clientes da empresa, os produtos da empresa são bastante invulneráveis a serem substituídos por produtos substitutos, as inovações tecnológicas no setor são bastante lentas, os fornecedores quase nunca têm problemas em entregar no tempo, qualidade e preço desejáveis e finalmente o poder de resposta dos concorrentes a promoções e possíveis inovações da empresa é bastante lento. Além destas características importantes do mercado, os clientes que a empresa foca são os clientes que têm no preço sua maior preocupação. De acordo com o gerente industrial, a empresa trabalha basicamente para as classes econômicas/sociais C, D e E da população. Portanto verificamos que os direcionadores (condições do mercado) para esta empresa possibilitam a implantação da Manufatura em Massa, ou seja, mercado homogêneo e clientes entendendo o preço como o principal diferencial competitivo.

Até aqui estas características do mercado estão bastante de acordo com o mercado propício para a Manufatura em Massa Precedente. Um único diferencial deve ser salientado: os clientes da empresa, apesar de valorizarem basicamente os baixos preços também desejam alguma diferenciação nos produtos. Nas palavras do gerente industrial da empresa: “apesar de nossos clientes não exigirem grande variedade, seria impossível se manter no mercado sem pelo menos uma pequena diferenciação de cores e modelos”. Portanto, neste ponto já notamos um diferencial entre a MMP e a MMA.

### **Os princípios priorizados pela empresa**

Muitos dos princípios da Manufatura em Massa Precedente são seguidos pela empresa. É o caso da especialização do trabalho. A empresa trabalha inteiramente com trabalhadores e máquinas especializadas, os quais realizam somente sua tarefa. Outro

princípio fundamental na empresa é a luta constante em prol do aumento da eficiência operacional/aumento da produtividade, com conseqüente redução de custos. Os altos estoques de matérias primas (aproximadamente um mês de produção), a preocupação com a manutenção da padronização dos produtos no lançamento das novas linhas de produtos, dentre outros fatores, ilustram esta necessidade de manter a eficiência e a alta produtividade. Além disso a empresa foca os clientes que entendem os baixos preços como diferencial competitivo do negócio; portanto a empresa trabalha basicamente com produtos padronizados. Esta padronização pode ser vista pelo pequeno número de modelos produzidos pela empresa (8 modelos de tênis e 8 modelos de sandálias), sendo que estes modelos apresentam apenas pequenas diferenciações de um para o outro. Cada modelo apresenta ainda uma pequena diferenciação, formada por 4 cores e por 8 tamanhos diferentes. Esta diferenciação não altera praticamente em nada o processo e a repetitividade das operações, não representando uma fuga do princípio da padronização.

Vemos que muitos dos princípios da Manufatura em Massa Precente ainda são utilizados na empresa, porém notamos que outros princípios deste paradigma já não ocupam lugar de destaque na empresa. É o caso do princípio que prega a clara distinção entre o “pensar” e o “agir”, o qual pregava que os gerentes deveriam focar seus trabalhos no planejamento e os operários deveriam se preocupar exclusivamente em trabalhar. A mentalidade na empresa não é mais essa; a participação dos funcionários em melhorias nos processos, através de sugestões é bastante incentivada na empresa. Outro princípio da Manufatura em Massa Precedente que não foi identificado na empresa é o alto grau de integração vertical. Este princípio, tão buscado por Ford, não é de maneira alguma importante para a empresa A, a qual mantém relacionamento de razoável confiança com seus fornecedores, os quais são bastante pontuais e entregam produtos com boa qualidade e com preços bastante acessíveis. O terceiro princípio da Manufatura em Massa Precedente que não é seguido pela empresa é relativa aos ciclos de vida do produtos da empresa. Os ciclos de vida dos produtos não são muito longos, como eram os produtos na Manufatura em Massa Precedente. Na empresa, o ciclo médio de um produto é de aproximadamente 6 meses, acompanhando uma tendência do setor que é lançar produtos diferenciados nas estações primavera/verão e outono/inverno. É claro que estes novos produtos são os mais padronizados possíveis, existindo uma grande preocupação por parte da equipe de desenvolvimento em projetar produtos que não alterem o processo produtivo.



## **Os capacitadores utilizados pela empresa**

Com relação aos capacitadores da Manufatura em Massa Precedente utilizados na empresa temos que a grande maioria dos capacitadores deste paradigma são utilizados em larga escala na empresa. É o caso da economia de escala, vital na empresa; do uso intensivo de peças intercambiáveis (esta intercambiabilidade das peças é pensado desde o projeto do produto); da utilização intensiva de máquinas especializadas; do uso da linha de montagem cadenciada mecanicamente a qual garante o fluxo contínuo de produtos; da utilização de roteiros fixos, com *lay out* por produto e padrão de fluxo *flow shop* (este *lay out* não é alterado nem mesmo na mudança de linha de produtos semestral); da utilização dos estudos de tempos e métodos e análise detalhada do processo (a empresa mantém pessoal especializado para realizar estas funções); da utilização da estratégia *make to stock* (apesar da empresa fabricar também para ordens de clientes, a empresa trabalha para estoque toda vez que a demanda apresenta ligeiro declínio); da utilização de planilhas para controlar as taxas de produção; do amplo conhecimento da literatura sobre Manufatura em Massa (a diretoria da empresa aplica conscientemente os conceitos da Manufatura em Massa e entende que esta proporciona os maiores ganhos possíveis de acordo com seu objetivo específico, que é ganhar o mercado através dos baixos preços)

A única exceção aos capacitadores da MMP é relativo ao ambiente de trabalho. Como vimos, a MMP tem como capacitador um ambiente de trabalho sem diversidade ou diferenciações nos produtos. Na empresa A não existe diversidade (apenas são produzidos tênis e sandálias) sendo que mesmo os modelos destes produtos não representam produtos muito distintos; portanto não podendo ser caracterizados como diversidade (o sistema de produção é caracterizado como do tipo produção em massa, de acordo com a classificação de MACCARTHY & FERNANDES, 2000). Porém a diferenciação existe: são 8 modelos de tênis e 8 de sandálias, cada modelo com 4 cores e 8 tamanhos diferentes, resultando em um total de aproximadamente pouco mais de 500 pequenas variações. Esta diferenciação, apesar de não alterar em nada a classificação do ambiente como produção em massa (mostramos no capítulo 3 desta tese que a repetitividade produção em massa admite um grau médio de diferenciação) é sem dúvida um diferencial da MMA em relação à MMP, a qual não admitia este grau de diferenciação.

## **Os objetivos de desempenho da produção priorizados pela empresa**

Pudemos verificar, através dos princípios e capacitadores, que o objetivo principal da empresa A é a obtenção de altíssima produtividade e de baixos custos, analogamente à

Manufatura em Massa Precedente. Algumas diferenças com relação aos objetivos de desempenho são referentes aos objetivos qualidade e variedade. A qualidade, referente as abordagens de adequação ao uso e valor, também têm sua importância para a empresa como qualificador (de forma análoga à MMP), uma vez que, de acordo com o gerente industrial da empresa: “Se a qualidade de nossos produtos estiver abaixo de um determinado nível, o cliente não comprará nosso produto”. Isto caracteriza um objetivo qualificador. Em outras palavras, os produtos da empresa tem que atender as necessidades básicas de uso da maioria dos clientes e oferecer um bom desempenho a preços aceitáveis. Porém, diferentemente da MMP, uma outra abordagem da qualidade aparece como qualificador neste paradigma: a qualidade como abordagem da produção. Enquanto na MMP a empresa se preocupava em não parar a linha de produção quando ocorresse um defeito, sendo preferível fabricar um defeito do que perder produtividade, no caso da empresa A, ocorre exatamente o contrário: quando se identifica um defeito a produção para e este é retirado imediatamente, ou seja há uma preocupação em se “fazer certo da primeira vez”, caracterizando a preocupação com a qualidade (também em nível qualificador) em sua abordagem da produção. Portanto na empresa A, apesar da produtividade/custo ser sem sombra de dúvida o objetivo ganhador de pedidos buscado, a qualidade (abordagens do usuário, valor e produção) ocupa uma posição de qualificadora, uma vez que também é importante para os clientes. Com relação à variedade temos que a empresa apresenta uma certa diferenciação de cores e tamanhos, o que pode ser caracterizado como a variedade 1 (coisas semelhantes) definida no capítulo 2. Portanto na MMA a diferenciação também é um objetivo qualificador.

Após a apresentação do estudo de caso vamos mostrar na seção seguinte nosso modelo para a Manufatura em Massa Atual.

#### **4.4 Um modelo para a Manufatura em Massa nos dias atuais**

A partir do estudo de caso mostrado apresentamos um modelo que mostra as características dos quatro elementos chave de um PEGEM para a Manufatura em Massa nos dias atuais. Este modelo é mostrado na figura 4.2.

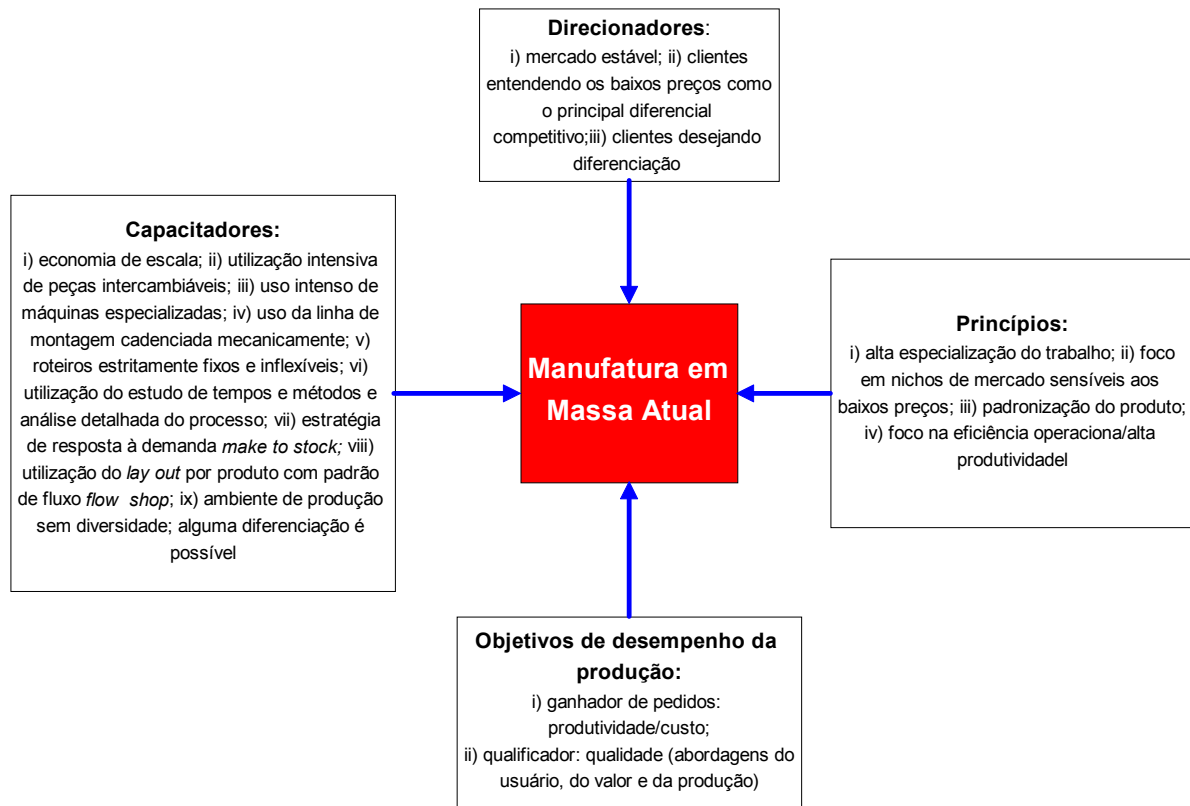


Figura 4.2: A configuração dos quatro elementos chave da Manufatura em Massa Atual

Podemos verificar na figura 4.2 como se configuram os elementos chave da Manufatura em Massa Atual. Com relação aos direcionadores, além do mercado estável e desejando preços baixos, característicos da Manufatura em Massa Precedente, também apresenta como característica os clientes desejando níveis baixos ou até mesmo médio de diferenciação nos produtos. Referente aos princípios, temos que, basicamente, dos sete princípios da Manufatura em Massa Precedente, mostrados anteriormente, três deles perdem força na Manufatura em Massa Atual: a clara distinção entre as atividades de “pensar” e “agir”, o alto grau de integração vertical e os longos ciclos de vida dos produtos. Com relação aos capacitadores, podemos dizer que a Manufatura em Massa Atual utiliza basicamente os mesmos capacitadores da Manufatura em Massa Precedente, com exceção do ambiente de produção o qual pode apresentar até mesmo um grau médio de diferenciação. Finalmente, com relação aos objetivos estratégicos priorizados verificamos que a Manufatura em Massa Atual, além do objetivo produtividade/custo como objetivo ganhador de pedidos e a qualidade (abordagens do usuário e do valor) como objetivo qualificador, apresenta também a qualidade (abordagem da produção) e a variedade 1

(diferenciação) como qualificadores. Como discutido anteriormente esta variedade não chega a constituir uma real diversificação (variedade 2).

A tabela 4.1 resume as diferenças entre as Manufaturas em Massa Precedente e Atual.

Tabela 4.1: As diferenças entre as Manufaturas em Massa, Precedente e Atual

<b>ELEMENTOS CHAVE DO PEGEM</b>	<b>Manufatura em Massa Precedente</b>	<b>Manufatura em Massa Atual</b>
<b>Direcionadores</b>	diferenciações não são buscadas pelos clientes	clientes buscam algum grau de diferenciação
<b>Princípios</b>	gerentes “pensam”, operários “executam”; alto grau de integração vertical; longos ciclos de vida dos produtos	não há divisão rígida entre o gerente “que pensa” e o operário “que realiza”; não há necessariamente preocupações de integrações verticais e ciclo de vida dos produtos não são tão longos
<b>Capacitadores</b>	ambientes de produção sem diversidade ou diferenciações	ambientes de produção sem diversidade, porém com um grau pequeno/médio de diferenciação
<b>Objetivos de Desempenho</b>	qualificador: qualidade (somente abordagens do usuário e valor)	qualificador: qualidade (abordagens do usuário, do valor e da produção) e variedade 1

## 4.5 Conclusões

Neste capítulo tratamos da Manufatura em Massa. Apresentamos primeiramente uma revisão bibliográfica a respeito da Manufatura em Massa Fordista. A esta Manufatura em Massa denominamos Manufatura em Massa Precedente. Estruturamos este paradigma de acordo com os quatro elementos chave de todo PEGEM, como mostrado no capítulo 2 desta tese, ou seja: direcionadores, princípios, capacitadores e objetivos de desempenho. Após isso, baseado em um estudo de caso na indústria brasileira de calçados, verificamos que a Manufatura em Massa ainda existe na indústria brasileira de calçados, porém com algumas alterações em relação à Manufatura em Massa Precedente. Esta nova Manufatura em Massa denominamos Manufatura em Massa Atual. Algumas das características que a Manufatura em Massa Atual tem que a diferenciam da Manufatura em Massa Precedente são: um foco na abordagem da produção da qualidade e na variedade 1 (variedade de coisas semelhantes) como objetivos qualificadores. Além disso alguns princípios da Manufatura em Massa Precedente não são mais encontrados na Manufatura em Massa Atual, como é o caso da distinção rígida do “pensar” e “executar”, a perseguição da integração vertical e longos ciclos de vida de produtos.

Na verdade pretendemos com este capítulo estarmos contribuindo para o entendimento de que a Manufatura em Massa não morreu, ao contrário do que muitos

acreditam. Ela ainda ocupa uma porção significativa no mercado, principalmente no Brasil, e em particular na indústria de calçados. Além disso quando revisamos a literatura a respeito dos paradigmas de manufatura temos uma impressão nítida de que são dadas ênfases claras ao estudo e à importância das manufaturas que englobam mais objetivos de desempenho, como por exemplo as Manufaturas Enxuta e Ágil. Esta ênfase retrata talvez uma realidade internacional e acadêmica e não uma realidade brasileira. Para o caso da indústria de calçados brasileira a Manufatura em Massa Atual ainda ocupa um papel bastante importante. Portanto este capítulo representa uma contribuição ao árduo caminho de identificação e eliminação das diferenças entre a teoria e prática na literatura de Gestão da Produção. Em outras palavras, este capítulo confronta a visão de que o melhor PEGEM para uma empresa é aquele que engloba um maior número de objetivos de desempenho (manufaturas enxuta, responsiva, ágil e customização em massa). Como vimos, na indústria de calçados brasileira há indícios de que a Manufatura em Massa Atual ainda é fonte de vantagens competitivas. Urgem novos estudos em outros setores da indústria nacional que comprovem nossa teoria de uma forma mais ampla. Uma última observação válida é que a existência de espaço para a Manufatura em Massa não indica que os outros PEGEMs (Manufaturas Enxuta e Ágil, por exemplo) não são importantes. Elas são de extrema importância, porém a escolha de um ou outro PEGEM está ligado ao setor e mercado específico que a empresa está atuando, bem como a seus objetivos estratégicos de desempenho. Esta questão é discutida mais profundamente no capítulo 9 desta tese.

---

## **Capítulo 5 – A estruturação da Manufatura Enxuta de acordo com os quatro elementos chave de um PEGEM**

---

### **5.1 Introdução**

Neste capítulo tratamos da Manufatura Enxuta, estruturando este paradigma de acordo com os quatro elementos chave dos PEGEMs tratados nesta tese. Esta estruturação serve de base para a proposição da metodologia para identificação do PEGEM que a empresa utiliza (no capítulo 8 desta tese) além de aprofundar o estudo das características da Manufatura Enxuta mencionadas nos capítulos 2 e 3 desta tese.

A estrutura do capítulo é a seguinte: na seção 5.2 são mostradas as origens e o conceito da Manufatura Enxuta; na seção 5.3 tratamos dos direcionadores da Manufatura Enxuta; nas seções 5.4 e 5.5 mostramos respectivamente os princípios e os capacitadores da Manufatura Enxuta. Estes princípios e capacitadores foram levantados a partir de uma revisão bibliográfica completa a respeito da Manufatura Enxuta (GODINHO FILHO & FERNANDES, 2003c). Na seção 5.6 trazemos os objetivos estratégicos da produção priorizados pela Manufatura Enxuta. Na seção 5.7 tecemos algumas considerações finais a respeito deste capítulo.

### **5.2 As origens e o conceito de Manufatura Enxuta**

As origens da Manufatura Enxuta remontam da década de 50. Este paradigma de manufatura nasceu na Toyota, no Japão e lá ficou conhecido como Sistema Toyota de Produção.

Eiiji Toyoda e Taiichi Ohno foram os visionários da Toyota que perceberam que a produção em massa jamais funcionaria no Japão por diversos motivos, dentre os quais:

- O Japão tinha um mercado interno limitado, que demandava uma vasta variedade de veículos, tornando a produção em massa inviável;
- A força de trabalho nativa do Japão não era propensa a ser tratada como custo variável ou peça intercambiável;

- Inexistiam no Japão os trabalhadores-hóspedes, isto é, trabalhadores temporários dispostos a enfrentar condições precárias de trabalho em troca de remuneração compensadora. Estes indivíduos no ocidente constituíam o grosso da força de trabalho na maioria das companhias de produção em massa;
- A economia do Japão se encontrava devastada pela guerra.

Diante dessa necessidade de transformação da produção em massa, nasceu o Sistema Toyota de Produção ou Manufatura Enxuta.

WOMACK & JONES (1998) definem Manufatura Enxuta como sendo uma nova abordagem segundo a qual existe uma forma melhor de organizar e gerenciar os relacionamentos de uma empresa com os clientes, cadeia de fornecedores, desenvolvimento de produtos e operações de produção. Dentro desta abordagem tenta-se cada vez fazer mais com menos (menos equipamento, menos esforço humano, menos tempo, etc...).

Alguns exemplos desta nova abordagem proposta por Toyoda e Ohno podem ser ilustradas nos setores de produção da Toyota. No setor de estamperia Ohno percebeu que havia problemas no tocante à escala mínima exigida para trabalhar economicamente. Sua idéia foi então desenvolver técnicas simples de troca de moldes, usando carrinhos e mecanismos de ajustes simples. Com isto Ohno reduziu o tempo de troca de 1 dia para 3 minutos, possibilitando a produção em pequenos lotes, conseguindo ganhos em custo e em qualidade. Já em outro setor, na linha de montagem final da Toyota, Ohno instituiu um sistema no qual qualquer trabalhador poderia parar a máquina ao menor sinal de problema de qualidade (diferentemente das linhas de produção fordistas). Portanto deve-se produzir certo da primeira vez, ou seja, existe uma clara preocupação com a qualidade do produto.

A Manufatura Enxuta se difundiu primeiramente da Toyota para outras empresas japonesas e a partir da década de 80 para os países ocidentais. Já a partir do final da década de 50 passou a “roubar” parcela de mercado das empresas americanas e européias (ver dados em WOMACK *et al* (1992)). Reconhecidamente WOMACK *et al* (1992) foram os autores que popularizaram o conceito da Manufatura Enxuta no ocidente.

Nas próximas seções estruturamos a literatura sobre Manufatura Enxuta dentro dos quatro elementos chave de um PEGEM.

### **5.3 Os direcionadores da Manufatura Enxuta**

Já vimos que os direcionadores são as condições do mercado que possibilitam/facilitam/requerem a implantação de um PEGEM. A Manufatura Enxuta não é

um paradigma adequado para tratar um mercado instável e turbulento. Para SHARP *et al* (1999) mercados imprevisíveis e turbulentos não são adequados para a Manufatura Enxuta. Para estes mercados, a Customização em Massa e principalmente a Manufatura Ágil dispõem de princípios e capacitadores mais adequados. (estes dois paradigmas são estudados a fundo no capítulo 7). Portanto acreditamos que o mercado mais adequado para atuação da Manufatura Enxuta seja um mercado estável. Muitos autores suportam esta afirmação. Nas palavras de MASKWELL (1997) “ a Manufatura Enxuta funciona quando o mercado pode ser controlado”. SHARP *et al* (1999) sugere que mercados estáveis e previsíveis são os mercados mais adequados para a Manufatura Enxuta. Também MASON-JONES *et al* (2000) recomenda a Manufatura Enxuta para mercados estáveis. No capítulo 8 desta tese relacionamos a utilização da Manufatura Enxuta a um nível de turbulência baixo ou no máximo baixo médio.

Além destas características de estabilidade do mercado, os clientes alvo da Manufatura Enxuta são aqueles que desejam qualidade, baixos custos e diferenciação de produtos. Isto significa dizer que mercados que desejam responsividade, customabilidade e agilidade também não são os mais adequados para a Manufatura Enxuta.

## **5.4 Os princípios da Manufatura Enxuta**

Nesta seção apresentamos os princípios da Manufatura Enxuta citados na literatura. Uma definição sucinta de cada um destes princípios, bem como trabalhos referentes a estes princípios, são mostrados a seguir.

- Determinar o valor para o cliente: especificar o valor, ou seja, o que o cliente realmente deseja, é o primeiro passo no pensamento enxuto. Simplesmente oferecer o bem ou o serviço da forma certa pode somente representar desperdício. Portanto antes de iniciar qualquer programa de redução de custos, de ampliação da variedade de produtos ou outro programa de melhoria, é essencial questionar as tradicionais definições de valor e definir o que é realmente necessário sob a ótica do cliente. Este princípio é bastante focado por WOMACK & JONES (1998)

- Identificar a cadeia de valor: de acordo com WOMACK & JONES (1998) cadeia de valor é o conjunto de todas as ações específicas necessárias para se levar um produto específico a passar por todas as etapas de um negócio. A identificação da cadeia de valor inteira para cada produto expõe onde estão ocorrendo os desperdícios. A análise da cadeia de valor quase sempre mostra que ocorrem três tipos de ação ao longo de sua extensão: (i)



Muitas etapas certamente criam valor; (ii) outras etapas não criam valor, mas são inevitáveis com as atuais tecnologias e ativos de produção e (iii) muitas etapas adicionais não criam valor e devem ser evitadas imediatamente. Autores como DENNIS *et al* (2000) e SULLIVAN *et al* (2002) trabalham com a análise da cadeia de valor e com o seu capacitador, o Mapeamento do Fluxo de Valor

- Trabalho em fluxo/Simplificação do fluxo: de acordo com este princípio deve-se, uma vez identificado o valor e a cadeia de valor, focalizar o objeto real — o projeto, o pedido ou o produto — e jamais deixar que esse objeto se perca do início à conclusão. Para isto deve-se ignorar as fronteiras tradicionais de tarefas, profissionais, funções (freqüentemente organizadas em departamentos) e empresas para criar uma empresa enxuta, eliminando todos os obstáculos ao fluxo contínuo do produto. De acordo com ROTHER & SHOOK (1998), referente à produção propriamente dita, a idéia de fluxo contínuo é realizado de duas formas gerais: i) com a utilização do sistema *Kanban* para conexão de células de produção e ii) através da produção em fluxo unitário (*one piece flow*). STORCH & LIM (1999) trabalham com este princípio na indústria de construção de navios.

- Produção Puxada: Este princípio está ligado à capacidade de programar e fabricar exatamente o que o cliente quer, quando o cliente quer. Nas palavras de WOMACK & JONES (1998) deve-se “jogar fora” a projeção de vendas e simplesmente fazer o que os clientes lhe dizem que precisam, ou seja, deve-se deixar que o cliente “puxe” o produto, quando necessário, em vez de empurrar os produtos, muitas vezes indesejados. Este princípio aparece também na literatura como produção *just in time* (por exemplo em MONDEN, 1984 e HENDERSON & LARCO, 2000). Dentro deste contexto, WHITE & PRYBUTOK (2001) propõem um relacionamento entre o *just in time* e os tipos de sistemas de produção.

- Busca da perfeição: É um princípio bastante citado em importantes referências sobre Manufatura Enxuta (por exemplo WOMACK & JONES, 1998 e HENDERSON & LARCO, 2000). Na busca pela perfeição as organizações devem buscar dois tipos de melhorias: a Incremental e a Radical. A melhoria Incremental é o *Kaizen*, a qual prega que a perfeição é alcançada pela melhoria contínua. Já a melhoria Radical envolve um salto em direção à perfeição. VINCENTI (2002) mostra diversas melhorias que o programa *Kaizen* proporcionou para uma indústria automobilística. Também SHAHMANESH (1999) trabalha com o *Kaizen* no âmbito da Manufatura Enxuta.

- Foco na qualidade: para MONDEN (1984) a autonomia (controle automático de defeitos) é um princípio vital para a Manufatura Enxuta. Este princípio mostra o foco da Manufatura Enxuta no Controle da Qualidade. Defeitos não são permitidos. Também relativo a esta preocupação com a qualidade, alguns autores substituíram a palavra autonomia por qualidade *seis sigma* (HENDERSON & LARCO, 2000, por exemplo). O objetivo é o mesmo: não permitir que defeitos passem nos estágios produtivos. Desta forma percebemos que a Manufatura Enxuta tem um alto foco na qualidade. Muitos trabalhos na literatura mostram este foco em qualidade, dentre eles SHAH & WARD (2002), KOCHAN (1998) e BROWN (1998).

- Manter o ambiente de trabalho limpo, organizado e seguro: este princípio, citado em autores como HENDERSON & LARCO (2000), ALLEN (2000) e JAMES MOORE & GIBBONS (1997), auxilia na busca da qualidade dos produtos e processos. O programa 5S (classificar, limpar, sistematizar, arrumar e fazer manutenção) é um capacitador relativo à este princípio.

- Fornecer aos clientes ampla diferenciação de produtos e pouca diversidade: a Manufatura Enxuta não está preparada para trabalhar com alta diversificação, como mostramos nos capítulos 2 e 3 desta tese (a Manufatura Enxuta está relacionada a ambientes de produção em massa e principalmente repetitivos). Somente diferenciações são buscadas na Manufatura Enxuta.

- Desenvolvimento e capacitação de recursos humanos: este princípio é vital para a Manufatura Enxuta, uma vez que somente pessoas treinadas e capacitadas têm condições para efetuar rodízio de funções, trabalhar em equipes e tomar decisões (*empowerment*), três importantes capacitadores da Manufatura Enxuta. Alguns trabalhos na literatura que focam bastante este princípio são: NIEPCE & MOLLEMAN (1996), o qual estuda o papel do trabalhador na Manufatura Enxuta; e BOYER (1996), que mostra que investir em treinamentos e capacitação dos trabalhadores é vital para a obtenção de ganhos de produtividade na Manufatura Enxuta.

- Gerenciamento Visual: de acordo com este princípio os empregados devem saber como a companhia está se saindo e o mais importante, como eles estão contribuindo para os resultados da empresa e o que é esperado deles. A empresa enxuta deve deixar claro a todos os empregados o volume de vendas da empresa e indicadores financeiros chave. Isto traz motivação para os trabalhadores. A informação deve estar disponível sempre e para todos.

- Adaptação de outras áreas da empresa ao pensamento enxuto: de acordo com HENDERSON & LARCO (2000) após a transformação enxuta na fábrica, a Manufatura Enxuta deve se expandir para o resto da empresa. Atualmente na literatura existe um grande número de trabalhos que tratam da expansão da Manufatura Enxuta para outras áreas da empresa tais como: projetos, finanças, recursos humanos, dentre outras. MASKWELL (2000), KARLSSON & AHLSTRON (1995) e AHLSTRON & KARLSSON (1996) são exemplos de trabalhos que tratam a relação entre Manufatura Enxuta e sistemas contábeis/financeiros.

## **5.5 Os capacitadores da Manufatura Enxuta**

Nesta seção apresentamos os capacitadores da Manufatura Enxuta tratados na literatura. Uma definição sucinta de cada um destes capacitadores, bem como trabalhos que tratam destes capacitadores, são mostrados a seguir.

- Mapeamento do Fluxo de Valor: para ROTHER & SHOOK (1998) “...mapear o fluxo de valor de um produto é seguir a trilha da produção de um produto, desde o consumidor até o fornecedor, e cuidadosamente desenhar uma representação visual de cada processo no fluxo de material e informação. Então, deve-se formular um conjunto de questões chave e desenhar um mapa do "estado futuro" de como o processo deveria fluir. Fazer isso repetidas vezes é o caminho mais simples para que se possa enxergar o valor, e especialmente, as fontes do desperdício.” Esta ferramenta é vital para a Manufatura Enxuta

- Melhorar relação com fornecedores: a Manufatura Enxuta defende uma abordagem cooperativa com os fornecedores da cadeia, visando eliminação de desperdícios. PÉREZ & SANCHEZ (2000) realizou um survey em indústrias espanholas visando identificar alguns aspectos do relacionamento entre clientes e fornecedores dentro da Manufatura Enxuta. PANIZOLLO (1998) identificou que a gestão de relacionamentos externos é crítica para a implantação dos princípios enxutos na cadeia de valor. Também STEINER (1997) trata desta questão apresentando métodos eficientes de cooperação entre clientes e fornecedores.

- Recebimento *just in time*: teóricamente este capacitador está relacionado a chegada de processos na empresa justamente no momento necessário para a produção. Na prática isto é muito difícil de ser conseguido para toda a linha de produtos. KOCHAN

(1998) descreve os benefícios da integração de fornecedores e do recebimento just in time em uma empresa automobilística.

- Tecnologia de grupo/ Lay out celular com padrão de fluxo flow shop: o lay out celular é uma forma de simplificar o fluxo de produção. Como vimos no capítulo 3 desta tese, a Manufatura Enxuta, trabalhando em ambientes de produção em massa e repetitivos, se utiliza do lay out celular, preferencialmente com padrão de fluxo job shop. REYNOLDS (1998) apresenta um projeto de um sistema de manufatura celular dentro do contexto da Manufatura Enxuta

- Trabalho em fluxo contínuo/Redução do tamanho de lote: na Manufatura Enxuta o tamanho do lote ideal é de apenas uma unidade (o que muitas vezes é irreal na prática). Diante disso busca-se minimizar ao máximo os tamanhos de lote, com o objetivo de minimizar estoques em processo, obter ganhos de qualidade e auxiliar na obtenção da diferenciação dos produtos.

- Trabalhar de acordo com o takt time: Takt time é o tempo que sincroniza precisamente a velocidade de produção à velocidade da demanda. Portanto na manufatura Enxuta o cálculo das taxas de produção deve ser feito em função da taxa de demanda. Isto é bastante enfatizado em ROTHER & SHOOK (1998). Também ALVAREZ & ANTUNES Jr (2001) focam este capacitador.

- Utilização do kanban: na impossibilidade de se trabalhar com fluxo contínuo entre as estações de trabalho, o sistema kanban deve ser utilizado como forma de “puxar” a produção, produzindo somente o que for necessário.

- Manutenção Produtiva Total (TPM): a manutenção produtiva total é outra ferramenta da Manufatura Enxuta relacionada ao Controle da Qualidade, uma vez que a TPM visa eliminar a variabilidade do processo causada pelas quebras não planejadas de máquinas.

- Baixos tempos de set up: Os tempos de preparação são vistos como desperdícios e portanto devem ser combatidos. Este capacitador é um dos pilares da Manufatura Enxuta desde os seus primórdios.

- Kaizen: Este capacitador está relacionado à idéia de que a perfeição será alcançada pela melhoria contínua, formada por infinitas etapas de mudanças. Neste processo de contínua busca da perfeição, métodos para se alcançar a melhoria podem ser utilizados, tais como: caixa de sugestões de funcionários e círculos de qualidade (discussões sobre como problemas podem ser resolvidos).

- Ferramentas de Controle de Qualidade/Zero defeito: métodos de controle da qualidade são de extrema importância para a Manufatura Enxuta, como por exemplo a utilização de CEP (Controle Estatístico do Processo), diagrama de causa e efeito, dentre outros métodos que muitas vezes podem estar incorporados dentro de um “pacote” seis *sigma*. Na Manufatura Enxuta busca-se a qualidade seis *sigma*, com nível de defeitos zero (3,4 defeitos por milhão)

- Ferramentas Poka Yoke: *Poka Yoke* significa à prova de erros. Este capacitador tem por objetivo prevenir a ocorrência de erros no produto e também a passagem de eventuais erros para etapas seguintes do processo. Isto pode ser feito, por exemplo, no processo produtivo com a instalação de dispositivos para identificação de defeitos ou mesmo durante a fase do projeto.

- 5S: o programa 5S também é um importante capacitador da Manufatura Enxuta.

- Empowerment: nas palavras de HENDERSON & LARCO (2000) este capacitador está relacionado à idéia de “delegar decisões para as pessoas que estão mais próximas do problema”.

- Trabalho em equipes: também de acordo com HENDERSON & LARCO (2000) o trabalho em equipes é um capacitador importante para a Manufatura Enxuta. No chão de fábrica esta estrutura de trabalho é facilitada pela utilização do *lay out* celular.

- Trabalhador multi-habilitado com rodízio de funções: Dentro de uma equipe de trabalho todos os trabalhadores devem ser treinados em várias funções (uns nas funções dos outros) para que haja intercambiabilidade de funções.

- Comprometimento dos trabalhadores e da alta gerência: o envolvimento e comprometimento de todos na empresa, inclusive da alta gerência, é um capacitador fundamental para a Manufatura Enxuta. BOYER (1996) trabalha com este capacitador.

- Utilização de gráficos de controle visuais/medidas de performance: de acordo com HENDERSON & LARCO (2000) devem ser empregados gráficos visuais como medidas de performance: de entrega, de qualidade, de custos, de manutenção, dentre outros; dessa forma o funcionário pode saber como está sua performance e a da empresa.

- Ferramentas para projeto enxuto: utilizar capacitadores para eliminar desperdícios desde o projeto também é muito importante para a Manufatura Enxuta. Um exemplo destes capacitadores é o DFMA (*Design For Manufacturing and Assembly*)

- Trabalhar com sistemas de produção com alta repetitividade, porém com alta diferenciação de produtos: já vimos no capítulo 3 que o ambiente de produção mais

adequado para a Manufatura Enxuta é o ambiente repetitivo. Neste ambiente existe uma baixa diversidade e média-alta diferenciação nos produtos (tabela 3.3).

- Trabalhar com estratégias de resposta à demanda *make to stock*, *assembly to order* e *make to order 1*: também no capítulo 3 verificamos que as estratégias de resposta à demanda mais aplicáveis à Manufatura Enxuta são o *make to stock*, o *assembly to order* e o *make to order 1*. Apesar de todo o apelo pela redução de estoques na Manufatura Enxuta, acreditamos que na prática, muitas vezes se faz necessário algum nível de estoque; por esta razão também temos a estratégia *make to stock* na Manufatura Enxuta. Isto é bastante coerente com o baixo grau de diversidade da Manufatura Enxuta, o qual sugere a formação de estoques.

## **5.6 Os objetivos de desempenho da Manufatura Enxuta**

No capítulo 2 desta tese apresentamos um modelo de relacionamento entre os PEGEMs e os objetivos estratégicos da manufatura. Referente à Manufatura Enxuta, notamos que a qualidade é o objetivo ganhador de pedidos deste paradigma, enquanto que os objetivos produtividade e variedade 1 são objetivos qualificadores. Este capítulo reforça este modelo, uma vez que os princípios e capacitadores da Manufatura Enxuta focam basicamente estes três objetivos, com um foco maior em qualidade. Com relação à produtividade e qualidade mostramos em GODINHO FILHO & FERNANDES (2002a) que realmente a Manufatura Enxuta é o paradigma estratégico de gestão que tem alto foco nestes dois objetivos. Já com relação à variedade, observando os princípios e capacitadores da Manufatura Enxuta vemos que este paradigma não está preparado para trabalhar com altas diversidades de produtos (variedade 2), uma vez que alta variedade dificulta a implantação de vários capacitadores da Manufatura Enxuta, como por exemplo a utilização do *kanban*, a manutenção de uma produção sincronizada, e a manutenção de baixos *set ups* médios, dentre outros. Por outro lado, a Manufatura Enxuta pode e deve trabalhar com altas diferenciações nos produtos (variedade 1), uma vez que este objetivo é extremamente importante na atual conjuntura competitiva. Além disso a diferenciação não prejudica os princípios e capacitadores enxutos; por exemplo, pode haver alta diferenciação e baixos tempos de *set up*. Já os outros objetivos estratégicos da manufatura, como por exemplo responsividade, customabilidade e agilidade não são contemplados neste paradigma.

## 5.7 Conclusões

Neste capítulo tratamos do PEGEM mais conhecido e divulgado na literatura dentre os paradigmas tratados nesta tese: a Manufatura Enxuta. A partir de uma revisão bibliográfica completa estruturamos a Manufatura Enxuta de acordo com os quatro elementos chave de todo PEGEM propostos no capítulo 2 desta tese: direcionadores, princípios, capacitadores e objetivos estratégicos relacionados. Mais trabalhos sobre Manufatura Enxuta, seus princípios e capacitadores, bem como um sistema que classifica tais trabalhos, apontando sugestões para futuras pesquisas, pode ser encontrada em GODINHO FILHO & FERNANDES (2003c).

Este capítulo serve como referencial para o capítulo 8, onde é desenvolvido uma proposta para se identificar o PEGEM utilizado por determinada empresa.

Acreditamos que uma última observação interessante sobre a Manufatura Enxuta é citar algumas empresas que utilizam este paradigma. Além da Toyota, empresa onde nasceu este paradigma, a Manufatura Enxuta é utilizada em diversas empresas ao redor do mundo. De acordo com HENDERSON & LARCO (2000) a *Dell Computers* (empresa que fabrica computadores e materiais de informática) é uma ME. Para WOMACK & JONES (1998) a *Lantech* (fabricante de máquinas embaladoras), a *Wiremold* (fabricante de fiações para transmissão de energia e estabilizadores e filtros de linhas para proteção de equipamentos eletrônicos) e a *Pratt & Whitney Company* (fabricante de motores para jatos militares) são empresas enxutas. Ainda SOHAL (1996) cita a *Trico Australia* (empresa que produz limpadores de para brisa para a indústria automobilística) como sendo uma Manufatura Enxuta.

---

## Capítulo 6: Manufatura Responsiva (MR): revisão e proposta de metodologia

---

### 6.1 Introdução

O presente capítulo tem por finalidade estudar um dos cinco Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura (PEGEM) tratados nesta tese: a Manufatura Responsiva (MR). Dentre os modernos PEGEMs, a MR é sem dúvida a que recebe menos atenção dentro da literatura de Gestão da Produção.

A MR, também denominada competição baseada no tempo, foi primeiramente proposta por STALK & HOUT (1990). Na verdade este paradigma começou a surgir alguns anos antes, com a publicação de diversos trabalhos relacionados ao tempo (STALK, 1988; BOWER & HOUT, 1988). Como o próprio nome diz, este novo paradigma enfatiza o tempo como principal diferencial competitivo. BLACKBURN (1991a) cita que a manufatura baseada no tempo deve implementar uma série de métodos destinados a reduzir o tempo de resposta aos clientes. Para BOOTH (1996), esta nova estratégia de gestão da manufatura enfatiza a redução do tempo de desenvolvimento do produto e do tempo de produção como fatores vitais para o aumento da competitividade de uma empresa. Para HANDFIELD (1995) esta ênfase na redução do tempo não é crítica se pensada como um fim em si mesma; são os benefícios desta redução que tornam este paradigma atraente. Dentre estes benefícios podemos citar: menos estoques, maior rapidez no atendimento ao cliente e na inovação, maiores fluxos de caixa e maiores lucros. A denominação Manufatura Responsiva vem de autores como KRITCHANCHAI & MACCARTHY (1998) e FERNANDES & MACCARTHY (1999), os quais entendem que a Manufatura Responsiva tem como principal objetivo ganhador de pedidos não somente o tempo mas a responsividade, o que como já mostramos, é formada pelos objetivos ligados ao tempo (rapidez e pontualidade) e a variedade 2 (alta variedade de coisas distintas, de acordo com nossa definição vista no capítulo 2). Portanto, assim como estes autores, entendemos que atingir a Manufatura Responsiva significa ser rápido, pontual e ter uma alta variedade de produtos.



Apesar da denominação da MR estar ligada à manufatura, o escopo da MR está relacionada a toda a cadeia de suprimentos. Nas palavras de HANDFIELD (1995): “a competição baseada no tempo não se refere somente à manufatura – toda a cadeia de suprimentos deve ser envolvida”.

Neste capítulo realizamos uma revisão bibliográfica completa a respeito da MR, estruturando tal revisão de acordo com os quatro elementos-chave de todo PEGEM, propostos no capítulo 2, a saber: direcionadores, princípios, capacitadores e objetivos de desempenho. A partir destes princípios e capacitadores, devidamente estruturados, e da inclusão de mais alguns princípios e capacitadores propostos por estes autores (nossos princípios e capacitadores têm uma forte ênfase na função de Controle da Produção, a qual acreditamos ser vital para a responsividade) propusemos uma metodologia para se chegar a MR em empresas que necessitam do tempo e da variedade como diferenciais competitivos. Uma metodologia com tais características não foi encontrada na literatura disponível na área.

Resumidamente, as principais contribuições deste capítulo são:

- i) revisar o que a literatura apresenta em termos de MR, um dos cinco PEGEMs tratados nesta tese;
- ii) estruturar tal revisão, de forma a aumentar o conhecimento e a divulgação deste importante PEGEM e facilitar distinções entre este e outros PEGEMs tais como a Manufatura Enxuta e a Manufatura Ágil;
- iii) apresentar uma metodologia, com princípios e capacitadores para se alcançar a responsividade (chegando-se portanto à MR);
- iv) identificar Sistemas de Coordenação de Ordens de Produção e Compra (SICOPROCs) adequados à responsividade;
- v) propor uma metodologia para a escolha de sistemas de programação com capacidade finita de acordo com os objetivos da MR;
- iv) apresentar alguns passos para a implantação prática de nossa metodologia para a MR

A estrutura do capítulo é a que segue: na seção 6.2 apresentamos a revisão bibliográfica sobre MR, devidamente estruturada; na seção 6.3 propomos a metodologia para se chegar a MR; na seção 6.4 apresentamos uma proposta de como deve ser implantada nossa metodologia e na seção 6.5 tecemos algumas conclusões.

## 6.2 Referencial Teórico

Nesta seção estruturamos a literatura sobre MR de acordo com os quatro elementos chave propostos no capítulo 2: direcionadores, princípios, capacitadores e objetivos de desempenho.

### 6.2.1 Os direcionadores

Conforme visto no capítulo 2, os direcionadores são as condições do mercado que possibilitam/facilitam/requerem a implantação de um PEGEM. No caso da MR o principal direcionador é a existência de clientes que desejam a alta responsividade, em outras palavras, os clientes devem estar dispostos a pagar preços mais altos por diferenciais em tempo e variedade oferecidos pelo competidor baseado no tempo. Nas palavras de STALK & HOUT (1990) " ao abordar a oportunidade de se utilizar o tempo como vantagem competitiva, os executivos têm de determinar, primeiro, se existe a oportunidade de se tornar concorrente baseado no tempo no seu setor de atividade." Portanto uma análise de mercado se torna crucial antes da decisão de se tornar um concorrente baseado no tempo. No capítulo 9 desta tese apresentamos uma metodologia para identificação do PEGEM ideal para cada empresa e dentro desta metodologia identificamos características do mercado específicas para a introdução da MR.

### 6.2.2 Os princípios

Como definido no capítulo 2, os princípios são as idéias que norteiam as empresas rumo aos PEGEMs. A partir de uma revisão bibliográfica completa identificamos as principais idéias sobre MR e as estruturamos em 7 princípios mostrados a seguir.

- Escolher o consumo do tempo como parâmetro crucial em termos de administração e estratégia, utilizando a responsividade como diferencial competitivo: este princípio é citado por STALK & HOUT (1990) e é o mais importante princípio da MR. Toda a empresa deve se focar no objetivo de redução de tempos, inclusive o pessoal de vendas (HANDFIELD (1995) dá uma ênfase especial a esta função por esta ser a responsável pela recebimento dos pedidos). As empresas baseadas no tempo devem saber com precisão quanto tempo é necessário para fornecer os produtos aos clientes. A utilização de medidas de desempenho baseadas no tempo é um capacitador que está diretamente relacionado a este princípio. Além disso esta priorização do tempo como diferencial competitivo deve ser entendido e seguido por todas as empresas que formam a cadeia de

fornecimento, caso contrário não se conseguirão resultados consideráveis com relação à diminuição do tempo de resposta aos clientes. Para HANDFIELD (1995) a competição baseada no tempo ocorre de duas formas diferentes: *fast-to-market* (a ênfase é na redução do *lead time* de projeto, desde o conceito até antes do início da produção) e *fast-to-product* (a ênfase é na redução do *lead time* de produção).

- Fornecer aos clientes ampla diversidade de produtos: de acordo com este princípio, a Manufatura Responsiva deve fornecer aos clientes uma ampla variedade de produtos aos clientes. Esta ampla variedade, diferentemente da Manufatura Enxuta, é a denominada variedade 2 (coisas distintas) ou diversidade, como definimos nos capítulos 2 e 3.
- Direcionar a empresa para os clientes mais atraentes e sensíveis ao tempo: como já salientamos, a MR não é um paradigma para todos os mercados e empresas. Portanto a empresa responsiva deve identificar no mercado (verificando se estes representam realmente uma parcela significativa no mercado) os chamados “clientes mais atraentes” nas palavras de STALK & HOUT (1990), que são aqueles clientes que não podem esperar o que desejam. Estes clientes estarão dispostos a pagar mais caro pela velocidade (é este o público alvo da MR). A inexistência ou um volume baixo deste tipo de cliente no mercado inviabiliza os esforços da empresa responsiva.
- Estabelecer o ritmo da inovação no seu setor industrial: de acordo com STALK & HOUT (1990) a empresa baseada no tempo deve estender sua vantagem de resposta a toda a organização. Isto faz com que o desenvolvimento de novos produtos tenha uma função importante na rápida introdução de novos produtos no mercado. Neste princípio vemos a ênfase dada ao objetivo adaptabilidade, o qual, como mostramos no capítulo 2 é um objetivo a ser alcançado pela Manufatura Responsiva. Porém, como bem salienta HANDFIELD (1995), a inovação do tipo incremental é preferível, uma vez que inovações radicais (*breakthrough*) tendem a aumentar o *lead time* de projeto, o que não vai de encontro aos objetivos da MR. Portanto este objetivo é qualificador.
- Sistema integrado de trabalho em toda a cadeia e estruturado para a simplificação das atividades e eliminação de tempos desnecessários: este princípio, bastante enfatizado por STALK & HOUT (1990), está relacionado à idéia de que todas as funções de uma organização devem ser integradas entre si e também com as atividades de outras empresas que compõem a cadeia de suprimentos da empresa. Além disso todo o trabalho que não é vital para a criação do valor deve ser eliminado, com a finalidade de redução do tempo de entrega. Dois capacitadores são vitais para que se tenha bons

resultados em relação a este princípio: organização do trabalho ao redor da “seqüência principal” e o fluxo contínuo de trabalho. Estes dois capacitadores são melhor explicados na próxima seção.

- Sincronização da programação da produção e das capacidades na cadeia de suprimentos: a sincronização da programação na cadeia de suprimentos está relacionada à idéia básica de que todos os fornecedores devem realizar entregas coordenadas dos produtos que a empresa cliente irá utilizar. Esta sincronização pode ser conseguida, por exemplo, via utilização do EDI (HANDFIELD, 1995). Além da sincronização na programação, também as capacidades devem ser sincronizadas entre os níveis da cadeia. Isto porquê, capacidade desbalanceada favorece o aparecimento de gargalos produtivos, os quais dificultarão a entrega de produtos no prazo para os clientes. A gestão de capacidade nas empresas depende em muito de um correto planejamento e controle da produção, atividade esta que será enfatizada em nossos princípios propostos na seção 3 deste capítulo.
- Área de projetos voltada para reduzir a complexidade dos produtos e para facilitar a manufatura: De acordo com HANDFIELD (1995) a redução da complexidade do produto e uma constante busca para facilitar a manufatura logo no estágio do projeto traz consideráveis reduções no *lead time* de projeto. Para se conseguir isto vários capacitadores são necessários: análise/engenharia de valor, DFMA, engenharia simultânea.

### 6.2.3 Os capacitadores

Como definido no capítulo 2, capacitadores são as ferramentas, tecnologias e metodologias que devem ser implantadas para que um PEGEM forneça resultados de acordo com os objetivos estratégicos priorizados. A seguir estruturamos os principais capacitadores citados pelos mais importantes trabalhos sobre MR encontrados na literatura.

- Utilizar medidas de desempenho baseadas no tempo: Para STALK & HOUT (1990) "as empresas baseadas no tempo utilizam a mensuração baseada no tempo como ferramenta para um diagnóstico que abrange toda a companhia e para estabelecer metas básicas das operações". De acordo com estes autores as principais medidas de desempenho baseadas no tempo e que são utilizadas por estas empresas são: i) com relação ao desenvolvimento de novos produtos: tempo decorrido da concepção até o mercado (*time to market*); ii) com relação à produção: tempo de ciclo, giro de estoque, valor agregado como percentual do tempo total transcorrido, iii) com relação à tomada

de decisão: tempo do ciclo da decisão, tempo perdido por espera de decisão; iv) com relação ao grau de atendimento aos clientes: tempo de resposta, porcentagens das entregas no tempo devido, relação entre prazo fornecido e real. HANDFIELD (1995) propõe outras medidas: tempo de fila em relação ao tempo de resposta total do sistema de produção; *lead time* da empresa em relação ao *lead time* médio da indústria, dentre outros. Utilizamos estas medidas de desempenho quando tratamos de nossa proposta para a implantação prática da MR, na seção 4 deste capítulo.

- Trabalhar com sistemas de produção semi repetitivos; em alguns casos não repetitivos: para se conseguir a diversidade de produtos necessária na Manufatura Responsiva, são necessários sistemas de produção semi repetitivos e muitas vezes até mesmo sistemas não repetitivos. Sistemas com altos níveis de repetitividade não tem condições de proporcionar responsividade à manufatura, uma vez que não apresentam diversidade; quando muito apresentam apenas diferenciações.
- Organizar o trabalho ao redor da “seqüência principal”: este capacitador é análogo ao Mapeamento do Fluxo de Valor proposto por diversos autores da Manufatura Enxuta (WOMACK & JONES, 1998; ROTHER & SHOOK, 1998). A “seqüência principal”, nas palavras de STALK & HOUT (1990) são as atividades que agregam valor ao cliente. Ainda segundo estes autores, estas atividades devem ser identificadas e organizadas em uma seqüência clara e organizada; todos os tempos que não são relativos a estas atividades devem ser combatidos. Dentro desta análise uma ênfase grande deve ser dada ao sistema de gestão de pedidos. HANDFIELD (1995) propõe um sistema de gestão de pedidos responsivo.
- Trabalhar com fluxo contínuo e sincronizado de trabalho: está relacionado à harmonização do fluxo de produção nas atividades da seqüência principal. Para STALK & HOUT (1990) e HANDFIELD (1995) esta sincronização reduz o tempo de ciclo dos processos e aumenta a capacidade de produção.
- Envolver o trabalhador de chão de fábrica na resolução de problemas: este é um capacitador citado por vários autores sobre MR (MILLEN, 1991; HANDFIELD, 1995; KOUFTEROS *et al*, 1998; TU *et al*, 2001). De acordo com estes autores deve-se utilizar a inteligência dos funcionários na definição e resolução de problemas, principalmente de projeto e produção. Esta participação faz com que o sistema de manufatura seja capaz de responder mais rapidamente às necessidades dos clientes.

- Reduzir ao máximo os tempos de *set up*: Para KOUFTEROS *et al* (1998) esforços devem ser feitos para a redução dos tempos de *set up*. De acordo com TU *et al* (2001) estes esforços eliminam tempos que não agregam valor (desperdício), aumentando a responsividade do sistema. Dentro deste contexto, MILEHAN *et al* (1999) desenvolve uma série de regras relativas ao projeto de máquinas, equipamentos e produtos que levam a significativas reduções nos tempos de troca de máquinas, tornando o sistema mais responsivo. Esta idéia de que as trocas rápidas são um pré requisito para a responsividade é praticamente uma unanimidade na literatura de Gestão da Produção, sendo que também os autores que tratam da manufatura Enxuta (como por exemplo MONDEN, 1984) enfatizam bastante este capacitador. Outros métodos de redução de *set up* na MR são citados por KOUFTEROS *et al* (1998): utilização de ferramentas especiais para trocas rápidas, treinamento de funcionários para trocas rápidas, dentre outras
- Reduzir os tamanhos de lote: HANDFIELD (1995) enfatiza este capacitador, defendendo que grandes lotes de produção representam tempo perdido na produção e geração de estoques desnecessários; portanto medidas devem ser tomadas para a redução dos tamanhos de lotes, o que trará uma maior responsividade ao sistema de produção.
- Tecnologia de Grupo: este também é um capacitador análogo à Manufatura Enxuta. A utilização da tecnologia de grupo na MR está relacionado aos seguintes benefícios: redução no tempo de resposta, redução dos tempo e custos do manuseio de materiais, redução de estoques em processo, dentre outros (TU *et al*, 2001).
- Manutenção Produtiva Total (TPM): também um capacitador análogo à Manufatura Enxuta. No caso da MR este capacitador evita que máquinas e processos não confiáveis levem a aumentos nos tempos de produção e conseqüentes atrasos nos prazos dos clientes (TU *et al*, 2001).
- Trabalhar com uma rede de fornecedores confiável com relação aos prazos: fornecedores confiáveis ajudam a diminuir o *lead time* da obtenção dos suprimentos, reduzindo o tempo de resposta do sistema de produção. Vários trabalhos trazem evidências empíricas desta afirmação (BLACKBURN, 1991c; HANDFIELD & PANESI, 1992). Por esta razão este capacitador é vital para a MR e está extremamente ligada aos princípios de sistema de trabalho integrado em toda a cadeia de suprimentos e à escolha do tempo como parâmetro crucial do negócio. Além disso estes fornecedores

devem se envolver o mais cedo possível no projeto de novos produtos e ser continuamente avaliados (HANDFIELD, 1995).

- Metodologias relacionadas a Recursos Humanos: Várias metodologias podem alavancar a utilização dos recursos humanos de uma empresa em prol da responsividade. Dentre eles: *Empowerment*, trabalho em equipe e participação, comprometimento da gerência, trabalhador multi habilitado e treinamento do pessoal. Vários autores tratam deste assunto (BAILEY, 1991; CIAMPA, 1991, dentre outros)
- Tecnologia e Sistemas de Informação voltados para a integração e a maior eficiência nas operações: na MR, devido a alta variedade de produtos, a integração se torna um ponto crucial e diferencial em relação aos outros PEGEMs que trabalham com baixa variedade. Portanto, a MR necessita de tecnologias e sistemas de informação que forneçam integração interna (por exemplo: intranet, ERP). Além disso novas tecnologias que agilizem o processo produtivo (referente à diminuição dos tempos na produção) também podem ser utilizadas, como por exemplo novas tecnologias de produção e robôs.
- Capacitadores voltados ao projeto responsivo: Vários capacitadores são entendidos como essenciais para a área de projetos na tarefa de reduzir a complexidade dos produtos, facilitar o projeto e a produção, contribuindo para a redução do *lead time* de projeto e para que a empresa se torne líder inovativa em seu setor industrial. Dentre eles: engenharia simultânea, DFMA, CAD, CAM. Vários autores desenvolvem trabalhos relacionados a um projeto responsivo (BLACKBURN, 1991b; BAILEY, 1991; dentre outros)

#### **6.2.4 Os objetivos de desempenho**

Os objetivos de desempenho são os objetivos estratégicos da produção que a MR deseja priorizar. Como mostrado no capítulo 2 desta tese, a MR tem como objetivo ganhador de pedidos a responsividade. Responsividade significa ter os objetivos velocidade, pontualidade e flexibilidade de curto prazo como objetivos ganhadores de pedido e flexibilidade de longo prazo e adaptabilidade como qualificadores. Em outras palavras responsividade não significa somente fornecer aos clientes ganhos com relação ao objetivo tempo, mas sim fazer isso fornecendo também alta variedade (diversidade) e também lançando rapidamente novos produtos no mercado (adaptabilidade). Além desses objetivos, também a qualidade e a produtividade são qualificadores dentro deste paradigma.

## 6.3 A metodologia proposta

### 6.3.1 A origem da metodologia proposta

Nesta seção apresentamos uma metodologia clara, consistente e simples para se projetar e implementar a MR em empresas. Esta metodologia é proposta a partir de dois pilares fundamentais:

- i) os princípios e capacitadores extraídos do referencial teórico apresentado e estruturado na seção anterior (este referencial se encontrava disperso na literatura). Os princípios e capacitadores mostrados na seção anterior formam basicamente a totalidade dos princípios e capacitadores encontrados na literatura, com exceção de um princípio e um capacitador, os quais acreditamos que não se refiram ao que entendemos por MR (na próxima seção explicamos esta afirmação);
- ii) o complemento deste referencial com princípios e capacitadores propostos por estes autores.

A figura 6.1 ilustra esta origem de nossa proposta para a MR.

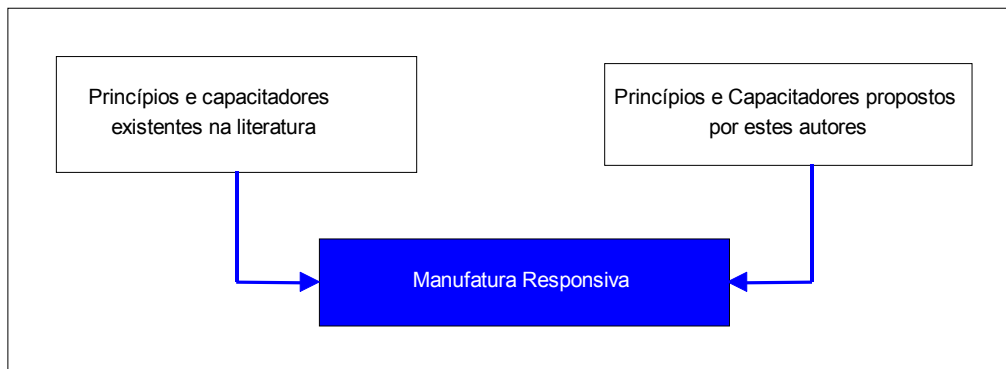


Figura 6.1: A origem de nossa proposta para a Manufatura Responsiva

Neste ponto vale a pena salientar uma observação importante com relação às estratégias de resposta à demanda em nossa proposta para a MR. Como vimos no capítulo 3 desta tese, a MR está relacionada às estratégias *assembly to order* e *make to order* (1 e 2). Portanto nossa estratégia não inclui as estratégias *make to stock* e *engineering to order* (os dois extremos com relação ao tempo de resposta). Com relação à estratégia *make to stock* dificilmente se conseguirá responsividade igual a estes sistemas pois seu tempo de resposta é composto somente pelo *lead time* de distribuição, uma vez que os produtos já se encontram em estoque. Já a estratégia *engineering to order* tem todos os tipos de *lead times* e portanto, sendo seu tempo de resposta bastante alto, é bem difícil alcançar o objetivo responsividade (como ganhador de pedidos) em um sistema com tais características. Outros



PEGEMs são mais compatíveis com estas duas estratégias; a Manufatura em Massa Atual no caso da estratégia *make to stock* e a Customização em Massa e Manufatura Ágil no caso da estratégia *engineering to order*. Portanto todas as observações feitas neste capítulo sobre nossa proposta de Manufatura Responsiva está relacionada as políticas *assembly to order* e *make to order* (1 e 2).

### **6.3.2 Os princípios e capacitadores existentes na literatura**

Já mostramos e estruturamos anteriormente, ao longo da seção 6.2, os princípios e capacitadores adequados à Manufatura Responsiva propostos na literatura. Acreditamos que estes princípios e capacitadores tenham potencial para trazer responsividade à manufatura. Excluímos deste referencial um princípio e um capacitador referente a este princípio. O princípio é o da Produção Puxada e o capacitador é a utilização do *kanban* ou outro sistema de Controle da Produção (SICOPROC, de acordo com a nomenclatura do capítulo 3 desta tese) que puxe a produção. Acreditamos que a lógica puxada ou empurrada não é o que determina a responsividade de um sistema de produção. Existem muitos SICOPROCs, com lógica empurrada, ou híbrida, que podem ser utilizados para se conseguir responsividade nos sistema de produção. No capítulo 3 vimos alguns destes sistemas. Por exemplo, o PBC, caracterizado como um sistema empurrado, apresenta ganhos em relação ao tempo de resposta do sistema de produção, principalmente se utilizado em conjunto com a tecnologia de grupo. Esta afirmação é suportada por diversos autores: STEELE & MALHOTRA (1997); BURBIDGE (1988); ZELENOVIC & TESIC (1988); KAKU & KRAJEWSKI (1995); dentre outros. O próprio sistema CONWIP, o qual SPEARMAN *et al* (1990) concluiu ser um sistema melhor em relação ao tempo de resposta do que alguns sistemas empurrados, pode também ser entendido como um sistema híbrido, com características puxadas e empurradas (ver o CONWIP H na classificação de FERNANDES (2003b) apresentado no capítulo 3 desta tese). Portanto acreditamos que a escolha de um SICOPROC é algo bastante complexo e envolve um número considerável de variáveis. No capítulo 3 vimos que o sistema de MACCARTHY & FERNANDES (2000) para a escolha de SICOPROCs envolve a análise de uma série de variáveis, das quais a repetitividade é a mais importante. Então os SICOPROCs mais adequados à Manufatura Responsiva não são somente sistemas puxados e sim sistemas que tenham potencial em trazer ganhos em relação ao tempo de resposta (independentemente se tenham características puxadas ou empurradas) e que tenham características propícias a serem utilizados em sistemas de produção com níveis de repetitividade adequadas à MR. Vimos no capítulo 3 que a MR está

relacionada a sistemas repetitivos, semi repetitivos e não repetitivos e que SICOPROCs adequados a estes níveis de repetitividade e que ao mesmo tempo tenham potencial de trazer ganhos em relação ao tempo de resposta do sistema de produção são os sistemas PBC, OPT, CONWIP H e alocação de carga por encomenda. Destes sistemas o CONWIP H é um sistema com características híbridas, o PBC e o OPT empurram a produção e o sistema de alocação de carga por encomenda é um sistema de pedido controlado (ver capítulo 3). Vemos então que não necessariamente sistemas puxados devem ser utilizados na MR. Quando propusermos nossos princípios para a MR, voltamos a tratar deste assunto.

Portanto os princípios e capacitadores que fazem parte de nossa proposta para a Manufatura Responsiva são exatamente os mostrados na seção 6.2, os quais correspondem a uma revisão completa do tema Manufatura Responsiva excluindo-se o princípio da produção puxada e o capacitador que também trata deste assunto. Na próxima seção propomos mais princípios e capacitadores que acreditamos serem adequados para trazer responsividade aos sistemas de produção.

### **6.3.3 Os princípios propostos**

Propomos nesta seção princípios e capacitadores os quais se baseiam na premissa básica que é no Controle da Produção que residem as melhores oportunidades de melhoria na responsividade das empresa. Esta opinião é suportada por diversos autores. Por exemplo, para PIRES (1995), o tempo de resposta (e portanto a responsividade) é a prioridade competitiva que tem uma ligação mais estreita e dependente das atividades de planejamento e controle da produção. Os próprios HANDFIELD & PANESI (1992, 1995), autores que tratam da Manufatura Responsiva, citam que melhoria nas atividades de planejamento, programação e controle da produção levam a uma maior pontualidade nas entregas (eles só não se aprofundam no que pode ser feito para se conseguir estas melhorias). Além disso, é consenso na literatura que a complexidades das atividades de Controle da Produção aumenta conforme se trabalha com maior variedade (exatamente o caso da Manufatura Responsiva) e portanto na MR é necessário um sistema de Controle da Produção extremamente eficaz e que enfrente este desafio. Dentro desta contexto, nossos princípios visam exatamente a criação de um sistema de Controle da Produção responsivo que suporte a MR. Primeiramente vamos tratar dos princípios. Os capacitadores surgem a partir dos princípios propostos.

### **Primeiro princípio: Simplificar ao máximo o fluxo de materiais**

Acreditamos que um passo de extrema importância para se conseguir a redução do tempo de resposta do sistema de produção, bem como obtenção de pontualidade nas entregas, seja a implementação de metodologias que simplifiquem o fluxo de materiais no chão-de-fábrica. Este princípio já foi defendido como sendo um princípio muito importante também para a Manufatura Enxuta (GODINHO FILHO, 2001). A técnica mais eficaz para conseguir esta simplificação é a utilização do *lay out* em grupo (celular). Já vimos que a tecnologia de grupo é entendida na literatura como um capacitador das Manufaturas Enxuta e Responsiva. Com este princípio estamos dando uma maior ênfase a esta metodologia, pois acreditamos que a empresa como um todo deve estar imbuída na necessidade de simplificar o fluxo de materiais, tanto na ME como na MR, sendo que a tecnologia de grupo é o capacitador para se atingir este princípio. O *lay out* em grupo consiste na divisão de todos os componentes em famílias e todas as máquinas em grupos, de tal forma que todos os elementos de uma família possam ser processados em somente um grupo de máquinas. Estes grupos de máquinas recebe o nome de célula.

Esta simplificação do fluxo de materiais pela utilização do *lay out* em grupo traz uma série de vantagens (BURBIDGE (1975)):

- Redução no tempo de resposta ao cliente => o *lay out* em grupo faz com que as máquinas fiquem próximas umas das outras, possibilitando inclusive a transferência contínua dos produtos, com sobreposição de operações. Isto reduz o tempo total de resposta do sistema de produção, além de contribuir para a redução de estoques de produtos finais e estoques em processo.
- Melhoria de qualidade dos produtos e nas relações de trabalho => no *lay out* em grupo há um maior envolvimento das pessoas com as tarefas, contribuindo para a produção de itens de melhor qualidade e melhoria nas relações de trabalho.
- Redução dos custos de manuseio e preparação => No *lay out* em grupo, pela simplificação ocasionada pelo agrupamento das máquinas em grupos e dos produtos em famílias, o manuseio dos materiais (e conseqüentemente seus custos) é bem menor
- Simplificação da burocracia do trabalho e de custos indiretos => Com o *lay out* em grupo, o número de papéis, tais como cartões de trabalho, requisições de ferramentas, cai drasticamente. Além disso, os custos indiretos resultantes da complexidade do fluxo de materiais também cai bastante.
- Redução do espaço físico => O *layout* em grupo requer menos espaço que um *lay out* funcional; portanto investimentos em espaço físico são menores.

Portanto, verificando estas vantagens, vemos que a simplificação do fluxo de materiais via *lay out* celular contribui para a obtenção de responsividade nos sistemas de produção. Uma completa revisão bibliográfica de trabalhos que realizam estudos comparativos entre a performance de *lay outs* celular e *lay outs* funcionais é mostrado em AGARWAL & SARKIS (1998).

Existe na literatura uma grande diversidade de trabalhos publicados nos últimos vinte anos que tratam da formação de *lay outs* celulares (na base de dados COMPENDEX foram encontrados 331 trabalhos para a palavra chave “*group technology*”). Alguns exemplos destes trabalhos são ESCOTO *et al* (1998) e LI (2003). Revisões da literatura a respeito destes trabalhos são encontradas em WEMMERLÖV & HYER (1986), SELIM *et al* (1998) e VENUGOPAL (1999). SELIM *et al* (1998) classificam os trabalhos que tratam da formação de células em cinco grandes categorias de acordo com a abordagem geral de solução do problema. Estas categorias são: i) procedimentos descritivos (os conhecidos métodos de classificação e codificação de componentes e análise do fluxo de produção estão incluídos nesta classe); ii) análise de cluster (o conhecido trabalho de CHAN & MILNER, 1982 está incluído nesta classe); iii) abordagens da teoria de grafos (dentro desta classe estão desde trabalhos mais antigos, como o de RAJAGOPALAN, 1975, até trabalhos mais atuais como MUKHOPADHYAY *et al*, 2000); iv) abordagens de inteligência artificial (o trabalho de ELMAGHRABY & GU, 1988 é um exemplo dentro desta classe); v) abordagens de programação matemática (dentro desta classe estão trabalhos que tratam de modelos de programação linear, programação inteira linear e quadrática, programação dinâmica e programação objetivo; exemplo nesta classe são os trabalhos de KUSIAK, 1987 e SHAFERS & ROGERS, 1991)

Diante de tal diversidade de trabalhos e métodos que tratam da formação de um *lay out* celular, tratamos nesta tese somente dos procedimentos descritivos, os quais acreditamos que tenham um maior potencial de implementação prática. Como mencionado acima, dentre os métodos descritivos, dois merecem destaque:

- Metodologia de classificação e codificação dos componentes: este método se baseia nos desenhos dos componentes;
- Análise de Fluxo de Produção (PFA: *Production Flow Analysis*): este método não se baseia, como no primeiro método, nos projetos dos componentes, mas sim na análise da informação fornecida pela folha de roteiro dos itens, as quais mostram como os produtos são feitos.

De acordo com BURBIDGE (1996), o melhor destes métodos é o PFA, pois a metodologia da classificação e codificação dos componentes somente encontra as famílias de produtos e então depois ainda resta a atividade de criar os grupos de máquinas para estas famílias. Já o PFA encontra simultaneamente, a custos muito mais baixos, ambos: a divisão dos componentes em famílias e a divisão das máquinas em grupos.

O PFA, criado por Burbidge na década de 60 é composto de uma sucessão de 5 subtécnicas. De acordo com BURBIDGE (1996): “esta metodologia começa, em grandes empresas, pela simplificação do fluxo entre fábricas ou divisões, usando a Análise de Fluxo da Companhia (CFA: *Company Flow Analysis*). Então ela encontra a melhor divisão de cada fábrica dentro de departamentos baseado na organização por produto e simplifica o fluxo de materiais entre eles usando a análise de fluxo de fábrica (FFA: *Factory Flow Analysis*). A seguir, ela planeja a divisão dos departamentos em grupos através da Análise de Grupo (GA: *Group Analysis*). O fluxo dos materiais entre os centros de trabalho dentro do grupo é então estudado usando a análise de linha (LA: *Line Analysis*). Finalmente a análise de ferramental (TA: *Tool Analysis*) é usada para encontrar as famílias de ferramentas (conjunto de partes que podem ser todas feitas no mesmo *set up* usando ferramentas da mesma família) com a finalidade de planejar o seqüenciamento da operação e se encontrar conjuntos de partes passíveis à automação.” Detalhes sobre o PFA podem ser encontrados em BURBIDGE (1996).

Portanto neste primeiro princípio de nossa proposta para a Manufatura Responsiva sugerimos a utilização do PFA para simplificação do fluxo de materiais na fábrica. Isto não significa que outros métodos (utilizando inclusive outras abordagens citadas na revisão de SELIM *et al*, 1998) não possam ser utilizados.

### **Segundo princípio: Subdividir o processo em unidades produtivas de acordo com os tipos de *lay outs***

O resultado da aplicação do primeiro princípio é a simplificação do fluxo de materiais com a obtenção de células com padrão de fluxo *flow shop* (preferível) e células com padrão de fluxo *job shop* (no caso de fluxos um pouco mais complicados). Porém em alguns casos particulares, o *lay out* celular se torna complicado, havendo a necessidade da utilização de pequenos *lay outs* funcionais, com padrão de fluxo *job shop*. É o caso das seguintes situações: i) sistemas não repetitivos com fluxos extremamente complicados; ii) processos com grandes máquinas das quais não se dispõe de uma para cada célula

(necessariamente estas máquinas formarão um centro de serviço); iii) máquinas com grandes tempos de preparação.

Neste princípio propomos que consideremos três tipos de unidade produtiva, cada uma relativa a uma das três possibilidades de *lay out* vistas acima. A figura 6.2 ilustra estes três tipos de unidades produtivas. Como vemos, denominamos as células com padrão de fluxo *flow shop* de unidades produtivas do tipo 1, as células com padrão de fluxo *job shop* de unidades produtivas do tipo 2 e os pequenos *job shops* de unidades produtivas do tipo 3. Todos os tipos de unidades produtivas fornecem os produtos à uma linha de montagem, a qual geralmente também é uma unidade produtiva do tipo 1, podendo em alguns casos ser uma unidade produtiva do tipo 2. Muitas considerações nos princípios seguintes serão feitas em relação a estes três tipos de unidades produtivas. Portanto estes 3 tipos de *lay outs* vistos são capacitadores da MR.

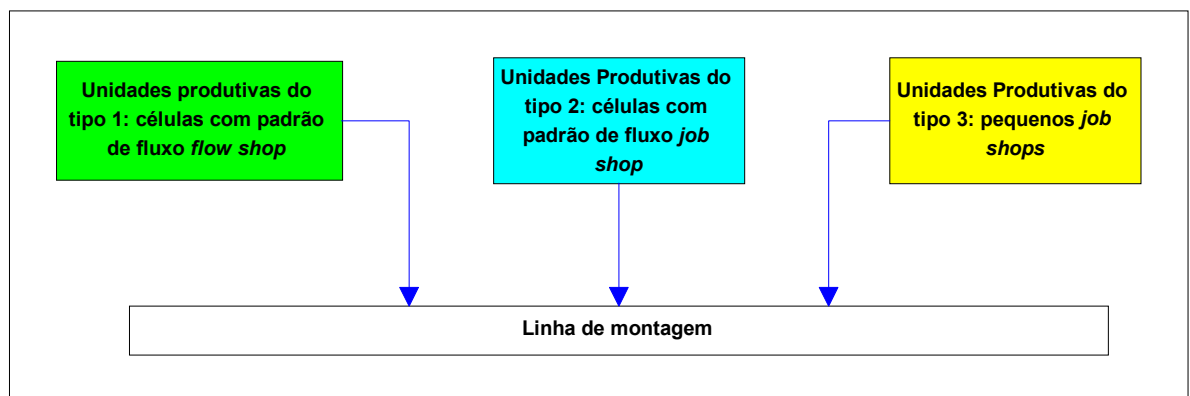


Figura 6.2: Os três tipos de unidades produtivas dentro da MR

### **Terceiro princípio: Classificar as unidades produtivas**

Como já salientado anteriormente, acreditamos que o Controle da Produção tenha papel de extrema importância na obtenção de responsividade do sistema de produção. Portanto a escolha de SICOPROCs adequados para os sistemas de produção de uma empresa se torna vital. Para se efetuar esta escolha, é necessário antes classificar os sistemas de produção. A mais completa metodologia de classificação de sistemas de produção para a escolha de SICOPROCs foi proposta por MACCARTHY & FERNANDES (2000). Esta metodologia tem como principal variável o nível de repetitividade do sistema de produção. No capítulo 3 desta tese mostramos essa metodologia.

Nosso terceiro princípio para a MR propõe exatamente que os sistemas de produção da empresa (agora divididos em três tipos básicos de unidades produtivas) sejam classificados de acordo com tal sistema. Exemplos de aplicação da metodologia de

classificação de MACCARTHY & FERNANDES (2000) se encontram no próprio trabalho destes autores ou em GODINHO FILHO & FERNANDES (2002b) e SILVA (2002). Para os três tipos de unidades produtivas propostos no segundo princípio, com relação ao nível de repetitividade, teremos:

- nas unidades produtivas do tipo 1 (células com padrão de fluxo *flow shop*): sistemas repetitivos;
- nas unidades produtivas do tipo 2 (células com padrão de fluxo *job shop*): sistemas semi repetitivos;
- nas unidades produtivas do tipo 3 (pequenos *job shops*): sistemas não repetitivos.

Vemos nas considerações acima (como mostrado no capítulo 3 desta tese) que a MR está relacionada a sistemas repetitivos, semi repetitivos e não repetitivos; portanto estes ambientes são capacitadores dentro deste paradigma. Acreditamos porém que os sistemas semi repetitivos serão em número bem maior, pois na MR existe uma variedade alta (variedade 2) o que reduz a probabilidade de sistemas repetitivos; quanto aos sistemas não repetitivos serão mais prováveis de existir na Customização em Massa e na Manufatura Ágil, onde as necessidades de customização e agilidade tornam muitas vezes os produtos muito diferentes entre si, diminuindo em muito o grau de repetitividade do sistema de produção, se comparado aos sistemas na Manufatura Responsiva, onde não há customização ou agilidade.

Esta classificação das unidades produtivas dentro da MR de acordo com os níveis de repetitividade faz surgir as estratégias de resposta à demanda a serem utilizadas na MR (portanto são capacitadores): *make to stock*, *assembly to order* e *make to order* 1 e 2. Porém se sobressaem as estratégias ligadas aos sistemas semi repetitivos (*assembly to order*, *make to order* 1 e 2), os quais, como vimos, tem maior probabilidade de ocorrência dentro da MR. Portanto estas políticas de resposta à demanda também são capacitadores da MR.

#### **Quarto princípio: Escolher os sistemas de Coordenação de Ordens de Produção e Compra (SICOPROC) mais adequados para cada unidade produtiva**

Este princípio é talvez o mais importante para a obtenção da responsividade no sistema de produção. Os SICOPROCs mais adequados para a MR foram mostrados no capítulo 3 desta tese. Os SICOPROCs ideais para a MR são sistemas adequados para trabalhar com sistemas de produção repetitivos, semi repetitivos e não repetitivos (como vimos, são estes os três níveis de repetitividade encontrados na MR), sistemas estes que tenham o potencial de trazer ganhos em relação ao tempo de resposta da empresa. Estes

SICOPROCs (como mostrado no capítulo 3) são: o CONWIP H, o PBC, o OPT e o sistema de alocação de cargas por encomenda.

O PBC e o OPT são SICOPROCs destinados a sistemas de produção semi repetitivos (MACCARTHY & FERNANDES, 2000). De acordo com diversos autores (ZELENOVIC & TESIC, 1988; BURBIDGE & HALSALL, 1994; STEELE *et al*, 1995; SILVA, 2002; dentre outros) o PBC tem potencial de conseguir ganhos em relação ao *lead time* de produção e conseqüentemente ao tempo de resposta do sistema, estando portanto de acordo com o objetivo principal da Manufatura Responsiva. Neste capítulo quando nos referirmos ao PBC, também estamos incluindo o sistema SPBC, sistema criado por FERNANDES (1991) e que consiste em uma variação do PBC utilizando um período duplo de fabricação e um esquema de atribuição de prioridade às peças. O OPT também é considerado um sistema que traz benefícios aos *lead times* de produção (SIPPER & BULFIN, 1997; FOGARTY *et al*, 1991; CORREA & GIANESI, 1996). O CONWIP (o CONWIP H na definição desta tese), de acordo com SPEARMAN *et al* (1990) pode ser utilizado em ambientes com uma variedade maior de produtos e com tempo de preparação maiores do que o *kanban* (portanto está associado a sistemas repetitivos, podendo tratar também maiores diferenciações de produtos, característicos da MR). Este sistema, como já salientamos no capítulo 3 desta tese, pode trazer grandes benefícios à responsividade, por meio de um aumento da taxa de saída processo (HUANG *et al*, 1998), além da redução de estoques em processo (SPEARMAN & ZANZANIS, 1992), o que pode levar a uma maior pontualidade. Finalmente, o sistema de alocação de cargas sob encomenda é um sistema adequado para ambientes não repetitivos (FERNANDES, 2003b). Este sistema, de acordo com este autor, pode ser usado eficientemente na programação para atingir os prazos estabelecidos; é portanto um sistema adequado à MR.

A figura 6.3 resume estas considerações a respeito dos SICOPROCs adequados à MR.

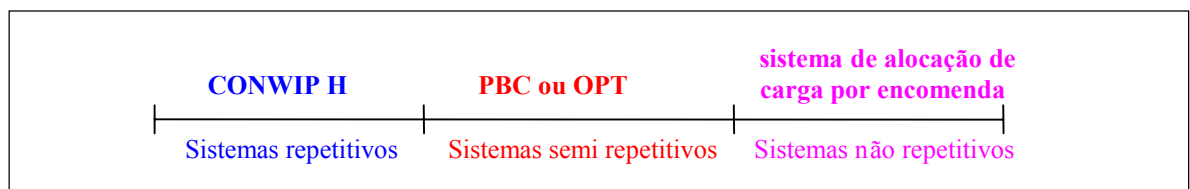


Figura 6.3: Os SICOPROCs ideais para a MR de acordo com o nível de repetitividade do sistema de produção



Da ligação entre as figuras 6.2 e 6.3 temos os SICOPROCs ideais a cada tipo de unidade produtiva encontrada na MR: o CONWIP H é o SICOPROCs adequado a unidades produtivas do tipo 1, o PBC ou o OPT são SICOPROCs adequados a unidades produtivas do tipo 2 e o sistema de alocação de carga por encomenda é o SICOPROCs adequado a unidades produtivas do tipo 3. A figura 6.4 ilustra estas considerações

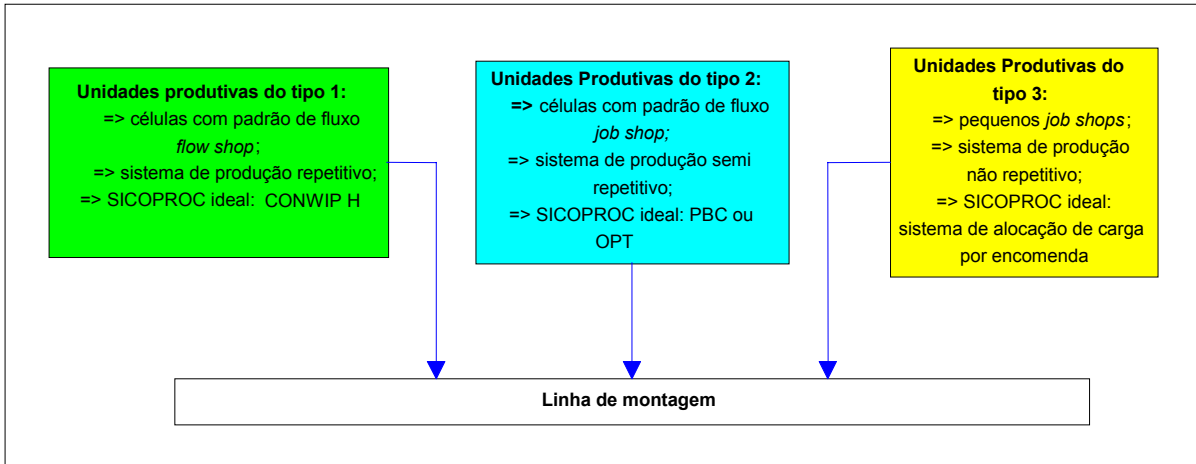


Figura 6.4: Os SICOPROCs ideais para cada tipo de unidade produtiva da MR

Uma observação importante com relação aos SICOPROCs utilizados na MR é referente ao MRP. Este sistema, apesar de ser bastante conhecido e utilizado em empresas, não é um dos SICOPROCs propostos para a MR, apesar de ser adequado a ambientes não repetitivos (MACCARTHY & FERNANDES, 2000). A razão por não sugerirmos o MRP para a MR é que não acreditamos que o MRP tenha potencial para trazer responsividade ao sistema de produção, pois apresenta problemas na análise de capacidade (é um sistema de capacidade infinita), no dimensionamento dos *lead times*, além da morosidade na atualização das listas de materiais em função de mudanças na estrutura de produtos complexos, incluindo novos produtos. A utilização do MRP visando trazer mais responsividade aos sistemas de produção (em casos especiais, principalmente em sistemas extremamente não repetitivos e estruturas de produtos muito complexas) está sendo estudado (GODINHO FILHO & FERNANDES (2003b)).

**Quinto Princípio: Escolher um sistema de programação da produção com capacidade finita para complementar o SICOPROCs**

Acreditamos que a programação da produção tenha uma importância crucial para a MR. De acordo com CORREA *et al* (2001) o tempo gasto pelas ordens esperando

processamento é uma função direta dos tempos de fila e este por sua vez é resultado da maneira pela qual as ordens são seqüenciadas e programadas. Portanto a programação da produção é vital na tarefa de se diminuir os *lead times* de produção e garantir a pontualidade nas entregas, objetivos principais da MR. Isto está de acordo com outros autores sobre MR, dentre eles HANDFIELD & PANESI (1992).

Dentro do contexto da MR é necessário a utilização de um sistema de programação da produção que forneça a empresa benefícios no objetivo tempo, completando os SICOPROCs em determinadas funções. Isto é realizado pelos sistemas de programação da produção com capacidade finita; nas palavras de CORREA et al (2001): “ os sistemas de programação com capacidade finita são ideais quando a empresa tem como critério competitivo principal o tempo.” A razão para isto está relacionada a própria vocação de tais sistemas os quais têm como característica principal considerar a capacidade produtiva e as características tecnológicas do sistema produtivo como uma restrição para a tomada de decisão de programação, objetivando garantir que o programa de produção seja viável, priorizando portanto os aspectos de velocidade e pontualidade.

Atualmente são muitos os tipos de sistemas de programação da produção com capacidade finita disponíveis no mercado (PEDROSO & CORRÊA (1996) identificaram os principais sistemas de programação finita comercialmente disponíveis no Brasil). No capítulo 3 desta tese apresentamos uma classificação para tais sistemas. Também neste capítulo estabelecemos uma ligação entre esta classificação e a MR, concluindo que este paradigma pode utilizar uma grande quantidade de sistemas de programação da produção. Diante de tal diversidade pretendemos apresentar um modelo simplificado que auxilie na escolha correta destes sistemas.

PACHECO & SANTORO (2001) identificam o processo de escolha de sistemas de programação finita em empresas brasileiras através de um estudo de múltiplos casos. De acordo com estes autores, as empresas passam basicamente por três etapas decisórias: uma seleção preliminar de alternativas, uma elaboração e análise dos pilotos e a escolha propriamente dita. Propomos aqui uma metodologia que pretende complementar a primeira fase do processo decisório, visto que é nesta etapa que ocorrem as decisões voltadas às características dos sistemas de programação finita e aos objetivos da MR. Esta metodologia é um modelo em forma de “funil”, pois parte de uma infinidade de métodos de programação para se chegar a uns poucos. A interação com a literatura em todas as etapas da metodologia é fundamental. A figura 6.5 ilustra esta metodologia.

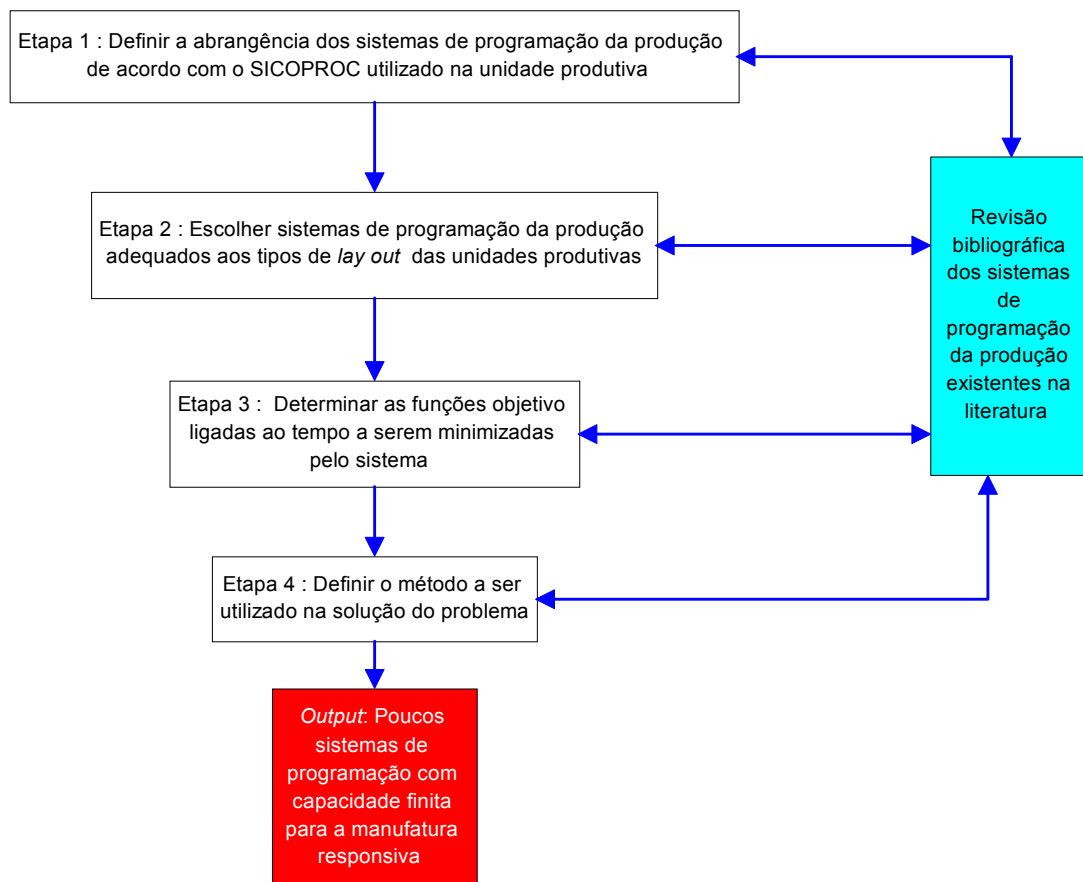


Figura 6.5: Metodologia para a escolha de um sistema de programação com capacidade finita para a MR

A etapa 1 da metodologia sugere que seja definida a abrangência (com relação às funções do Controle da Produção) necessária do (s) sistema (s) de programação com capacidade finita. Esta definição é totalmente dependente do SICOPROC utilizado na empresa. Caso o SICOPROC utilizado seja o CONWIP H, o PBC ou o sistema de alocação de cargas por encomenda devem ser escolhidos sistemas de programação que objetivem realizar as funções de programa mestre da produção e programação das operações. Por exemplo HERER & MASIN (1997) mostram um algoritmo para a geração do MPS para sistemas CONWIP, enquanto que o trabalho de SILVA (2002) mostra sistemas de programação para a realização do MPS e da programação da produção em um sistema de produção que utiliza o PBC. Já se a empresa se utilizar do OPT, não há necessidade da utilização de sistemas de programação, uma vez que o OPT pode ser categorizado como um sistema de programação com capacidade finita (CORREA *et al*, 2001) e portanto tem ferramentas para a realização do MPS e da programação fina de operações.

A etapa 2 da metodologia sugere que sejam escolhidos sistemas de programação da produção adequados aos tipos de unidades produtivas (1, 2 ou 3, conforme visto

anteriormente). Para unidades produtivas do tipo 1, deve-se selecionar sistemas de programação da produção adequados para ambientes *flow shop*. Para unidades de produção do tipo 2 deve-se escolher sistemas de programação da produção destinados a ambientes com padrão de fluxo *job shop*; por exemplo o sistema proposto em FERNANDES (1991). Para unidades de produção do tipo 3 também deve-se escolher um sistema de programação destinado a ambientes *job shop*, desta vez para apoiar o sistema de alocação de carga por encomenda.

A etapa 3 da metodologia sugere que a empresa determine as funções objetivo que serão minimizadas pelo sistema. Como vimos no capítulo 3, dentro do contexto da MR deve-se buscar métodos que otimizem as funções objetivos ligadas ao tempo, ou seja, minimização do tempo máximo de atraso, do número de tarefas em atraso ou do *makespan*; ou então sistemas monocritérios restritos ou multicritérios relacionados a algumas destas funções objetivos. Tendo-se a função objetivo que será minimizada, pode-se vasculhar a literatura em busca de métodos apropriados à minimização desta função.

A etapa 4 de nossa metodologia determina o método a ser utilizado na solução do problema. A princípio, todos os métodos disponíveis podem vir a ser úteis para a MR, porém deve-se atentar a facilidade de entendimento e aplicação do método, uma vez que métodos demasiadamente complicados podem prejudicar o comprometimento das pessoas com a responsividade. Nesta direção temos que os métodos baseados em regras de liberação e matemáticos heurísticos são os mais conhecidos e utilizados (PEDROSO & CORREA, 1996); e portanto devem ter preferência na empresa responsiva. Porém, em algumas situações específicas métodos matemáticos otimizantes, sistemas especialistas puros e sistemas apoiados em redes neurais podem vir a ser necessários.

Nossa metodologia fornece à empresa alguns poucos ou até mesmo um único sistema de programação com capacidade finita alinhado de acordo com as características das unidades produtivas da empresa e com os objetivos da MR. Além disso, contribui para sanar deficiências no processo decisório sobre sistemas de programação da produção encontrado em estudos práticos desenvolvidos por PACHECO & SANTORO (2001), a saber: i) falta de formalização dos objetivos do sistema (neste caso buscamos especificamente sistemas que objetivem redução de tempos de entrega); ii) falha na busca de alternativas existentes (nossa metodologia utiliza passos baseados em classificações dos sistemas existentes, portanto faz uma busca detalhada na grande maioria das categorias de sistemas existentes); iii) desconhecimento das abordagens matemáticas existentes (nossa metodologia utiliza uma classificação onde mostra os tipos de abordagens existentes;

cabendo à empresa realizar uma busca de todas os sistemas disponíveis em cada uma destas classes). Uma observação final é de extrema importância: muitas vezes a metodologia pode levar a dois ou mais sistemas; nestes casos sugerimos que as duas outras fases decisórias mostradas em PACHECO & SANTORO (2001) sejam enfatizadas. Estas fases se preocupam com questões do tipo capacitação de suporte do fornecedor, velocidade de execução da programação, formas de pagamentos, tempo de implementação, dentre outras questões.

### **Sexto Princípio: Considerar sempre os efeitos da velocidade na qualidade dos produtos**

A MR tem na responsividade seu principal objetivo ganhador de pedidos. Este objetivo tem como um de seus componentes a velocidade; em outras palavras, quanto mais rápido for a produção de itens, mais responsivo será o sistema de produção. Porém não devemos esquecer que alta velocidade pode trazer conseqüências negativas à qualidade dos produtos (e qualidade também é um objetivo qualificador da MR). O efeito do aumento das taxas de produção nos refugos em um sistema de produção foi mostrado em GODINHO FILHO (2001). Neste trabalho foi demonstrado que reduções no *takt time* (o que significa aumentos nas taxas de produção) levam a aumentos consideráveis nas taxas de refugo dos sistemas de produção. Acreditamos que, apesar de GODINHO FILHO (2001) ter estudado especificamente o trabalho em fluxo contínuo em linhas de produção (portanto ambientes de produção em massa e repetitivos), este resultado também é esperado em sistemas com menor repetitividade, como é o caso de ambientes semi repetitivos e não repetitivos (característicos da MR).

A partir destas considerações, acreditamos que também para a Manufatura Responsiva deve haver uma preocupação com o impacto que o aumento da velocidade na produção pode causar nas taxas de refugo. Para se verificar este impacto propomos que, analogamente ao trabalho de GODINHO FILHO (2001), sejam plotados gráficos que mostrem o efeito da velocidade na taxa de refugo dos produtos. Estes gráficos, como sugere GODINHO FILHO (2001), podem ser obtidos de duas formas: i) utilização de dados históricos; ii) testes empíricos. Tendo-se avaliado o impacto da velocidade nas taxas de refugo pode-se dimensionar a velocidade das máquinas para que os níveis de refugo se mantenham baixos.

### 6.3.4 Os capacitadores propostos

Nesta seção apresentamos os capacitadores (ferramentas, técnicas e metodologias) que apóiam os nossos princípios propostos na seção anterior. A tabela 6.1 apresenta estes capacitadores devidamente relacionados aos princípios apresentados sendo que estes capacitadores já foram citados/discutidos quando tratamos dos princípios.

Tabela 6.1: Os capacitadores propostos relacionados aos princípios para a MR

<b>Princípios propostos para a MR</b>	<b>Capacitadores propostos</b>
Simplificar ao máximo o fluxo de materiais	PFA
Subdividir os processos em unidades produtivas de acordo com tipos de <i>lay outs</i>	Lay outs celular (com padrão de fluxo <i>flow shop</i> ou <i>job shop</i> ) e funcional (pequenos <i>job shops</i> )
Classificar as unidades produtivas	Sistema de classificação de sistemas de produção (MACCARTHY & FERNANDES, 2000)/ sistemas de produção preferencialmente semi repetitivos, porém em alguns casos também sistemas repetitivos e não repetitivos são possíveis/ estratégias de resposta à demanda <i>make to stock</i> , <i>assembly to order</i> e <i>make to order 1 e 2</i>
Escolher os sistemas de Coordenação de Ordens de Produção e Compra mais adequados para cada unidade produtiva	SICOPROCs: CONWIP H, OPT, PBC e sistema de alocação de cargas por encomenda
Escolher um sistema de programação da produção com capacidade finita para complementar o SICOPROC	Sistemas de programação da produção com capacidade finita, sistema de classificação e metodologia para a escolha destes sistemas; literatura sobre sistemas de programação da produção e sobre toda a MR
Considerar sempre os efeitos da velocidade na qualidade dos produtos	Gráficos que relacionam efeitos da velocidade nas taxas de refugo

### 6.3.5 O resumo dos princípios e capacitadores de nossa proposta para a Manufatura Responsiva

As tabelas 6.2 e 6.3 mostram respectivamente os princípios e capacitadores de nossa proposta para a MR. Vemos que, como mencionado anteriormente, nossa proposta para a MR é formada por princípios e capacitadores extraídos de uma completa revisão bibliográfica sobre MR e princípios e capacitadores propostos nesta tese.

Tabela 6.2: Nossa proposta para a Manufatura Responsiva – os princípios

<b>Princípios propostos na literatura</b>	<b>Princípios propostos nesta tese</b>
Escolher o consumo do tempo como parâmetro crucial em termos de administração e estratégia, utilizando a responsividade como diferencial competitivo	Simplificar ao máximo o fluxo de materiais
Fornecer aos clientes ampla diversidade de produtos	Subdividir os processos em unidades produtivas de acordo com tipos de <i>lay outs</i>
Direcionar a empresa para os clientes sensíveis ao tempo	Classificar as unidades produtivas
Estabelecer o ritmo da inovação no seu setor industrial	Escolher os sistemas de Coordenação de Ordens de Produção e Compra mais adequados para cada unidade produtiva
Sistema integrado de trabalho em toda a cadeia e estruturado para a simplificação das atividades e eliminação de tempos desnecessários	Escolher um sistema de programação da produção com capacidade finita para complementar o SICOPROC
Sincronização da programação da produção e das capacidades na cadeia de suprimentos	Considerar sempre os efeitos da velocidade na qualidade dos produtos
Área de projetos voltada para reduzir a complexidade dos produtos e para facilitar a manufatura	

Tabela 6.3: Nossa proposta para a Manufatura Responsiva – os capacitadores

<b>Capacitadores da MR propostos na literatura</b>	<b>Capacitadores propostos nesta tese</b>
Utilizar medidas de desempenho baseadas no tempo	PFA
Organizar do trabalho ao redor da “seqüência principal”	Lay outs celular (com padrão de fluxo <i>flow shop</i> ou <i>job shop</i> ) e funcional (pequenos <i>job shops</i> )
Trabalhar com fluxo contínuo e sincronizado de trabalho	Sistema de classificação de sistemas de produção (MACCARTHY & FERNANDES, 2000)
Envolver o trabalhador de chão de fábrica na resolução de problemas	Trabalhar basicamente com sistemas de produção semi repetitivos; em casos esporádicos também são possíveis sistemas repetitivos ou não repetitivos
Reduzir ao máximo os tempos de <i>set up</i>	Estratégias de resposta à demanda <i>make to stock</i> , <i>assembly to order</i> e <i>make to order</i> 1 e 2
Reduzir os tamanhos de lote	SICOPROCs: CONWIP H, OPT, PBC e sistema de alocação de cargas por encomenda
Tecnologia de Grupo	Sistemas de programação da produção com capacidade finita voltados ao objetivo tempo;
Manutenção Produtiva Total (TPM)	Sistema de classificação e metodologia para a escolha de sistemas de programação da produção
Trabalhar com uma rede de fornecedores confiável com relação aos prazos	Gráficos que relacionam efeitos da velocidade nas taxas de refugo
Metodologias relacionadas a Recursos Humanos	
Tecnologia e Sistemas de Informação voltados a integração e a maior eficiência nas operações	
Capacitadores voltados ao projeto responsivo	

Após termos apresentado nossa proposta para a MR, na seção seguinte tratamos de alguns passos necessários à sua implementação nas empresas.

## 6.4 A implementação da proposta

Nesta seção propomos uma metodologia, composta por quatro passos, para que nossa proposta para a Manufatura Responsiva possa ser implementada em empresas. Basicamente esta metodologia está representada na figura 6.6.

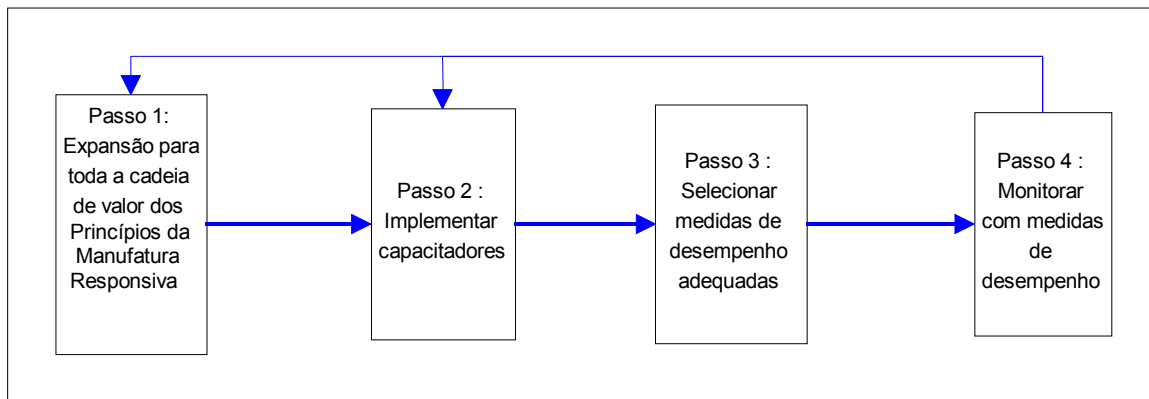


Figura 6.6: Metodologia para a implantação da MR

Cada um dos passos propostos é explicado a seguir.

**Passo 1: Expansão para toda a cadeia de valor dos princípios da MR com o intuito de criar comprometimento e cultura relacionados à responsividade.**

O passo inicial de nossa metodologia está relacionado à expansão dos princípios responsáveis apresentados nas seções anteriores ao longo de toda a cadeia de suprimentos. A importância deste passo inicial de nossa metodologia é o de criar uma cultura voltada para o tempo nas empresas que integram a cadeia de suprimentos da empresa que deseja ser uma empresa baseada no tempo, uma vez que a MR é um paradigma completo de gestão (ou seja uma maneira de se administrar de forma focada a certos objetivos de desempenho) e não somente uma simples ferramenta. Além disso se faz necessário que todos os funcionários dessas empresas sejam treinados nos princípios citados, os quais devem direcionar a estratégia da empresa.

Ao mesmo tempo propomos que sejam esclarecidas as razões que levaram a empresa a adotar a MR como PEGEM. Desta forma cria-se um comprometimento de todos (gerentes e funcionários) para com este novo paradigma. Nesta tarefa de explicação e comprometimento é útil a utilização do modelo desenvolvido no capítulo 9 desta tese, o qual identifica o PEGEM ideal para cada tipo de organização, ou mesmo comparações entre os diversos PEGEMs tratados nesta tese. Uma vez esclarecidas as razões para a adoção do paradigma o comprometimento de todos aumenta e com isso também aumenta a probabilidade de sucesso na implementação do novo paradigma.



## Passo 2: Implementar capacitadores

Este passo prevê que sejam implantados os capacitadores (ferramentas, metodologias, etc...) com o objetivo de tornar a empresa responsiva. Mostramos na tabela 6.3 todos os capacitadores da MR. Antes da implantação dos capacitadores, é necessário um conhecimento prévio dos mesmos, os quais devem ser estudados e analisados a fundo a fim de aumentar o seu potencial de contribuição. Todo o pessoal envolvido deve ser treinado.

## Passo 3: Selecionar medidas de desempenho para a MR

Neste passo propomos que a empresa selecione medidas de desempenho responsivas (propostas por diversos autores, dentre eles HANDFIELD, 1995; STALK & HOUT, 1990; SAAD & GINDY, 1998; dentre outros) para avaliar sua evolução rumo à MR. A tabela 6.3 mostra quais medidas de desempenho podem ser utilizadas para avaliar melhorias em relação à responsividade e o que se deseja de cada um destes indicadores (quando for desejável uma redução no indicador, indicamos ↓ e quando for desejável um aumento no indicador, indicamos ↑)

Tabela 6.4: Medidas de desempenho a serem utilizadas na MR

MEDIDAS (INDICADORES) DE DESEMPENHO	DESEJÁVEL
Tempo de resposta total do sistema	↓
Tempo de ciclo	↓
Giro de estoque	↑
Tempo do ciclo de decisão	↓
Tempo perdido por espera de decisão	↓
Porcentagens das entregas no tempo devido	↑
Lead time total em relação ao valor agregado do item	↓
Tempo de fila em relação ao tempo de resposta total do sistema de produção	↓
Tempo de resposta da empresa em relação ao tempo de resposta médio da indústria	↓
Eficiência de fluxo (tempo de processamento em relação ao lead time total)	↑
Número de tarefas em atraso	↓
Tempo máximo de atraso das tarefas	↓
Tempo de atividades que não agregam valor em relação ao lead time total	↓
Número de vezes e distância percorrida pelos materiais	↓
Porcentagem de materiais e processos comuns	↑
Tempo de atividades em paralelo em relação ao lead time total	↑
Tempo médio de atraso das tarefas	↓
Número de novos produtos lançados no mercado em um período de tempo	↑
Diversidade de produtos	↑
Tempo de lançamento médio de novos produtos	↓

## Passo 4: Monitorar com medidas de desempenho

Uma vez implementada, a MR deve ser continuamente monitorada e deve ser realizado um *feedback* para os passos 1 e 2 de nossa metodologia. Em outras palavras, a partir do monitoramento, por meio dos indicadores de desempenho propostos, consegue-se

fornecer mais subsídios para a determinação de maiores ênfases a serem dadas nos princípios e capacitadores responsivos.

## **6.5 Conclusões**

O presente capítulo objetivou o estudo da MR. Primeiramente foi realizado uma revisão bibliográfica completa sobre a MR. Através de tal revisão percebeu-se que o tema MR é, dentre os modernos paradigmas estratégicos de gestão da manufatura, o menos tratado na literatura e muitas vezes confundida com outros paradigmas, tais como a Manufatura Enxuta e Manufatura Ágil. Além disso percebeu-se claramente a ausência na literatura de uma proposta clara e concisa para se chegar a responsividade nas empresas. Portanto este capítulo primeiramente estrutura devidamente a literatura encontrada sobre a MR de acordo com os quatro elementos chave presentes nos PEGEMs: direcionadores, princípios, capacitadores e objetivos de desempenho. Após isso propõe uma metodologia para se alcançar a MR, formada basicamente por dois pilares básicos:

- i) os princípios e capacitadores revisados da literatura e agora devidamente estruturados (antes, estes princípios e capacitadores estavam dispersos, não chegando a formar uma proposta clara e única);
- ii) mais alguns princípios e capacitadores propostos por estes autores. Nossos princípios e capacitadores focam a atividade que acreditamos ter um maior potencial para trazer responsividade a um sistema de produção: o Controle da Produção.

Resumidamente nossos princípios são 6, a saber: simplificação do fluxo de materiais; divisão dos processos em unidades de processamento de acordo com características do *lay out*; classificação das unidades produtivas; escolha de SICOPROCs responsivos ideais para cada unidade produtiva; escolha de sistemas de programação da produção com capacidade finita para auxiliar os SICOPROCs e consideração dos efeitos da velocidade na qualidade dos produtos.

Propusemos também uma seqüência de passos que deve ser seguida para a implantação prática de nossa metodologia em empresas que desejam se tornar responsivas. Estes passos vão desde a propagação e implantação dos princípios e capacitadores na empresa até a avaliação do caminhada da empresa rumo à responsividade por meio de indicadores de desempenho responsivos

Finalmente podemos dizer que contribuímos de duas formas neste capítulo: i) primeiramente com a literatura sobre MR estruturando a literatura sobre ME e

desenvolvendo uma metodologia clara e concisa (com estratégias, capacitadores e medidas de desempenho) para se conseguir responsividade nos sistemas de produção, metodologia esta até então não encontrada na literatura; ii) com a literatura sobre planejamento e controle da produção, fornecendo características desejáveis a um Controle da Produção responsivo (SICOPROCs responsivos, utilização de sistemas de programação da produção com capacidade finita para auxiliar os SICOPROCs na responsividade, dentre outras características)

A partir deste trabalho outras pesquisas podem ser desenvolvidas no âmbito da MR, como por exemplo: implantar a MR em empresas utilizando a metodologia proposta; avaliar esta metodologia em exemplos práticos utilizando as medidas de desempenho propostas; dentre outras pesquisas. A implementação prática desta proposta está em estágio inicial em uma grande empresa de calçados do interior paulista.

Uma última observação sobre a MR é com respeito a sua utilização em empresas ao redor do mundo. Empresas como *Wal Mart* (loja de departamentos), *Atlas Door* (fabricante de portas industriais), *Ralph Wilson Plastics* (fabricante de laminados decorativos), *Thomasville* (produz móveis) são citadas por STALK & HOUT (1993) como sendo empresas que tem no tempo seu principal objetivo e portanto utilizam princípios e capacitadores da MR. Também HANDFIELD (1995) cita que grandes empresas tais quais a *Hewlett Packard*, a *Xerox*, a *Northern Telecom* e a *Motorola* são exemplos de empresas que utilizam práticas responsivas.

---

## Capítulo 7: Manufatura Ágil e Customização em Massa: conceitos e diferenciações

---

### 7.1 Introdução

A Manufatura Ágil (MA) e a Customização em Massa (CM) são dois dos mais importantes e recentes PEGEMs tratados nesta tese. Para De VOR, *et al* (1997) a Manufatura Ágil é entendida nos Estados Unidos como sendo capaz de re-estabelecer a liderança americana na manufatura. Para WENTZ (1999) a Customização em Massa é uma realidade; empresas que estão adotando este paradigma estão alcançando resultados impressionantes. Na literatura existe uma certa dificuldade em se estabelecer as diferenças e semelhanças entre estes dois PEGEMs. Basicamente existem apenas sugestões entre relacionamentos destes dois PEGEMs. Estas sugestões podem ser resumidas em duas vertentes. A primeira delas, representada por autores da Customização em Massa (DA SILVEIRA *et al*, 2001; dentre outros), sugerem que a Manufatura Ágil é um capacitador da Customização em Massa, ou seja a Customização em Massa abrange a Manufatura Ágil. Já uma segunda vertente entende que a Customização em Massa é somente um dos aspectos da Manufatura Ágil, ou seja, a Manufatura Ágil engloba a Customização em Massa. Esta segunda vertente é representada por autores como GORANSON (1999); GUNASEKARAN *et al* (2001); MANTHOU & VLACHOPOULOU (2001), dentre outros.

O presente capítulo tem por objetivo exatamente tentar responder esta questão, apresentando e analisando comparativamente a Manufatura Ágil e a Customização em Massa. Esta comparação se dará à luz dos elementos-chave de um PEGEM, como proposto no capítulo 2 desta tese. Tal análise comparativa tem como principais objetivos: apresentar o que a literatura mostra atualmente sobre estes dois importantes PEGEMs e servir de base para a escolha de qual é o mais adequado a determinada empresa/situação, se tornando portanto um importante instrumento em prol da aplicabilidade destes dois PEGEMs nas empresas.

A estrutura deste capítulo é o que segue: na seção 7.2 é apresentada a Manufatura Ágil, seu conceito e seus elementos-chave; na seção 7.3 é apresentado o conceito e os elementos-chave da Customização em Massa; na seção 7.4 são discutidas as semelhanças e diferenças entre estes dois paradigmas, bem como são feitas considerações a respeito das semelhanças e diferenças entre eles. Na seção 7.5 são tecidas algumas conclusões.

## **7.2 A Manufatura Ágil**

### **7.2.1 O conceito da Manufatura Ágil**

O termo Manufatura Ágil surgiu e foi popularizado em 1991 por um grupo de professores do Instituto Iaccoca da Universidade de Lehigh, nos Estados Unidos, os quais publicaram neste mesmo ano um relatório (GOLDMAN, *et al*, 1991). Este relatório envolveu mais de 150 executivos industriais e descreveu como a competitividade americana se desenvolveria nos próximos 15 anos. Ele se tornou logo foco central de estudos na manufatura, pois mostra que um novo ambiente de manufatura está surgindo. Este novo ambiente é caracterizado pela incerteza e por mudanças constantes. Para BUNCE & GOULD (1996), os negócios do século 21 terão que superar os desafios de consumidores buscando produtos de alta qualidade e baixo custo, além de resposta rápida a suas necessidades específicas e em constante transformação. De acordo com GUNASEKARAN (1999) a Manufatura Ágil está exatamente relacionada a novas maneiras de se gerenciar as empresas para enfrentar tais desafios. Existem muitos conceitos de diversos autores sobre Manufatura Ágil. Vamos unificar estes conceitos e então apresentar o que entendemos por Manufatura Ágil.

Nas palavras de CHO, *et al* (1996) “...Manufatura Ágil pode ser definida como a capacidade da empresa de sobreviver e prosperar em um ambiente de contínuas e inesperadas mudanças...”. Também para Goldman (1994) *apud* SHARP *et al* (1999) a agilidade é uma estratégia de resposta abrangente para mudanças fundamentais e irreversíveis que estão ocorrendo no mundo atual competitivo.

Como podemos notar por estas definições, estes trabalhos iniciais em Manufatura Ágil acreditam que a medida de performance da agilidade seja a velocidade de adaptação da manufatura às mudanças do ambiente. Porém isto não é o suficiente para garantir a competitividade, uma vez que este é um paradigma reativo. Isto é suportado por diversos autores dentre eles De VOR *et al* (1997) e GOLDMAN, *et al* (1995). Este último autor

sugere que empresas ágeis de sucesso são aquelas que conscientemente usam o estado de mudança como uma maneira de serem lucrativas. Esta proatividade é defendida por diversos autores como GUTMANN & GRAVES (1995); De VOR, *et al* (1997) e SHARIFI & ZHANG (1999). Nas palavras de SHARIFI & ZHANG (1999): "... agilidade é a habilidade de lidar com mudanças inesperadas, de sobreviver em um ambiente de negócios com ameaças sem precedentes e de tirar vantagens destas mudanças...". Para DA SILVEIRA, *et al* (2001) o que caracteriza a Manufatura Ágil é o comportamento proativo.

Finalmente de todas estas definições podemos entender o conceito de agilidade como sendo um objetivo da manufatura o qual engloba dois fatores principais:

- responder a mudanças inesperadas de maneira correta e no tempo devido;
- explorar estas mudanças, entendendo-as como uma oportunidade, um meio de ser lucrativo.

Já Manufatura Ágil entendemos como a capacidade de sobreviver e prosperar em um ambiente competitivo tendo como principal meta a agilidade. Um modelo de referência para coordenar o desenvolvimento da agilidade nas empresas pode ser encontrado em BESSANT *et al* (2001)

OWEN & KRUSE (1997) identificam os conceitos de agilidade interna e externa. A agilidade interna é a habilidade de responder rapidamente à demanda do mercado para novos produtos e características destes produtos. Segundo JAGDEV & BROWNE (1998) esta agilidade requer um sistema de produção reprogramável, reconfigurável e apto a contínuas adaptações; capaz de operar economicamente com tamanhos de lotes pequenos. Já agilidade externa está associada a idéia de empresas virtuais. Entendemos empresa virtual conforme GORANSON (1999), para o qual empresa virtual é uma agregação de unidades menores e suas competências centrais e recursos associados que se juntam para explorar alguma oportunidade de negócio e agem como se fossem uma única grande empresa. Porém, é de extrema importância salientarmos que nem toda empresa virtual é também ágil. Nas palavras de GORANSON (1999): "... uma empresa virtual é ágil somente se ela é formada com o intuito de se dissolver e se reconfigurar novamente ...". Portanto, de acordo com este autor, a empresa virtual ágil é aquele onde a síntese de competências é temporária, feita somente para explorar alguma oportunidade específica. O ponto de união destas empresas é a criação de um produto ou serviço e não a criação de uma empresa. Estes pontos importantes em uma empresa virtual também são enfatizados por SONG & NAGI (1997), segundo os quais as empresas virtuais tem as seguintes características principais: orientação para o produto, estilo colaborativo, relações de curto prazo, velocidade e

flexibilidade. Diversos outros trabalhos tratam de empresas virtuais, dentre eles: GUTMAN *et al* (1995); SHEKHAR & NAGI (1997); POWELL & GALEGOS (1998); TUROWSKY (1999). Porém o mais completo trabalho sobre este assunto parece ser mesmo o de GORANSON (1999), o qual é resultante dos estudos do grupo de um importante grupo de pesquisas chamado Grupo Focado em Manufatura Virtual Ágil (*Agile Virtual Enterprise Focus Group*).

Como mostrado no capítulo 2 desta tese, todo PEGEM apresenta quatro elementos-chave: os direcionadores, os princípios, os capacitadores e os objetivos estratégicos relacionados. A partir de uma revisão bibliográfica a respeito do tema, vamos, a seguir, detalhar cada um destes elementos para a Manufatura Ágil

### **7.2.2 Os direcionadores da Manufatura Ágil**

Como definido no capítulo 2, direcionadores são as condições do mercado que possibilitam, requerem ou facilitam a implantação de determinado PEGEM. Para YUSUF *et al* (1999) a principal força que leva à agilidade é a mudança. O número de mudanças e seus tipos é muito grande. Diferentes empresas com diferentes características e sob diferentes circunstâncias experimentam diferentes mudanças que são específicas e talvez únicas. Uma mudança que pode ser catastrófica para uma empresa, pode não ser tão ruim para outra, ou até mesmo pode representar uma oportunidade para esta mesma empresa em uma situação diferente. Porém, de acordo com SHARIFI & ZHANG (1999) existem certas características comuns nas mudanças que podem trazer conseqüências gerais para as empresas. Por esta razão estes autores sugerem três tipos de classificação para as mudanças. A primeira delas está relacionada à área geral onde a mudança ocorre; a segunda se refere a uma lista detalhada de mudanças como sub itens das áreas gerais, as quais são enfrentadas em diferentes graus pelas empresas; a terceira classificação é feita a partir da maneira pela qual a mudança pode afetar a empresa.

Referente à primeira classificação, ou seja, onde a mudança pode ocorrer, os autores identificam 5 categorias: mudanças no mercado, mudanças no critério competitivo, mudanças nas necessidades dos clientes, mudanças tecnológicas, mudanças em fatores sociais. A segunda classificação busca prováveis tipos de mudanças dentro de cada uma destas categorias onde as mudanças podem ocorrer. Isto é mostrado a seguir

As mudanças no mercado incluem : crescimento do nicho de mercado; mudanças políticas nacionais e internacionais; aumento da taxa de mudanças no modelo do produto; redução do ciclo de vida dos produtos.

As mudanças no critério competitivo incluem: mudanças rápidas no mercado; aumento na pressão por redução de custos; aumento da pressão por produtos inovadores; aumento da competição internacional; diminuição do tempo de lançamento no mercado de novos produtos (*time to market*); responsividade dos concorrentes a mudanças.

As mudanças nas necessidades dos clientes incluem: demanda por produtos e serviços customizados; rápido tempo de entrega e *time to market*; aumento da expectativa por qualidade; mudanças repentinas em quantidades de pedidos e especificações.

As mudanças tecnológicas incluem: introdução de métodos de produção mais rápidos, econômicos e eficientes; introdução de novos *softwares*; introdução de novas tecnologias de informação.

As mudanças nos fatores sociais incluem: pressões ambientais; expectativas da força de trabalho; pressões políticas e legais; problemas culturais; mudanças nos contratos sociais.

A terceira classificação das mudanças de SHARIFI & ZHANG (1999) apresenta três categorias distintas, relacionadas aos domínios da empresa afetados pelas mudanças:

- a mudança afeta as atuais atividades, programas e planos da empresa, tais como: planos de produção, processos e procedimentos da produção, quantidade do pedido, tempo de entrega, dentre outros;
- a mudança afeta o negócio da empresa, colocando em risco sua posição no mercado referente a produtos ou setores de mercado específicos. Alguns fatores que podem ser afetados são: parcela de mercado, reputação da empresa, dentre outros;
- a mudança afeta a estratégia de negócios da companhia como um todo, criando novos horizontes para a empresa por meio da introdução de novos mercados, queda de grandes concorrentes, dentre outros. Alguns fatores que são afetados por este tipo de mudança são: planos futuros para o crescimento e expansão da empresa, política de introdução de novos produtos, dentre outros.

Quando tratamos dos PEGEMs ideais para cada tipo de empresa (capítulo 9) vemos que um alto grau de mudanças no mercado (relativo à maioria das mudanças citadas anteriormente) é fundamental para que a Manufatura Ágil seja considerada o PEGEM adequado à determinada empresa.

### **7.2.3 Os princípios da Manufatura Ágil**

Uma série de autores tratam dos princípios e características essenciais da Manufatura Ágil. Para YUSUF *et al* (1999) as principais características da Manufatura Ágil são:



- Produtos de alta qualidade e altamente customizados: esta característica é também citada por GOLDMAN *et al* (1995); HILTON & GILL (1994) e GOLDMAN & NAGEL (1993);
- Produtos e serviços com conteúdo de alto valor agregado e informativo: característica esta citada também por GOLDMAN *et al* (1995);
- Mobilização das competências chave: também citado em GOLDMAN & NAGEL (1993);
- Compromisso com assuntos sociais e ambientais: também enfatizado por GOLDMAN & NAGEL (1993);
- Síntese de diversas tecnologias: também mencionado por BURGESS (1994);
- Resposta a mudanças e incertezas: enfatizado também por GOLDMAN *et al* (1995) e PANDIARAJAN & PATUN (1994);
- Integração dentro da empresa e entre empresas: como também defendem GORANSON (1999) e YOUSSEF (1992).

Estas sete características encontradas nas definições de diversos autores a respeito da Manufatura Ágil, podem ser resumidas em cinco características ou princípios chave. Estes princípios são citados nos trabalhos de GUNASERKARAN (1998), de MEADE & SARKIS (1999), PINE (1993) dentre outros. São eles:

- **Cooperação para o aumento da competitividade** => é o *input* de uma Manufatura Ágil e está relacionado à necessidade de cooperação interna (dentro da empresa) e externa (entre empresas);
- **Estratégia baseada no valor, a qual “enriqueça” o cliente** => é o *output* de uma Manufatura Ágil e está relacionada ao fornecimento de soluções e não somente produtos aos clientes;
- **Domínio das mudanças e incertezas** => representa a dimensão de controle de uma Manufatura Ágil e está relacionada à capacidade da empresa prosperar em um ambiente com mudanças drásticas e muitas incertezas; está portanto relacionado à capacidade da empresa em se reconfigurar (mudar, no tocante a foco, diversidade, dentre outros) frente a uma oportunidade;
- **“Alavancar” o impacto das pessoas e informações** => pessoas e informações são os recursos de maior valor em uma Manufatura Ágil e representam o mecanismo que utiliza cooperação (*input*) para “enriquecer” o cliente (*output*);

- **Redução dos ciclos de vida dos processos e das empresas** => acreditamos que este seja um princípio de extrema importância dentro da Manufatura Ágil. Este princípio foi enfatizado por PINE (1993). De acordo com este autor na Manufatura Ágil, a empresa busca a vantagem competitiva por meio de uma busca constante de novas áreas de negócio, fazendo com que seus processos tenham mudanças dinâmicas para comportar novos produtos resultantes de uma forte política de inovação. Além disto as empresas ágeis aumentam constantemente o *portfólio* de seus produtos por meio da combinação de suas capacidades com a capacidades de outras empresas criando empresas virtuais temporárias. Notamos então que o ciclo de vida dos processos e das empresas virtuais são pequenos.

#### **7.2.4 Os capacitadores (tecnologias, metodologias e ferramentas) da Manufatura Ágil**

Capacitadores da Manufatura Ágil são as estratégias, sistemas, tecnologias, metodologias e ferramentas que possibilitam a empresa se tornar ágil. Para uma melhor compreensão, classificamos estes capacitadores a partir do foco de atuação destes, utilizando uma classificação proposta por GUNASEKARAN (1999). Este sistema de classificação agrupa os capacitadores da Manufatura Ágil de acordo com o foco, dentro de quatro categorias: estratégias, tecnologias, sistemas e pessoas. Dentro destas categorias agrupamos os capacitadores utilizados pela Manufatura Ágil. O conjunto de capacitadores propostos neste trabalho é uma extensão dos capacitadores citados por GUNASEKERAN (1999) e são baseados em uma revisão da literatura sobre Manufatura Ágil. Trabalhos como MEADE & SARKIS (1999), YUSUF *et al* (1999), SHARP *et al* (1999), GUNASEKARAN (1998), SONG & NAGI (1997), BOOTH (1996), GOLDMAN *et al* (1991) dentre outros, foram importantes nas definições destas capacitadores. A tabela 7.1 mostra este sistema de classificação e os capacitadores utilizados dentro de cada categoria. Uma observação a ser feita é que não distinguimos os capacitadores de agilidade interna ou externa. A seguir definimos sucintamente os quatro focos de atuação e cada um dos capacitadores da Manufatura Ágil mostrados na tabela 7.1.

Tabela 7.1: Uma classificação dos capacitadores da Manufatura Ágil

Fonte: adaptado de GUNASEKARAN (1999)

<b>Classificação Principal: foco de atuação do capacitador</b>	<b>Capacitadores</b>
Estratégias	Empresa virtual/ manufatura virtual
	Integração da cadeia de suprimentos
	Gestão baseado em competências chave
	Engenharia Simultânea
	Gestão baseada na incerteza e na mudança
	Gestão baseada no conhecimento
Tecnologia	<i>Hardware</i> – ferramentas e equipamentos
	Tecnologia de Informação – computadores e <i>softwares</i>
Sistemas	Sistemas de projeto
	Sistemas de Planejamento e Controle
	Integração de sistemas e gerenciamento de banco de dados
Pessoas	Melhoria contínua
	Comprometimento da alta gerência e <i>empowerment</i>
	Pessoas multi habilitadas, flexíveis e com conhecimento
	Trabalho em equipe e participação
	Treinamento e educação contínua

As principais **estratégias** chave da Manufatura Ágil são:

- Empresa Virtual/manufatura virtual: é interessante neste ponto distinguirmos estes dois termos. Como já foi visto, entendemos empresa virtual conforme GORANSON (1999), para o qual empresa virtual é uma agregação temporária de unidades menores e suas competências centrais e recursos associados que se juntam para explorar alguma oportunidade de negócio e agem como se fossem uma única grande empresa. Muitas vezes, uma única empresa não é capaz de responder prontamente às necessidades do mercado; portanto, a empresa virtual trabalha a favor da agilidade da empresa. Porém, não se deve esquecer, como já mencionamos anteriormente, que nem toda empresa virtual pode ser considerada uma Manufatura Ágil (GORANSON, 1999). O assunto empresas virtuais dentro de um contexto ágil é considerado vital e imprescindível para a Manufatura Ágil. Nas palavras de Gunneson (1996) *apud* RIIS & JOHANSEN (2001) “a agilidade envolve formação de parcerias virtuais para introdução de novos produtos no mercado de maneira antes considerada impossível”. Outros trabalhos que tratam deste assunto são: BAJGORIC (2001) apresenta vários modelos conceituais de empresas virtuais e identifica o papel da tecnologia de informação no estabelecimento das empresas virtuais; PUTNIK (2001) propõe um modelo de referência para a empresa virtual em ambientes de Manufatura Ágil; WESTON *et al* (2001)

também apresentam um modelo de empresa virtual na manufatura ágil. Já a manufatura virtual, de acordo com SHUKLA *et al.* (1996) pode ser definida como uma área de pesquisa atual que visa integrar diversas tecnologias relacionadas à manufatura dentro de um “guarda - chuvas” comum, usando tecnologia de realidade virtual (é uma tecnologia que objetiva gerar a percepção de realidade em um ser humano, permitindo a imersão e interação deste em um ambiente virtual, caracterizado por uma simulação computacional). Em outras palavras, manufatura virtual é o uso de modelos computacionais e simulações de processos de manufatura para ajudar no projeto e na produção de produtos. A Manufatura Ágil necessita da manufatura virtual como uma forma de responder de forma mais rápida e eficaz a demanda do mercado (GUNASEKARAN, 1999). Dentro deste contexto, DOUMEINNGTS *et al* (2001) apresentam uma metodologia para a modelagem empresarial dentro de um contexto da Manufatura Ágil. Outros trabalhos que estudam a manufatura virtual são: WEYRICH & DREWS (1999); OFFODILE & ABDEL-MALEK (2002); GIERACH *et al* (2002).

- Integração da cadeia de suprimentos: para GUNASEKARAN (1999) um gerenciamento apropriado/integrado da cadeia de suprimentos e medidas de performance devem ser estabelecidos para melhorar a eficácia da cadeia de suprimentos de uma Manufatura Ágil. Vários trabalhos na literatura tratam da cadeia de suprimentos dentro da Manufatura Ágil. SARKIS & TALLURI (2001) fornecem uma revisão de assuntos e práticas que as empresas devem se preocupar dentro de um contexto da Manufatura Ágil. SMIRNOV & CHANDRA (2001) apresentam as principais tecnologias de informação necessárias à integração da cadeia de suprimentos dentro de um contexto ágil. Também SULEMAN & ZAIRI (2001) apresentam metodologias e técnicas para a integração da cadeia de suprimentos na Manufatura Ágil. TOWILL (2001) mostra exemplos de três cadeias de suprimentos ágeis, salientando que um ponto em comum entre elas é a atitude voltada para a cooperação entre todas as empresas da cadeia. Este papel colaborativo entre clientes e fornecedores na Manufatura Ágil é tratado também por DOWLATSHAHI (2001), o qual trabalha com o envolvimento de fornecedores no projeto de novos produtos dentro de um contexto da engenharia simultânea.
- Gestão baseada em competências chave: Competências chave são definidas por PRAHALAD & HAMEL (1990) como sendo o processo de aprendizagem coletivo focado no desenvolvimento e coordenação de uma ampla gama de habilidades e capacidades. Ainda de acordo com estes autores, estas competências chave são originadas do processo de aprendizagem corporativo, integração de diversas

competências e correntes tecnológicas, organização do trabalho, dentre outros. Segundo YUSUF *et al.* (1999), para que as competências chave sejam de importância estratégica, trazendo benefícios de longo prazo para a empresa, estas devem satisfazer três condições: as competências chave devem fornecer subsídio para a empresa entrar em uma ampla diversidade de mercados; devem também capacitar a empresa a “enriquecer” o cliente, satisfazendo-o plenamente; e por último, as competências chave devem ser de difícil cópia por empresas concorrentes. Para SHARP *et al.* (1999) a Empresa Ágil deve desenvolver e usar suas competências para formar produtos chave, utilizando-os em vários segmentos das operações de negócios;

- Engenharia Simultânea: Para GUNASEKARAN (1999) a agilidade na manufatura necessita de uma mudança na formação dos times de desenvolvimento de produto. Estes novos times de desenvolvimento de produto devem incluir representantes de diversas áreas com diferentes competências, tais como: projeto, produção, qualidade, compras, *marketing*, etc. Esta abordagem que utiliza grupos multi funcionais no projeto conjunto de produtos e processos é conhecido como Engenharia Simultânea. Dentre os benefícios desta abordagem podemos citar: redução do *time to market*, redução de custos, identificação de falhas em fases mais iniciais do projeto, maior integração entre as áreas, dentre outros (SLACK *et al.*, 1997). Também SCHRAGE & MAVRIS (2001) enfatizam a importância de um desenvolvimento de produto e processo integrados, propondo uma metodologia para tal desenvolvimento dentro do ambiente da Manufatura Ágil. SHARIFI & PAWAR (2001) descrevem várias abordagens para a Engenharia Simultânea na literatura, concluindo que entretanto todas elas enfatizam a integração e o uso de “times multi-funcionais”.
- Gestão baseada na incerteza e na mudança: para Clarke (1994) *apud* SHARP *et al* (1999) a gestão do risco e da incerteza é o processo de transformação de uma empresa de uma cultura baseada em valores e práticas tradicionais para uma cultura baseada em novas crenças e idéias. Estas novas idéias devem ser a nova norma da organização na Manufatura Ágil. Este novo modelo de gestão é um capacitador crucial para a Manufatura Ágil para SHARP *et al* (1999). Dentro deste contexto, SZCZERBICKI (2001) propõe uma abordagem quantitativa para a Manufatura Ágil tratar as incertezas no fluxo de informações.
- Gestão baseada no conhecimento: para YUSUF *et al* (1999) a empresa voltada para o conhecimento reconhece que o conhecimento e a informação são os verdadeiros diferenciais das empresas de sucesso. Ainda de acordo com este autor, a gestão voltada

ao conhecimento é um capacitador vital para a Manufatura Ágil. Vários autores trabalham com a gestão do conhecimento na Manufatura Ágil. MOHANTY (2001) propõe a construção de um modelo de gestão baseada no conhecimento para a Manufatura Ágil a partir de estudos de caso realizados em empresas da Índia. FRANCIS (2001) enfatiza o processo da aprendizagem dinâmica dentro da Manufatura Ágil. Este conceito, segundo este autor está relacionado não somente a simples aquisição do conhecimento, mas também “desaprender” os hábitos e rotinas do passado. THIE & STOKIC (2001) apresentam um resumo das necessidades básicas de sistemas voltados para a gestão do conhecimento na Manufatura Ágil. Estes autores mostram modernas metodologias de gestão de conhecimento (sistemas especialistas com sistemas baseados em regras, CBR – *Case Based Reasoning*, dentre outros), além da base tecnológica necessária para o desenvolvimento de tais sistemas.

A **tecnologia** desempenha um papel preponderante e é crítico para o sucesso de uma empresa que deseja tornar-se uma Manufatura Ágil, fornecendo à empresa flexibilidade e integração (RAO & NAHM, 2001). Muitos trabalhos tratam de aspectos da tecnologia para a Manufatura Ágil, dentre eles destacam-se os trabalhos de LAU & WONG, (2001), RAO & NAHM (2001). Esta tecnologia apóia muitos outros capacitadores da Manufatura Ágil, como por exemplo a empresa virtual. Discutiremos a tecnologia necessária para a Manufatura Ágil, dividindo-a em duas categorias:

- **Hardware (inclui os equipamentos e ferramentas)**: para GUNASEKARAN (1999) a Manufatura Ágil requer rápida troca na montagem de produtos. Isto só é possível com uma estrutura adequada de *hardware* (robôs, alimentadores de partes flexíveis, módulos de montagem, sistemas de inspeção visual automatizadas, veículos guiados por computador, dentre outros). A respeito de *hardware* temos o trabalho de QUINN *et al* (1997), o qual discute o projeto para uma célula de manufatura para a Manufatura Ágil.
- **Tecnologia e sistemas de informação (inclui computadores e softwares)**: de acordo com GUNASEKARAN (1999), a tecnologia e os sistemas de informação devem ser empregados para uma efetiva integração dentro da Manufatura Ágil (uma pequena diferenciação entre tecnologia e sistemas de informação pode ser encontrada em GUERRA & ZHANG, 2001). Podemos dividir a tecnologia e os sistemas de informação utilizados na Manufatura Ágil conforme o propósito a que se destinam em: i) tecnologia e sistemas voltados ao projeto ágil: CAD (Computer-Aided Design), CAM (Computer-Aided Manufacturing), planejamento do processo auxiliado por computador (CAPP); ii)

tecnologias e sistemas voltados para a produção ágil: FMS e CIM (MANTHOU & VLACHOPOULOU, 2001 tratam do FMS e do CIM dentro da Manufatura Ágil); iii) tecnologias e sistemas voltados à comunicação e integração intra e entre empresas (principalmente dedicadas ao estabelecimento de parcerias virtuais): internet (CHENG *et al*, 2000 apresentam uma abordagem de implementação de projeto e manufatura ágil baseado na internet), MRP (*Materials Requirements Planning*), ERP (*Enterprise Resource Planning*), EDI (*Electronic Data Interchange*) e comércio eletrônico. Já outras modernas tecnologias ágeis podem se destinar a mais de uma área da empresa, como por exemplo a inteligência artificial (WANG, 2001 mostra como a inteligência artificial pode ser usada no planejamento e controle da produção e no projeto de empresas ágeis), *softwares* de realidade virtual, *softwares* baseados em programação orientada a objetos (utilizada nos trabalhos de DRAMAN *et al*, 2001 e SONG & NAGI, 1997), multimídia (MCGAUGHEY (2001) mostra como a multimídia pode auxiliar a empresa a alcançar os quatro princípios básicos da manufatura ágil mostrados anteriormente); já GUNASEKARAN & LOVE (1999) apresentam uma revisão da utilização da multimídia na manufatura, dentre outros. Alguns outros trabalhos que tratam do assunto tecnologia/sistemas de informação na Manufatura Ágil são os trabalhos de LAU & WONG (2001), os quais descrevem as necessidades de informação e os potenciais benefícios da tecnologia de informação na Manufatura Ágil, o trabalho de CHUNG & CHAN (2001) que descreve a tecnologia/sistemas de informação necessários em pequenas e médias empresas para que estas formem parcerias e adquiram conhecimento e o artigo de NEWMAN *et al* (2000), o qual também descreve várias tecnologias a serem utilizadas na Manufatura Ágil .

Os **sistemas** para a Manufatura Ágil são compostos basicamente de sistemas de apoio à tomada de decisão, na maioria das vezes baseados em *softwares*, para importantes funções de gestão: projeto, planejamento e controle da produção e gerenciamento de dados e integração de sistemas. Estes sistemas são explicados a seguir:

- **Sistemas de projeto:** os capacitadores ligados aos sistemas de projeto são aqueles que suportam o objetivo de agilidade em projeto, ou seja, mudanças rápidas no projeto de novos produtos e a chegada desses novos produtos rapidamente no mercado. SHARIFI & PAWAR (2001) tratam do desenvolvimento de novos produtos dentro da Manufatura Ágil, propondo um modelo conceitual para o desenvolvimento de novos produtos em empresas ágeis. Vários são as ferramentas e técnicas tratados na literatura que apóiam os sistemas de projeto ágeis: CAD/CAM; prototipagem rápida e QFD (*Quality Function*

*Deployment*) são alguns exemplos. SHARP *et al* (1999) definem prototipagem rápida como uma técnica que permite ao time de engenharia simultânea produzir um modelo físico de um projeto (protótipo) dentro de alguns dias ou até mesmo horas, ao invés de meses como ocorriam com os métodos tradicionais. Para alguns autores, como BALSMEIER & VOISIN (1997), a prototipagem rápida é o principal capacitador da Manufatura Ágil. A respeito de sistemas de projeto para a Manufatura Ágil alguns trabalhos merecem destaque: ENGSTRÖM *et al* (2001) descreve técnicas para o projeto ágil baseado em estudos de caso na indústria sueca. GINN *et al* (2001) trata do papel do QFD na Manufatura Ágil. LEE (1998) estuda matematicamente o projeto de componentes e a alocação de máquinas para se alcançar a Manufatura Ágil. IYER & NAGI (1997) desenvolvem um modelo para a identificação de peças similares para ajudar no projeto de produtos na Manufatura Ágil. JAIN & JAIN (2001) estuda o planejamento do processo auxiliado por computador (CAPP), atividade esta de extrema importância, uma vez que representa o ponto intermediário e de integração entre o projeto e a manufatura. Também FENG & ZHANG (1998) tratam do desenvolvimento de sistemas CAPP dentro de um contexto da Manufatura Ágil.

- Sistemas de Planejamento e Controle da Produção (nas palavras desta tese SICOPROCs): no capítulo 3 desta tese concluímos que a Manufatura Ágil pode utilizar alguns SICOPROCs voltados a sistemas semi repetitivos, não repetitivos e grande projetos (PBC, OPT, MRP, PERT/CPM e sistema de alocação de carga por encomenda). Porém para GUNASEKARAN (1999) os tradicionais sistemas de PCP (planejamento e controle da produção), sozinhos, não são suficientes para satisfazer as necessidade de planejamento e controle da produção de uma Manufatura Ágil. A partir deste autor, extraímos os seguintes aspectos importantes de um sistema de PCP para um ambiente de Manufatura Ágil: i) monitoramento e controle em tempo real do progresso da produção em uma empresa virtual; ii) estrutura de controle dinâmico e flexível para lidar e reagir a incertezas do mercado; iii) estrutura de programação da produção e algoritmos que trabalhem com incertezas na produção em uma empresa virtual; e iv) modelagem da situação da produção e de sistemas de controle em uma empresa virtual. Dentre os autores que focam seus estudos no PCP para a Manufatura Ágil, podemos dividir estes trabalhos de acordo com o horizonte de planejamento que os trabalhos mais se referem. Dentro de uma preocupação mais a longo e médio prazo (planejamento da produção) temos os seguintes trabalhos: DRAMAN (2001) desenvolve um plano de produção ótimo para uma indústria de processo contínuo baseado em programação orientada para



objetos. HUA & BANERJEE (2001) estudam o planejamento agregado na Manufatura Ágil. Já outros trabalhos se preocupam mais com o curto prazo, ou seja, com o Controle da Produção: HE & BABAYAN (2002) trabalham com a programação da produção em ambientes de Manufatura Ágil. SONG & NAGI (1997) propõem um modelo para o controle da produção em empresas virtuais ágeis. Este modelo se baseia no fluxo de informações entre os parceiros e utiliza tecnologias como a internet, sistemas ERP e EDI para suportar tal modelo. BRENNAN (2001) mostra recentes desenvolvimentos em sistemas de controle da produção para a Manufatura Ágil, apresentando uma comparação entre sistemas de controle da produção com diferentes hierarquias de controle. ILYASOV *et al* (2001) discutem pontos importantes no desenvolvimento de sistemas de controle para a Manufatura Ágil. HE *et al* (2001) trabalham com a solução ótima e heurística para problemas de programação da produção dentro de um ambiente da Manufatura Ágil. KIM *et al.* (1997) desenvolvem um *software* para o controle de uma célula dentro de um ambiente ágil. Também SONG (2001) trata do assunto manufatura celular dentro de um ambiente ágil. Finalmente TU (1997) tenta abranger ambos os horizontes de planejamento, desenvolvendo um modelo de planejamento e controle da produção para empresas que trabalham por projetos, modelo este que, segundo o autor, torna a empresa ágil. O estudo mais detalhado da configuração dos SICOPROCs para a Manufatura Ágil será realizado em pesquisas futuras.

- Sistemas de gerenciamento de dados e de integração: para GUNASEKARAN (1999), a Manufatura Ágil impõe aos sistemas de informação usados para gerir a empresa certas necessidades suplementares. De acordo com suas próprias palavras: “... além de satisfazer as necessidades tradicionais, os sistemas de informação de uma Manufatura Ágil deve ser capaz de se reconfigurar em um tempo muito rápido e de incluir partes de sistemas de informação de outras empresas, para o caso de uma empresa virtual ...”. Alguns sistemas de suporte que possibilitam esta flexibilidade e integração são: ERP, EDI, Internet e comércio eletrônico. Quanto à integração com fornecedores, LAU & WONG (2001) citam que o uso da tecnologia de informação tem proporcionado um tamanho envolvimento dos clientes com fornecedores que “em alguns casos as empresas podem acessar os sistemas de estoque e programação de seus fornecedores, chegando inclusive a colocar ordens automaticamente”. Já a integração intra e entre empresas, bem como as ferramentas necessárias para tal integração é tratada a fundo no trabalho de VERNADAT (2001). Também os trabalhos de GONÇALVES & GARÇÃO (2001) e

WESTON & HODGSON (2001) focam o estudo da integração da informação em ambientes de Manufatura Ágil.

O fator humano, representado pelas **peçoas**, é um fator importante para a Manufatura Ágil e bastante citado em trabalhos sobre o assunto (PLONKA, 1997). FRANCIS (2001) estuda a fundo o papel das pessoas na Manufatura Ágil. A seguir apresentamos os principais fatores humanos a ser considerados para um ambiente de Manufatura Ágil:

- Melhoria Contínua: para SHARP *et al.* (1999), a melhoria contínua está relacionada à busca contínua da perfeição através da utilização do chamado ciclo PDCA dentro de todas as estruturas organizacionais de uma Manufatura Ágil. Para CHOI (1995) este processo deve ocorrer em conjunto com os fornecedores e clientes.
- Comprometimento da alta gerência e *empowerment*: GUNASEKARAN (1998, 1999) salienta a importância do comprometimento da alta gerência para a Manufatura Ágil, principalmente em estratégias específicas como integração da cadeia de suprimentos e manufatura virtual. Esta mesma alta gerência deve saber delegar responsabilidades e fornecer uma infraestrutura que favoreça o *empowerment*. FRANCIS (2001) cita que a empresa ágil deve ter uma liderança visionária e gerentes empreendedores.
- Pessoas multi habilitadas, flexíveis e com conhecimento: é um requisito necessário em empresas de Manufatura Ágil. Para SHARP *et al.* (1999) pessoas multi habilitadas, flexíveis e com conhecimento são resultado de programas de treinamento que garantem estas qualificações com o objetivos de aumentar ainda mais a agilidade da empresa.
- Trabalho em equipe e participação: são dois elementos muito importantes para a Manufatura Ágil. Para IRANI *et al.* (1997) o trabalho em equipe é realizado por grupos de funcionários, grupos estes muitas vezes autônomos com pouca ou nenhuma supervisão. Para BARKMAN (1987), a metodologia de trabalho em grupos aumenta a motivação e a participação dos funcionários. SHARIFI & PAWAR (2001) comparam os times multifuncionais físicos e virtuais no desenvolvimento de produtos.
- Treinamento e educação contínua: de acordo com GUNASEKARAN (1999), a Manufatura Ágil requer diferentes treinamentos e educação comparado a outros PEGEMs. Alguns tópicos que a força de trabalho deve estar imbuída são: íntima dependência entre atividades, desenvolvimento e mudança contínuos, cooperação, dentre outros.

### **7.2.5 Os objetivos de desempenho relacionados à Manufatura Ágil**

A partir do modelo apresentado no capítulo 2 que relaciona cada PEGEM aos principais objetivos de desempenho da manufatura, temos que a Manufatura Ágil tem como objetivo ganhador de pedidos a agilidade, ou seja a capacidade de tratar ambientes inesperados e em constante mudanças, tirando proveito disso. Este objetivo é formado por 4 objetivos de desempenho da produção primários: adaptabilidade, “ciberneticidade”, flexibilidades de longo prazo e de curto prazo. Estes são portanto os objetivos ganhadores de pedidos da Manufatura Ágil. Velocidade, pontualidade, produtividade e qualidade são objetivos qualificadores dentro deste paradigma estratégico, uma vez que a existência de *trade offs* entre estes objetivos e os objetivos ganhadores de pedidos faz com que dificilmente uma Manufatura Ágil, objetivando os objetivos ganhadores de pedido citados, consiga obter resultados equiparáveis a outros PEGEMs com relação aos objetivos qualificadores citados.

## **7.3 A Customização em Massa**

### **7.3.1 O conceito da Customização em Massa**

A definição de Customização em Massa está relacionada basicamente a dois fatores principais: fornecimento de produtos customizados aos clientes e preços não tão altos resultantes desta customização. Estes elementos podem ser vistos na definição de vários autores: “a Customização em Massa é a habilidade de uma empresa fornecer aos clientes produtos e serviços customizados, em alto volume, a preços razoáveis, utilizando para isso uma altíssima flexibilidade nos processos” (DA SILVEIRA *et al*, 2001); “Customização em Massa significa fornecer variedade de produtos e serviços de tal forma que os clientes encontrem exatamente o que eles desejam a um preço razoável” (PINE, 1993).

O termo Customização em Massa surgiu primeiramente em 1987 com Stanley Davis em seu famoso livro “O futuro perfeito” (DAVIS, 1987). É interessante observar que Davis, apesar de ter sugerido o termo, salientou que as tecnologias existentes na época (de publicação de seu livro) restringiam um pouco uma ampla customização de produtos e serviços; porém este autor deixou claro que no futuro o fenômeno da customização em massa prevaleceria. Autores mais contemporâneos (KOTHA, 1995; PINE, 1993; DURAY *et al*, 2000; dentre outros) sugerem que os avanços na tecnologia da manufatura e da informação, além da evolução nos princípios administrativos tornaram a Customização em Massa uma prática viável. Outros autores (AHLSTROM & WESTBROOK; 1999) colocam

que a busca incessante dos clientes por variedade e customização é um fator primordial para a Customização em Massa.

Para DA SILVEIRA *et al* (2001) existem duas visões da Customização em Massa, uma ampla e outra estreita. A visão ampla define Customização em Massa como a habilidade de fornecer produtos e serviços projetados individualmente para cada consumidor através de alta agilidade, flexibilidade no processo e integração. Já de uma forma mais estreita a customização em massa é definida como um sistema que usa tecnologia de informação, processos e estruturas organizacionais flexíveis para entregar uma vasta gama de produtos e serviços de acordo com as necessidades individuais de cada cliente, a um custo perto dos itens feitos pela manufatura em massa.

Assim como a Manufatura Ágil (e todo PEGEM, como discutido no capítulo 2), a Customização em Massa também pode ser entendida através de seus quatro elementos-chave: direcionadores, princípios, capacitadores e objetivos estratégicos da manufatura relacionados. Nas seções seguintes discutimos estes aspectos baseado em uma revisão bibliográfica sobre o assunto

### **7.3.2 Os direcionadores da Customização em Massa**

Identificamos na literatura sobre Customização em Massa pelo menos três importantes direcionadores:

- Clientes desejando customização: Significa que para que a customização em massa possa ser implementada há a necessidade de existir uma demanda de clientes que desejem a customização e que estejam dispostos a pagar por ela. Segundo diversos autores (DA SILVEIRA *et al*, 2001; KOTHA, 1996a; 1996b; LAU, 1995; PINE, 1993; PINE *et al*, 1993) o sucesso da customização em massa depende do balanceamento de dois fatores: quanto os clientes pagarão e esperarão por produtos e serviços customizados e a habilidade da empresa produzir e entregar produtos customizados em um tempo e preço aceitáveis;
- Customização em Massa deve representar uma característica diferencial, como fonte de vantagens competitivas no mercado: Para diversos autores, tais como DA SILVEIRA *et al* (2001) e KOTHA (1995) para que a Customização em Massa represente uma fonte de vantagens competitivas à empresa, o tempo da sua implementação em relação às outras empresas concorrentes é muito importante; em outras palavras a empresa deve ser a primeira, em determinado setor, a oferecer a customização; desta forma a empresa passa a ser reconhecidamente uma empresa voltada ao cliente e direcionada ao mercado;

- Os produtos devem ser customizáveis: A possibilidade de implantação e o sucesso da Customização em Massa está relacionado à possibilidade de customização dos produtos produzidos pela empresa (DA SILVEIRA *et al*, 2001; FEITZINGER & LEE, 1997).

### **7.3.3 Os princípios da Customização em Massa**

Os princípios que norteiam a Customização em Massa são discutidos em muitos trabalhos encontrados na literatura. Dentre estes vários trabalhos extraímos os principais princípios da Customização em Massa.

- Atender a demanda fragmentada para diferentes gostos e necessidades: Este é o mais importante princípio da Customização em Massa para muitos autores (DA SILVEIRA, 2001; WENTZ, 1999, PINE, 1993). Nas palavras de PINE (1993) “a empresa customizada deve oferecer os produtos e serviços com variedade e customização de tal forma que o cliente encontre exatamente o que ele deseja”.
- Preços um pouco acima da média para compensar perda de eficiência: devido ao alto grau de customabilidade oferecido aos clientes, um preço extra pode ser cobrado; porém, como bem salienta PINE (1993) conforme a experiência nos processos aumenta, este preço tende a ser cada vez menor.
- Cadeia de Suprimentos deve estar preparada para a Customização em Massa: todos os elementos da cadeia de suprimentos devem desejar e estar preparados para oferecer a customização. Por exemplo, para FEITZINGER & LEE (1997) e KOTHA (1995), os fornecedores devem estar localizados próximos a seus clientes para entregar matérias primas de forma eficiente. Além disso é consenso entre diversos autores (DA SILVEIRA, 2001; MAGRETTA, 1998; KOTHA, 1996a) a necessidade de integração entre os elementos da cadeia por meio de uma eficiente rede de informação.
- O conhecimento deve ser compartilhado: o sucesso da Customização em Massa depende da empresa saber transformar as necessidades dos clientes em produtos e serviços. Para isso as empresas devem possuir uma cultura que enfatize a criação de conhecimento e sua disseminação ao longo da cadeia de valor (DA SILVEIRA *et al*, 2001; KOTHA, 1996b; PINE *et al*, 1993).
- Alta utilização de tecnologias para flexibilizar o processo e o projeto: a utilização de avançadas tecnologias de manufatura é fundamental para a Customização em Massa. Diversos autores tratam desta questão: JONEJA & LEE (1998a, 1998b); LAU (1995);

- Redução do ciclo de desenvolvimento de novos produtos e do ciclo de vida dos produtos: este princípio é enfatizado por PINE (1993), para o qual a redução dos ciclos de desenvolvimento de novos produtos e no ciclo de vida dos produtos é fundamental para a customização em massa, uma vez que as preferências do mercado mudam constantemente.
- Participação do cliente ao longo das etapas do ciclo de produção dos produtos: o envolvimento do cliente nas etapas do ciclo de vida do produto é um princípio fundamental da Customização em Massa (DURAY & MILLIGAN, 1999; DURAY *et al*, 2000; DA SILVEIRA, *et al* 2001). Existem diversos níveis de envolvimento do cliente e este é um assunto bastante discutido dentro da literatura sobre Customização em Massa. Basicamente os autores tratam estes níveis de forma contínua, variando de um nível de customização pura para um nível de padronização pura. Exemplo disso é o trabalho de GILMORE & PINE (1997) os quais identificam quatro níveis de Customização em Massa: colaborativa (projetistas dialogam com clientes); adaptativa (produtos padrões podem ser alterados pelos clientes durante o uso); cosméticos (produtos padrões são embalados especialmente para cada cliente); transparentes (produtos são adaptados para necessidades individuais). Variações nestes níveis são encontrados nos trabalhos de LAMPEL & MINTZBERG (1996); SPIRA (1996). Porém a mais completa divisão de níveis da Customização em Massa parece ser mesmo o trabalho de DA SILVEIRA *et al* (2001), o qual propõe 8 níveis (acreditamos serem 7 níveis uma vez que não consideramos o nível i) de customização em massa, de acordo com a etapa do ciclo de vida do produto que o cliente se envolve com a customização do produto: i) padronização pura: entendemos que a empresa neste nível não pode ser caracterizada como sendo customizada em massa; ii) customização no uso, somente após a entrega, adaptando-se o produto a diferentes funções ou situações; iii) customização na embalagem e na distribuição; iv) customização através da adição de serviços adicionais ao produto; v) customização através da adição de trabalhos adicionais ao produto; vi) customização na montagem do produto; vii) customização na produção do produto, ou seja, produzir o produto de acordo com o cliente; viii) customização no projeto, ou seja, projetar o produto de acordo com o cliente. Para que o cliente realmente participe nas diversas etapas do ciclo de vida do produto é necessária a existência de uma forte comunicação entre o cliente e a empresa. DA SILVEIRA *et al* (2001) propõem uma metodologia de 4 passos para que uma empresa estabeleça uma comunicação clara com seus clientes, estabelecendo desta forma o nível de customização requerido pelo cliente.

Estes passos são: i) definir um catálogo de opções para o cliente; ii) coletar e armazenar informações sobre a escolha feita pelos clientes; iii) transferir informações do varejista para o produtor; iv) traduzir as escolhas dos clientes em características do projeto do produto e em instruções para a produção.

- Utilização de módulos: A utilização de módulos padrões é a chave para se conseguir a Customização em Massa (PINE, 1993; PINE *et al*, 1993). Os módulos fornecem os meios para uma produção mais repetitiva de componentes, permitindo que partes do produto sejam produzidas em volumes mais altos como módulos padrões (baixos custos) e a customização seja atingida pela combinação ou modificação destes módulos (DURAY *et al*, 2000). Para McCUTHEON *et al* (1994) a utilização dos módulos é a melhor forma de se conseguir produtividade e variedade. Ulrich & Tung (1991) *apud* DURAY *et al* (2000) mostram diversos tipos de módulos que podem ser utilizados em conjunto ou separadamente para se conseguir a Customização em Massa. Dada a importância destes dois últimos princípios (utilização de módulos e participação do cliente ao longo das etapas do ciclo de vida do produto), DURAY *et al* (2000) propõem uma classificação das empresas que se utilizam de Customização em Massa baseado nestes dois princípios, ou seja, baseado no ponto de envolvimento do cliente na customização e no tipo de módulo utilizado.

#### **7.3.4 Os capacitadores da Customização em Massa**

Existe uma diversidade de capacitadores dentro da Customização em Massa. São eles:

- Ferramentas para uma eficiente gestão da cadeia de suprimentos: já constatamos anteriormente que a cadeia de suprimentos é vital para a customização em massa. DA SILVEIRA *et al* (2001), FEITZINGER & LEE (1997), EASTWOOD (1996), LAU (1995) fazem quatro recomendações básicas para a melhoria da cadeia de suprimentos de tal forma que ela venha a fornecer a integração necessária para a Customização em Massa. São elas: i) desenvolvimento de uma rede de informação entre um grupo de fornecedores selecionados; ii) correto balanceamento entre custos de estoque e nível de serviço na cadeia; iii) projeto de novos produtos com ampla participação dos fornecedores; iv) entrega do produto correto, para o cliente certo, no tempo desejado a um preço razoável. PINE (1993) defende que a cadeia de suprimento na Customização em Massa deve ser “integrada e desagregada” simultaneamente. Esta desagregação consiste em segmentar a manufatura e outras funções da empresa, fazendo com que a

cadeia de suprimentos da empresa se divide de acordo com nichos de mercado específicos, como se fossem “empresas próprias”.

- Metodologias e tecnologias para direcionar o projeto e a fabricação conforme os requisitos dos clientes: quanto às metodologias voltadas para a customização do projeto temos: i) “armazéns de projetos”, termo proposto por TSENG & JIAO (1997) para identificar um banco de dados sobre projetos passados (novos produtos, falhas, etc..) e que de acordo com estes autores é um passo importante em direção à Customização em Massa; ii) modelagem de família de produtos como a desenvolvida por JIAO *et al* (1998) pode ser utilizada para servir de base para novos projetos, uma vez que de acordo com MEYER *et al* (1997) o desenvolvimento de família de produtos é um meio para se conseguir balancear o nível de variedade que os clientes acham atrativo com o nível de complexidade que ainda permitem que os custos sejam aceitáveis (este balanceamento é denominado na literatura de gestão da variedade); iii) *softwares* tipo CAD e CAM. Quanto às metodologia e tecnologias utilizadas na produção temos a utilização de módulos (já discutido), tecnologias de processo como CNC, FMS, CIM, robôs, equipamentos para troca rápidas de equipamento e flexibilidade na produção (como os desenvolvido por JONEJA & LEE, 1998a,1998b).
- Alguns capacitadores da Manufatura Enxuta: Muitos autores em Customização em Massa entendem que muitos capacitadores enxutos são também importantes para se atingir a Customização em Massa (DA SILVEIRA, 2001; LAU, 1995; PINE, 1993). LAU (1995) comprova empiricamente que alguns capacitadores da Manufatura Enxuta (participação da força de trabalho, trabalho em equipes, redução de *set ups*, manufatura celular, manutenção produtiva total, utilização de ferramentas de controle da qualidade e produção puxada) ajudam a alcançar a customização em massa.
- Tecnologias: Já foi citado que a tecnologia tem um papel fundamental na Customização em Massa. Basicamente as tecnologias utilizadas na Customização em Massa têm 3 finalidades: i) fornecer alto grau de flexibilidade e customização: para isto utilizam-se tecnologias e ferramentas de projeto e processo flexíveis tais como robôs, FMS, CIM, CAD, CAM, módulos, alimentadores de partes flexíveis; ii) fornecer integração interna: para isto utilizam-se sistemas de informação integrados tais como ERP e a intranet; iii) fornecer integração externa com o propósito de estabelecer contatos com os clientes visando estabelecer o grau de customização necessário: para isto utilizam-se o EDI, a internet, dentre outros sistemas de comunicação (TUROWSKI, 2002).



- Manufatura Ágil: como já foi dito, DA SILVEIRA *et al* (2001) coloca que a Manufatura Ágil é um capacitador da Customização em Massa. Temos uma visão diferente deste autor; acreditamos que Manufatura Ágil e a Customização em Massa são dois PEGEMs diferentes, que embora apresentem semelhanças e capacitadores em comum, não necessariamente uma é base para a outra (na próxima seção reforçamos esta nossa posição, apresentando as principais semelhanças e diferenças entre estes dois paradigmas).
- Economias de Escopo: é o capacitador que visa conseguir baixos custos dentro da Customização em Massa (PINE, 1993). A idéia de economia de escopo foi desenvolvida por GOLDHAR & JELINEK (1993). Nas palavras destes autores: “economias de escopo existem onde o mesmo equipamento é capaz de produzir uma variedade de produtos com um custo menor do que se estes produtos fossem produzidos separadamente em diversas máquinas.” (GOLDHAR & JELINEK, 1993). Também TU *et al* (2001) entende a economia de escopo um capacitador essencial dentro da Customização em Massa.
- Sistemas de Coordenação de Ordens de Produção e Compras (SICOPROCs) direcionados à customização: já vimos que a Customização em Massa está relacionada a sistemas de produção semi repetitivos, não repetitivos ou grandes projetos e que portanto os SICOPROCs mais adequados a este paradigma são: PBC, OPT, sistemas de alocação de carga por encomenda, MRP e PERT/CPM. Porém devido ao alto grau de customização dos produtos, configurações específicas ou mesmo outros SICOPROCs desenvolvidos especialmente para tratar a customização podem ser necessários na Customização em Massa. Os SICOPROCs na Customização em Massa merecerão estudo mais aprofundado em trabalhos futuros.

### **7.3.5 Os objetivos de desempenho da Customização em Massa**

Como já foi discutido no capítulo 2, temos que a Customização em Massa tem como objetivo ganhador de pedidos a customabilidade, que representa a capacidade da empresa prover soluções diferenciadas para clientes diferenciados dentro de um *mix* de produtos previamente estabelecido. Este objetivo é formado por 4 objetivos de desempenho da produção primários: flexibilidade a longo prazo, flexibilidade a curto prazo, adaptabilidade e “ciberneticidade”. Estes são portanto os objetivos ganhadores de pedidos dentro deste paradigma. Os outros objetivos de desempenho da produção: velocidade, pontualidade, produtividade e qualidade são encarados como objetivos qualificadores para este PEGEM, uma vez que a existência de *trade offs* entre alguns destes objetivos e alguns objetivos

ganhadores de pedidos faz com que dificilmente a Customização em Massa, objetivando os objetivos ganhadores de pedido citados, consiga obter resultados equiparáveis a outros PEGEMs com relação aos objetivos qualificadores.

## **7.4 Semelhanças / Diferenças entre Manufatura Ágil e Customização em Massa e sugestões sobre qual utilizar**

Nesta seção vamos realizar uma análise comparativa entre Manufatura Ágil e Customização em Massa à luz da configuração dos quatro elementos principais dos PEGEMs. Para melhor entendimento das semelhanças e diferenças entre os princípios e capacitadores apresentamos as semelhanças e diferenças com relação aos objetivos estratégicos da produção logo na seção 7.4.2.

### **7.4.1 Semelhanças / diferenças com relação aos direcionadores**

A Manufatura Ágil tem como principal direcionador as mudanças. Vimos na seção 7.2.2 que o número e tipos de mudanças que a empresa pode ter que enfrentar é muito grande. Portanto a Manufatura Ágil está relacionada a um mercado em constante mudança. Porém o grau desta mudança é que é fator determinante para a utilização da Manufatura Ágil, ou seja acreditamos que quanto maior o número de mudanças, seus tipos e a periodicidade que elas ocorrem maiores são as chances da Manufatura Ágil ser o PEGEM ideal para uma empresa. Isto está de acordo com o capítulo 9 desta tese, onde é apresentada uma ferramenta para se medir o grau de mudanças em um mercado (mapa de turbulência do mercado).

Quanto à Customização em Massa, vimos que seus principais direcionadores são três: clientes desejando customização, grau de customização de empresas concorrentes (para que a customização represente fonte de diferenciação no mercado) e possibilidade de customização dos produtos da empresa.

Vemos que no tocante aos direcionadores existem algumas semelhanças entre Manufatura Ágil e Customização em Massa, um vez que ambos os PEGEMs não são direcionadas a todas as empresas (DA SILVEIRA *et al*, 2001; DUGUAY *et al*, 1997; LAU, 1995; dentre outros). Além disso, a demanda por serviços customizados pode representar uma mudança para diversas empresas, aproximando um pouco os dois PEGEMs. Porém podemos dizer que o mercado que a Manufatura Ágil se propõe a cobrir é mais abrangente do que o da Customização em Massa, uma vez que ela prepara a empresa para conviver e

prosperar em ambientes com um grau de mudanças muito grande (vimos todos os tipos na seção 7.2.2), enquanto que a Customização em Massa está somente relacionada a mudanças nas preferências dos consumidores. Em outras palavras, a Manufatura Ágil está relacionada a um ambiente bem mais turbulento do que a Customização em Massa. As mudanças para as quais a customização em massa está preparada são muito menores do que aquelas que a Manufatura Ágil se propõe a enfrentar.

#### **7.4.2 Semelhanças / diferenças com relação aos objetivos estratégicos da produção**

Como pudemos notar nas seções anteriores e no modelo apresentado no capítulo 2, os objetivos ganhadores de pedido primários da Customização em Massa e da Manufatura Ágil são os mesmos: flexibilidades de curto e de longo prazo, adaptabilidade e ciberneticidade. Porém estes objetivos se estruturam de forma completamente diferente para atender os objetivos ganhadores de pedido secundários da Customização em Massa e da Manufatura Ágil, respectivamente os objetivos “customabilidade” e agilidade. A seguir mostramos como cada um dos objetivos primários (flexibilidades de curto e longo prazo, adaptabilidade e “ciberneticidade”) se estruturam para atingir a “customabilidade” e a agilidade.

i) flexibilidades de curto e longo prazo: na Customização em Massa a flexibilidade se estrutura de forma a possibilitar a produção de uma ampla variedade de produtos de acordo com os gostos dos clientes; já na Manufatura Ágil a flexibilidade está voltada para a mudança nos processos, visando alterar completamente a linha de produtos sempre que necessário. Esta diferença no objetivo da flexibilidade faz com que cada um destes PEGEMs enfatize tipo específicos de flexibilidade: enquanto a Customização em Massa prioriza, a longo prazo, a flexibilidade na produção (se refere a capacidade do sistema de produção produzir diferentes tipos de produtos sem grandes investimentos em equipamentos), a Manufatura Ágil prioriza a flexibilidade de mercado a longo prazo (se refere a habilidade do sistema de tratar mudanças nas necessidades dos clientes e mudanças tecnológicas).

ii) adaptabilidade: na Customização em Massa a adaptabilidade da equipe de projetos está relacionada ao rápido lançamento de novos produtos baseados nos requisitos dos clientes; porém este lançamento está restrito ao *mix* de produtos da empresa. Já na manufatura Ágil esta adaptabilidade está diretamente relacionado a oportunidades de negócio, ou seja, a equipe de projetos deve lançar novos produtos de acordo com o mercado, mesmo que estes

estejam fora do *mix* de produção atual. É claro que isto deve ser feito de forma totalmente ligada com as possibilidades de flexibilidades da produção.

iii) “ciberneticidade”: na Customização em Massa este objetivo está relacionado ao alto uso da tecnologia e dos sistemas de informação com o propósito principal de estabelecer contato com os clientes visando conhecer o grau de customização. Já na Manufatura Ágil a utilização da tecnologia e dos sistemas de informação é bem mais intenso e focado no estabelecimento de parcerias virtuais, utilizando também inteligência artificial, *softwares* de realidade virtual, multimídia, *softwares* baseados em programação orientada a objetos, dentre outras tecnologias para apoiar os vários sistemas da empresa .

Quanto aos outros objetivos de desempenho da produção (qualidade, velocidade, pontualidade e produtividade), temos que estes são qualificadores tanto para a Customização em Massa quanto para a Manufatura Ágil. Porém existe uma diferenciação importante entre estes dois paradigmas no tocante a pelo menos dois destes objetivos. Acreditamos que a performance nos objetivos velocidade, pontualidade e produtividade (custo) da Manufatura Ágil seja pior do que na Customização em Massa, pois a agilidade é algo mais difícil (mais caro e mais lento) de ser conseguido do que a “customabilidade”.

Para finalizarmos esta discussão a respeito das semelhanças e diferenças entre a Customização em Massa e a Manufatura Ágil referente aos objetivos estratégicos devemos deixar claro que existem *trade offs* entre a “customabilidade” e a agilidade, pois, como pudemos notar na ocasião da discussão dos objetivos, as diferentes áreas da empresa devem ser direcionadas a um ou outro objetivo ganhador de pedidos. Esta afirmação está de acordo com GORANSON (1999), para o qual: “podemos imaginar facilmente exemplos onde a agilidade 1(“customabilidade”) age contra a agilidade”. Acreditamos que também a recíproca seja verdadeira.

#### **7.4.3 Semelhanças / diferenças com relação aos princípios**

Com relação aos princípios vemos que existem algumas semelhanças tais como: integração entre processos, compartilhamento de conhecimentos, utilização de avançadas tecnologias de manufatura para trazer flexibilidade ao processo e ao projeto, utilização de módulos padrões, foco no cliente, preços um pouco acima da média para “pagar” a “customabilidade” e a agilidade. Porém, devido aos mercados que ambas querem atingir e os objetivos estratégicos relacionados, ambos os PEGEMs apresentam alguns princípios diferenciados: enquanto a Manufatura Ágil cita que a empresa deve dominar as mudanças e incertezas do mercado no qual a empresa está inserida, a Customização em Massa se

preocupa em atender o cliente dentro de sua gama de produtos, fazendo com que o cliente participe do processo de customização. Uma etapa do processo de interação entre o cliente e a empresa proposto por DA SILVEIRA *et al* (2001) ilustram bem esta diferença: estes autores citam que a empresa customizada em massa deve “definir um catálogo de opções para que o cliente defina o grau de customização que este deseja do produto”, ou seja existe um limite para a customização. Na Manufatura Ágil, diferentemente, a empresa pode ter que mudar inclusive o tipo de produto, o negócio onde opera, etc. Outros princípios ilustram estas diferenças: a Manufatura Ágil deseja “enriquecer” o cliente, ou seja, fornecer soluções, muitas vezes totalmente diferenciadas (de acordo com YUSUF, 1999 as competências chave devem permitir que a empresa entre em uma ampla diversidade de mercados), preparando a cadeia para esse objetivo, sendo imprescindível a formação de parcerias virtuais. Já a Customização em Massa está realmente preocupada em aumentar a customização de seus produtos pregando princípios tais como preparar a cadeia de suprimentos para a customização. Além disso a cooperação entre os elementos da cadeia é um diferencial da Manufatura Ágil em relação à Customização em Massa, uma vez que a realização de parcerias virtuais está totalmente relacionada a este princípio.

Uma outra diferença extremamente importante em relação aos princípios e que ajuda a explicar as diferenças entre Customização em Massa e Manufatura Ágil é a diferença com relação ao ciclo de vida. Ambos os paradigmas estratégicos enfatizam a importância de redução dos ciclos de vida, porém enquanto a Customização em Massa enfatiza a redução do ciclo de vida dos produtos (os processos têm ciclo de vida maiores), a Manufatura Ágil enfatiza a redução do ciclo de vida dos processos e da empresa. Portanto, enquanto a Customização em Massa fornece produtos customizados, a Manufatura Ágil fornece também processos e empresas customizadas em massa. Elaboramos a figura 7.1, adaptada de PINE (1993), na qual posicionamos a Customização em Massa e a Manufatura Ágil com relação à facilidade nas mudanças no produto e no processo. Nesta figura posicionamos também os outros três PEGEMs tratados nesta tese.

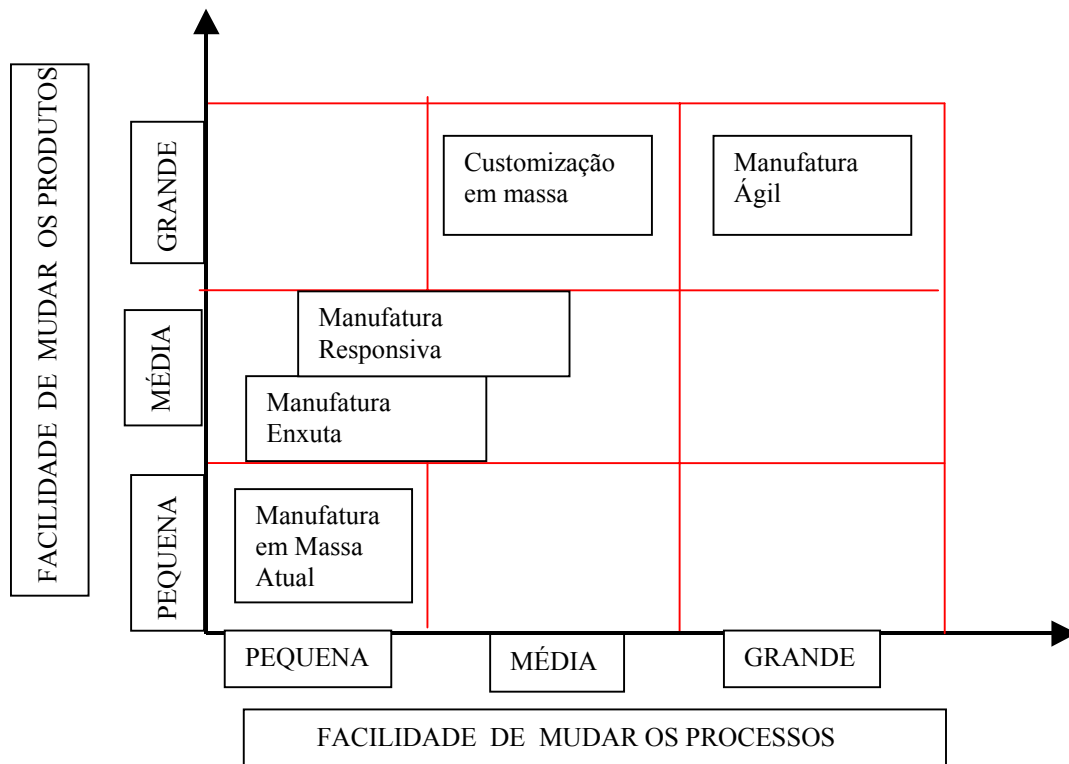


Figura 7.1: O posicionamento dos PEGEMs dentro de uma matriz mudança nos produtos x mudança nos processos

#### 7.4.4 Semelhanças / diferenças com relação aos capacitadores

Da mesma forma que os princípios, existem muitos capacitadores comuns à Manufatura Ágil e à Customização em Massa: i) tecnologias e metodologias de produção e de projeto voltados à flexibilidade e customização tais como CAD, CAM, FMS, CIM, robôs, dentre outros; ii) tecnologias e metodologias voltadas para a integração interna tais como ERP, intranet; iii) ferramentas da produção enxuta tais como melhoria contínua, participação dos funcionários, treinamento, TPM, dentre outras; iv) trabalho em ambientes de produção semi repetitivos, não repetitivos ou grande projeto; v) utilização de políticas de resposta à demanda *make to order* 1 e 2 e *engineering to order*. Estes dois últimos capacitadores foram mostrados no capítulo 3 desta tese.

Existem porém muitos capacitadores diferenciados direcionados aos objetivos de cada PEGEM. Estes capacitadores diferenciados são mostrados a seguir

i) a Manufatura Ágil se utiliza da empresa virtual, da manufatura virtual, da gestão baseada em competências chave e incertezas, da gestão baseada no conhecimento (tais como sistemas especialistas) a fim de aumentar o grau de resposta da empresa às mudanças inesperadas do mercado; já a Customização em Massa não se utiliza destes capacitadores,

uma vez que não é sua intenção tratar com o mesmo grau de incertezas e mudanças da Manufatura Ágil;

ii) Com relação aos Sistemas de Coordenação de Ordens de Produção e Compras (SICOPROCs), apesar de ambos os paradigmas se utilizarem basicamente dos mesmos SICOPROCs, estes devem ser configurados de acordo com os objetivos de cada paradigma; muitas vezes outros sistemas diretamente voltados à customização ou à agilidade (para tratar por exemplo empresas virtuais) podem ser utilizados;

iii) Com relação à cadeia de suprimentos temos que na Customização em Massa toda a cadeia de suprimentos deve estar preparada para a alta customabilidade (a cadeia deve ser simultaneamente integrada e desagregada), enquanto que a cadeia de suprimentos da manufatura ágil deve estar pronta a se reconfigurar rapidamente para o inesperado, sendo os próprios componentes da cadeia são diferenciados de acordo com a oportunidade (na empresa virtual os parceiros são temporários);

iv) Com relação à tecnologia e aos sistemas de informação voltadas à integração externa (*internet*, EDI, dentre outros) temos que na Customização em massa esta tecnologia é voltada para estabelecimento de contatos com clientes enquanto que na Manufatura Ágil esta é voltada a realização de parcerias virtuais;

v) Com relação ao projeto temos que a Manufatura Ágil apresenta maior ênfase nesta área com ferramentas tais como prototipagem rápida. Isto é devido ao fato de que na Manufatura Ágil o grau de diversidade e dificuldade desta atividade é maior do que na Customização em Massa, uma vez que a Manufatura Ágil é voltada para a inovação, como já foi discutido anteriormente.

A tabela 7.2 resume todas as semelhanças e diferenças apresentadas nesta seção

Tabela 7.2: Manufatura Ágil x Customização em Massa: semelhanças e diferenças

ELEMENTOS CHAVE DO PEGEM	SEMELHANÇAS	DIFERENÇAS
Direcionadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ambas não são direcionadas a todas as empresas;</li> <li>- demanda por produtos customizados pode ser entendida como uma mudança</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- o principal direcionador da MA é a mudança; já o da CM é a existência de um mercado desejando a customização e a possibilidade de customização dos produtos</li> </ul>
Objetivos estratégicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- semelhanças na ênfase dada aos objetivos ganhadores de pedido e qualificadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- apesar dos objetivos ganhadores de pedido serem basicamente os mesmos, estes se estruturam de forma completamente diferente para atingir os objetivos “customabilidade” e agilidade</li> </ul>
Princípios	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Princípios comuns: integração, compartilhamento de conhecimentos, foco no cliente, preços um pouco acima da média, utilização de avançada tecnologia para trazer flexibilidade ao processo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Na Manufatura Ágil a empresa deve dominar as mudanças e incertezas do mercado no qual a empresa está inserida; já a Customização em Massa se preocupa em atender o cliente dentro de sua gama de produtos;</li> <li>- A Customização em Massa enfatiza a redução dos ciclos de vida dos produtos e a Manufatura Ágil enfatiza redução dos ciclos de vida dos processos e das empresas;</li> <li>- A cooperação externa é muito mais enfatizada na Manufatura Ágil</li> </ul>
Capacitadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacitadores comuns: tecnologias e metodologias voltadas à integração interna e flexibilidade no processo; alguns capacitadores da Manufatura Enxuta; ambientes de produção e políticas de resposta à demanda semelhantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacitadores diferem quanto à utilização de técnicas para enfrentar grandes mudanças e incertezas (enfatizado na Manufatura Ágil), quanto aos SICOPROCs e aos sistemas de projetos, quanto às ênfases das tecnologias de integração externa e quanto ao comportamento da cadeia de fornecimentos</li> </ul>

## 7.5 Conclusões

Na moderna literatura sobre Gestão da Produção existe uma certa confusão e dificuldade de se estabelecer uma clara distinção entre dois importantes paradigmas surgidos recentemente: Manufatura Ágil e Customização em Massa. O presente capítulo apresentou uma análise comparativa entre estes dois importantes PEGEMs. Para isso, realizou um levantamento bibliográfico a respeito destes dois paradigmas e estruturou tal revisão à luz dos elementos chave de todas os PEGEMs conforme apresentado no capítulo 2 desta tese, a saber: direcionadores, princípios, capacitadores e objetivos estratégicos.

A partir de tal revisão e análise comparativa conseguiu-se estabelecer semelhanças e diferenças entre a Manufatura Ágil e a Customização em Massa, contribuindo desta forma para um melhor entendimento destes dois PEGEMs, uma vez que não existem estudos comparativos deste tipo na literatura. Além disto, este estudo tem uma grande utilidade prática uma vez que pode ser utilizado como base referencial para implantações destes



PEGEMs em empresas, contribuindo para aproximar a teoria e a prática na Gestão da Produção.

As principais semelhanças encontradas entre a Manufatura Ágil e a Customização em Massa foram: ambas não são direcionadas a todas as empresas, ou seja, não são panacéia para todos os males; ambas têm alguns objetivos estratégicos comuns e se utilizam portanto de vários princípios e ferramentas semelhantes, como por exemplo: foco no cliente, compartilhamento de conhecimentos e principalmente forte utilização de alta tecnologia para trazer flexibilidade ao processo e ao projeto. Porém existem diferenças fundamentais entre esses dois PEGEMs. Estas diferenças estão basicamente relacionadas a três pontos vitais: i) aos direcionadores de ambos os paradigmas, ou seja, ao mercado para o qual estes PEGEMs foram projetadas: enquanto a Manufatura Ágil está relacionada a mercados altamente turbulentos e em constante mutação; a Customização em Massa está relacionada a um mercado menos mutável, sujeito a clientes que desejam customização de produtos/serviços; ii) aos princípios e capacitadores exclusivos de cada PEGEM: são os princípios e capacitadores que caracterizam cada PEGEM e foram mostrados ao longo do trabalho e iii) ao output de cada PEGEM: enquanto a Customização em Massa fornece produtos e serviços o mais customizados possíveis dentro de um *mix* determinado, a Manufatura Ágil oferece a empresa a possibilidade de crescer e prosperar em um ambiente em constante mudanças, o que caracteriza muitos dos mercados atuais. A figura 7.2 ilustra estes comentários, mostrando estes três elementos cruciais de diferenciação entre a Customização em Massa e a Manufatura Ágil.

A partir de todos estes comentários, finalmente é interessante um comentário a respeito das duas vertentes que mencionam um relacionamento entre Manufatura Ágil e Customização em Massa. Cada uma delas foca um PEGEM específico, entendendo a outra como um simples capacitador. Estas visões não estão equivocadas, uma vez que existem pontos semelhantes entre os dois PEGEMs; porém acreditamos que estas visões sejam um tanto quanto simplistas, uma vez que mostramos a existência de consideráveis diferenças entre estes dois paradigmas. Portanto fica claro que ambos os PEGEMs são diferentes e somente poderão alcançar sua máxima eficácia se implantados nos mercados mais adequados e objetivando-se conseguir atingir exatamente os objetivos para os quais foram projetados. Desta forma concluímos que nem a Manufatura Ágil engloba a Customização em Massa, nem vice-versa; cada uma destes PEGEMs é mais adequado dentro de um contexto específico. A escolha do PEGEM ideal para cada empresa será discutida a fundo no capítulo 9 desta tese.

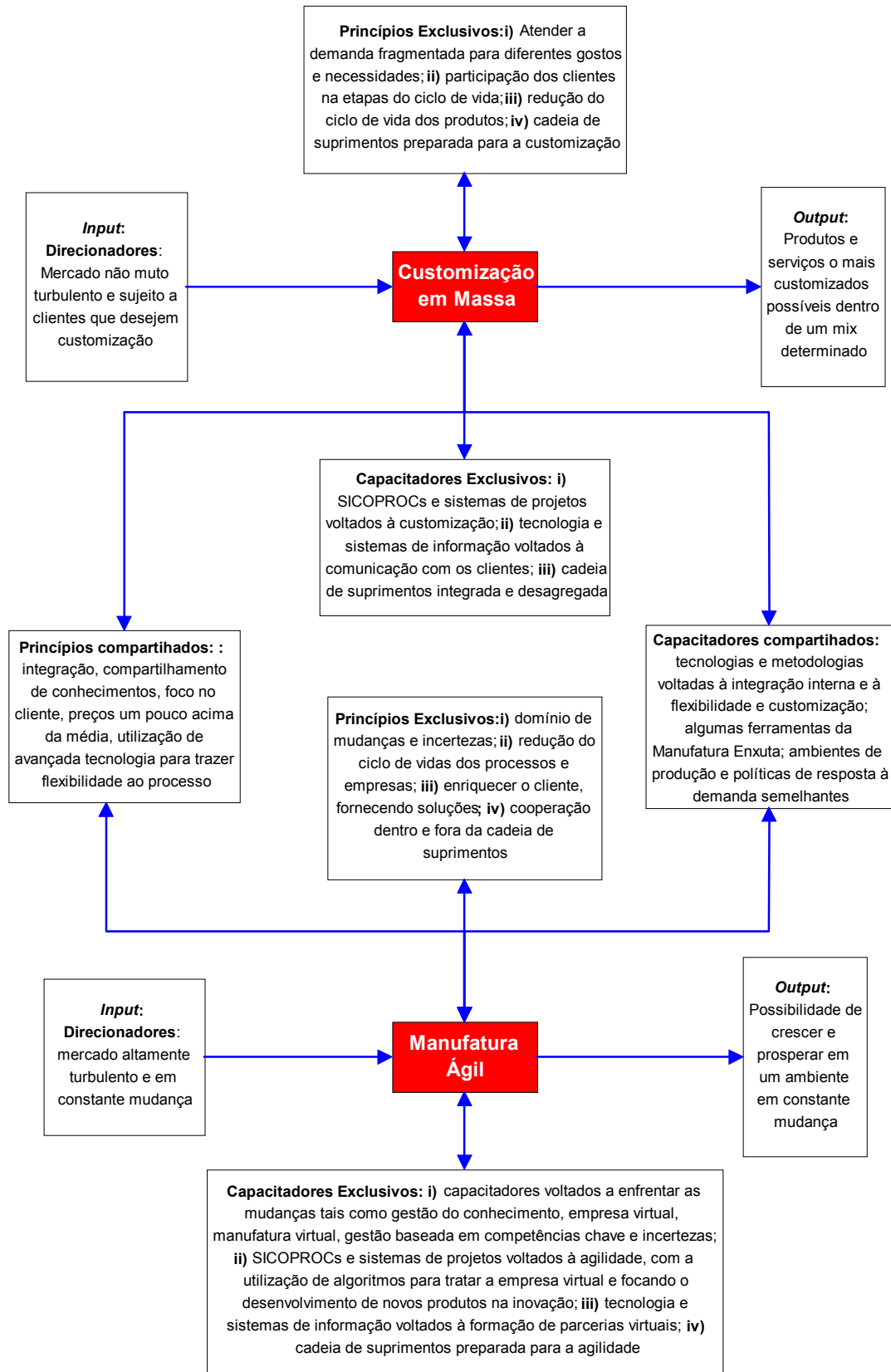


Figura 7.2: A Customização em Massa e a Manufatura Ágil

Assim como nos capítulos anteriores sobre as Manufaturas Enxuta e Responsiva, vamos, para finalizar este capítulo, fornecer alguns exemplos citados por autores sobre a utilização da Manufatura Ágil e da Customização em Massa na prática. Referente à Manufatura Ágil, GORANSON (1999) cita a Sikorsky (empresa de aviação), a *Westhinghamhouse* (fornece produtos eletrônicos complexos) e a *Taligent* (fornece softwares e é formada pela associação de grandes empresas tais como a *IBM*, a *Apple* e a *Hewlett Packard*) como empresas ágeis. Já referente à Customização em Massa, PINE (1993) identifica três estágios com relação a implantação deste paradigma. Segundo este autor algumas empresas estão se movendo incrementalmente e lentamente para a Customização em Massa, uma vez que o mercado onde atuam ainda tem uma baixa, porém crescente turbulência. É o caso de empresas como a *Toyota* (automobilística), a *IBM Rochester* (computadores) e a *Bally Engineered Structures* (estruturas para outdoors, refrigeradores, etc.). Num segundo estágio de implantação da CM estão empresas que sofreram um aumento dramático de turbulência e necessitam urgentemente da CM. É o caso de empresas como a Divisão de *Pagers* da *Motorola*, da *SMH* (fabricante de relógios suíços) e da *Computers Products Inc.*(indústria de computadores). Um terceiro grupo de empresas que estão trabalhando com a CM são empresas que criaram novos negócios baseados na CM, como por exemplo a *Francé Télécom* (indústria de telecomunicações), a *Azimuth Corporation* (filme para produção de posteres, banners, etc..) e a *Personics Corporation* (fitas cassetes para música).

---

# **Capítulo 8: Uma metodologia para a identificação do PEGEM utilizado por determinada empresa industrial: proposta e aplicação no estudo de múltiplos casos na indústria de calçados**

---

## **8.1 Introdução**

Estudamos nos capítulos anteriores os principais PEGEMs que se apresentam nos dias atuais dentro da literatura de Gestão da Produção: Manufatura em Massa Atual, Manufatura Enxuta, Manufatura Responsiva, Customização em Massa e Manufatura Ágil. Porém diante desta diversidade de PEGEMs surgem algumas questões de extrema importância: Como identificar qual destes paradigmas está sendo utilizado em determinada empresa? Será que determinado setor industrial está utilizando um só PEGEM ou existe uma diversidade de paradigmas prevalecendo em tal setor?

O presente capítulo tem como objetivo exatamente contribuir para a resolução de tais questões por meio da proposta de uma metodologia que visa a identificação do PEGEM que uma empresa está utilizando. Tal proposta será validada através de sua utilização em um estudo de múltiplos casos na indústria de calçados brasileira. Verificaremos se neste setor industrial podem ser encontrados exemplos dos PEGEMs tratados nesta tese. Além disso a metodologia proposta serve também para avaliar e melhorar o grau de integração entre as estratégias e planos de ação na manufatura, integração esta bastante importante atualmente em Gestão da Produção (CORREA & GIANESI, 1996; SIPPER & BULFIN, 1997, dentre outros). A comprovação de que uma empresa utiliza em alto grau um PEGEM específico é sinal de que existe esta integração, caso contrário, a empresa pode estar sem foco estratégico.

A metodologia proposta formada por alguns passos e seus respectivos instrumentos de pesquisa os quais buscam a identificação da configuração de três pontos de extrema importância nas empresas: princípios, capacitadores (ambos advindos da própria definição de PEGEM) e áreas de decisão da produção. A partir do estudo da configuração destes três elementos nas empresas pode-se identificar qual PEGEM está sendo priorizada por determinada empresa.

A estrutura do capítulo é a seguinte: na seção 8.2 é apresentada a proposta propriamente dita, bem como o referencial teórico necessário; na seção 8.3 são apresentados estudos de casos em importantes empresas da indústria de calçados brasileira, nos quais a proposta é aplicada e portanto são identificados os PEGEM que cada uma destas empresas utiliza; na seção 8.4 são tecidas algumas considerações finais.

## **8.2 A metodologia proposta**

A metodologia proposta neste capítulo se baseia na identificação e análise comparativa de três elementos :

- os princípios que norteiam a administração na empresa;
- os capacitadores utilizados pela empresa;
- a configuração das áreas de decisão da produção.

A configuração geral da metodologia proposta é mostrada na figura 8.1. Como podemos notar, a proposta é formada por 4 etapas e metodologias a serem utilizadas nestas etapas. Cada um destes passos, bem como seus instrumentos de pesquisa são explicados nas subseções a seguir.

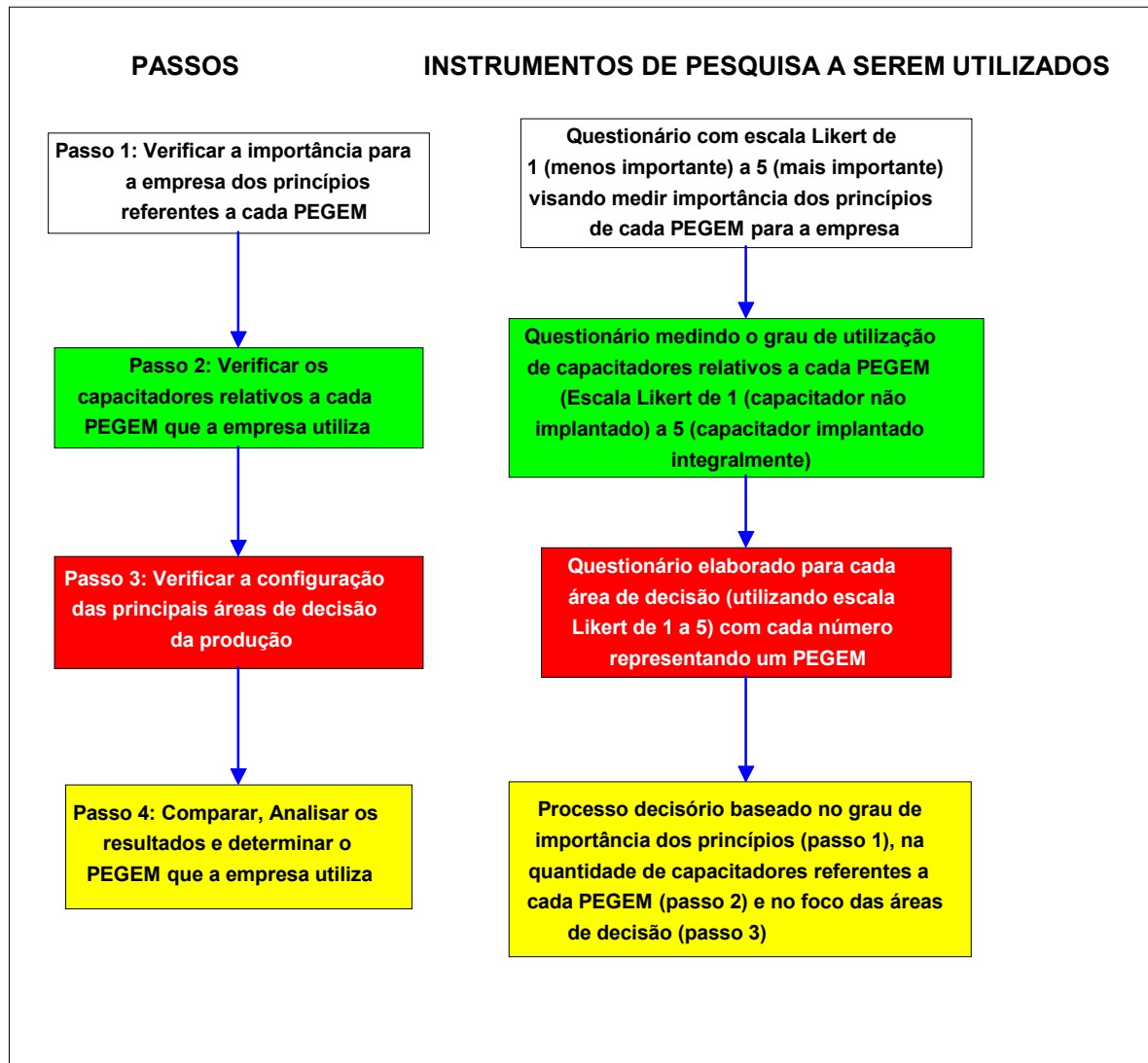


Figura 8.1: Resumo da metodologia para a identificação do PEGEM utilizado por uma empresa

### **PASSO 1: Verificar a importância para a empresa dos princípios referentes a cada PEGEM**

A intenção deste passo é determinar quais são os princípios importantes e seguidos pela empresa. Para isto foram extraídos os fundamentos básicos dos principais princípios de cada PEGEM, visando a verificação do grau de importância destes princípios para a empresa (os princípios de cada PEGEM foram retirados dos capítulos anteriores). Relativo a este passo, a questão perguntada ao entrevistado (alto funcionário, diretor ou gerente industrial, com a visão mais abrangente da empresa foi o profissional escolhido para responder as questões) neste passo foi: “Por favor, assinale a importância que cada fundamento abaixo tem dentro de sua organização”. A lista destes fundamentos, caracterizada com códigos de F1 até F38 é mostrada na tabela 8.1, divididos de acordo com o PEGEM correspondente. Esta divisão foi feita basicamente a partir dos princípios

exclusivos de cada PEGEM, mostrados no capítulo 2. Porém no caso específico da Manufatura Enxuta, notamos que existem poucos princípios exclusivos; portanto para este paradigma escolhemos alguns outros princípios que, apesar de não serem exclusivos, ajudam a identificar a Manufatura Enxuta, como por exemplo o gerenciamento visual voltado à qualidade. Isto traz conseqüências na análise a ser realizada na seção 8.2.5 (nesta seção explicamos estas conseqüências). Para avaliar a importância de cada princípio para a empresa, os respondentes indicaram em uma escala Likert de importância de 1 (menos importante) a 5 (mais importante) a importância para a empresa de cada princípio. Esta metodologia é bastante utilizada em trabalhos em Gestão da Produção, como por exemplo: KATAYAMA & BENNETT (1999); SANCHEZ & PEREZ (2001); LEWIS (2000); dentre outros.

Tabela 8.1: Lista de fundamentos extraídos dos princípios dos PEGEMs e utilizados no passo 1 da metodologia

<b>FUNDAMENTOS RELATIVOS AOS PRINCÍPIOS DA MANUFATURA EM MASSA ATUAL</b>
F1: Especialização do trabalho
F2: A empresa direciona seus esforços para as classes sociais menos favorecidas, visando reduzir preços e atender especificamente este segmento
F3: Os produtos da empresa são padronizados, com nenhuma diversidade
F4: A empresa usa conscientemente altos estoques de segurança de matérias primas ou até mesmo estoques entre os processos para evitar que as máquinas parem e ocorram perdas de produtividade
<b>FUNDAMENTOS RELATIVOS AOS PRINCÍPIOS DA MANUFATURA ENXUTA</b>
F5: A empresa busca a qualidade dos seus produtos a principal fonte de vantagens competitivas
F6: A empresa busca alta diferenciação, com pouca diversidade
F7: Combate total aos desperdícios: estoques, espera, superprodução, transporte, movimentação, defeitos, deficiências no processo.
F8: Filosofia <i>just in time</i>
F9: A atividades de melhoria contínua são vistas como vitais por todos na empresa
F10: Busca do zero defeito a qualquer custo
F11: A produção deve parar ao menor sinal de defeito e as causas devem ser buscadas, analisadas e corrigidas
F12: Gerenciamento Visual voltado à qualidade
<b>FUNDAMENTOS RELATIVOS AOS PRINCÍPIOS DA MANUFATURA RESPONSIVA</b>
F13: A empresa tem na rapidez e na pontualidade do atendimento dos pedidos dos clientes a principal fonte de vantagens competitivas
F14: A empresa busca fornecer aos clientes ampla diversidade de produtos
F15: A empresa direciona seus esforços para os clientes sensíveis ao tempo, ou seja, aqueles clientes que estão dispostos a pagar mais por maior velocidade e pontualidade
F16: A empresa é extremamente inovadora, estabelecendo o ritmo da inovação em seu setor industrial
F17: Todos na empresa e na cadeia de valor estão imbuídos em esforços de integração e redução de tempos
F18: A programação da produção é sincronizada em toda a cadeia de suprimentos
F19: A empresa foca bastante a utilização de SICOPROCs responsivos
F20: A empresa foca a utilização de sistemas de programação com capacidade finita
<b>FUNDAMENTOS RELATIVOS AOS PRINCÍPIOS DA CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA</b>
F21: A empresa tem na customabilidade, ou seja, “na habilidade de fornecer ao cliente exatamente o que ele quer” e no uso intensivo de tecnologia e sistemas de informação a principal fonte de vantagens competitivas.
F22: Devido a uma grande customabilidade, os preços cobrados pela empresa estão acima dos concorrentes.
F23: A empresa usa intensivamente novas tecnologias e sistemas de informação (por exemplo: EDI, internet, etc.), focando estas tecnologias no contato com o cliente.
F24: A empresa direciona sua área de desenvolvimento de produtos à customização de produtos aos clientes
F25: Existe uma rede de fornecedores próxima a empresa e que constantemente trocam informações entre si.
F26: O desenvolvimento dos produtos é feito com a colaboração dos fornecedores.
F27: O cliente participa nas etapas do ciclo de vida do produto (mostrar os sete níveis de participação do cliente de DA SILVEIRA <i>et al</i> (2001)
F28: Ferramentas de comunicação entre o cliente e a empresa são de extrema importância para a empresa; para tal são oferecidos catálogos de opções para os clientes, as informações sobre a escolha do cliente são armazenadas em um banco de dados específico, etc...
F29: A empresa utiliza bastante módulos padrões com a finalidade de atingir a customização pela combinação ou modificação destes módulos .
F30: Os ganhos de escala na empresa são conseguidos através da economia de escopo, ou seja, um mesmo equipamento é capaz de produzir uma variedade de produtos com um custo menor do que se estes produtos fossem produzidos separadamente em diversas máquinas.

Tabela 8.1: Lista de fundamentos extraídos dos princípios dos PEGEMs e utilizados no passo 1 da metodologia (continuação)

FUNDAMENTOS RELATIVOS AOS PRINCÍPIOS DA MANUFATURA ÁGIL
F31: A empresa tem na agilidade, ou seja, “na habilidade de lidar, responder e tirar vantagens das mudanças, sejam elas constantes ou inesperadas” e no uso intensivo de tecnologia e sistemas de informação a principal fonte de vantagens competitivas
F32: Existe na empresa um forte comprometimento social e ambiental, com a existência de diversos programas nestas áreas.
F33: A empresa usa intensivamente novas tecnologias e sistemas de informação (por exemplo: EDI, internet, etc.), principalmente focando estas tecnologias no desenvolvimento de parcerias virtuais.
F34: A empresa participa de parcerias virtuais momentâneas com outras empresas, desenvolvendo produtos inteiramente novos que não pertencem a sua habitual gama de produtos a fim de aproveitar uma oportunidade nova que o mercado está oferecendo
F35: A empresa se preocupa em “fornecer soluções” para seus clientes, soluções estas que se encontram muitas vezes na realização de parcerias virtuais com outras empresas
F36: Existe uma grande ênfase na cooperação dentro (entre funcionário) e principalmente fora da empresa (entre empresas)
F37: A capacidade de reconfiguração (mudar de foco, diversidade, nicho) é tida como vital na empresa
F38: A área de desenvolvimento de produtos é direcionada para a criação de novos produtos, produtos estes, na maioria das vezes, totalmente fora da gama de produtos da empresa

Algumas observações sobre este passo da metodologia são importantes:

i) Para evitar tendências, a divisão dos princípios entre os diversos tipos de PEGEMs não foi explicitada ao entrevistado;

ii) O entrevistado pode entender que um fundamento é importante para a organização, assinalando um 5 por exemplo, porém este fundamento nem sequer é cogitado na empresa; para evitar este risco, explicou-se ao entrevistado que a importância dos fundamentos estão relacionados à sua aplicabilidade e utilização na empresa.

Estas observações também são válidas para o passo 2 de nossa metodologia).

### **PASSO 2: Verificar os capacitadores relativos a cada PEGEM que a empresa utiliza**

No segundo passo de nossa metodologia, objetivamos avaliar a utilização dos capacitadores (metodologias, ferramentas e tecnologias) relativas a cada PEGEM que a empresa utiliza. Para isso utilizamos uma escala Likert de cinco pontos (1 = não utilização/desconhecimento do capacitador, 2 = estágio de conhecimento e avaliação para implantação do capacitador, 3 = em implantação, 4 = capacitador implantado recentemente, 5 = capacitador implantado integralmente, ou seja, já reconhecidamente trazendo benefícios para a empresa). A utilização de escalas deste tipo para a avaliação do grau de implantação de metodologias e ferramentas em empresas é utilizada em um grande número de trabalhos de Gestão da Produção, como por exemplo PANIZZOLO (1998) e SHAH & WARD (2002).

Neste passo de nossa metodologia a questão colocada ao entrevistado (como no passo anterior, o profissional da empresa escolhido para responder as questões foi um funcionário de alto escalão, como um diretor ou gerente industrial, com a visão mais abrangente possível da empresa) foi “Por favor, identifique o grau de aplicação na empresa



dos seguintes capacitadores (metodologias, ferramentas e tecnologias)”. A tabela 8.2 mostra todos os capacitadores exclusivos, como definidos no capítulo 2 (numerados seqüencialmente de C1 até C 39), relacionando estes com os PEGEM tratados nesta tese. Os capacitadores mostrados correspondem basicamente aos capacitadores exclusivos de cada PEGEM mostrados no capítulo 2. Vale a pena salientar que, de forma semelhante aos princípios, a Manufatura Enxuta não apresenta um número grande de capacitadores. Portanto exclusivamente para este paradigma escolhemos alguns capacitadores que, apesar de não exclusivos, são úteis para se identificar a Manufatura Enxuta; por exemplo o 5S . Isto traz conseqüências na análise a ser realizada na seção 8.2.5. A divisão dos capacitadores entre os diversos tipos de PEGEM não foi explicitada ao entrevistado.

Tabela 8.2: Capacitadores utilizados em nossa metodologia

<b>CAPACITADORES RELATIVOS À MANUFATURA EM MASSA ATUAL</b>
C1: Economia de escala
C2: Uso intensivo de máquinas especializadas
C3: Sistemas de produção em massa
C4: Roteiros estritamente fixos e inflexíveis
<b>CAPACITADORES RELATIVOS À MANUFATURA ENXUTA</b>
C5: Mapeamento do Fluxo do Valor
C6: Sistemas de produção repetitivos
C7: Trabalho em fluxo contínuo
C8: Ferramentas de troca rápida
C9: <i>Kaizen</i>
C10: Programas Zero Defeito/Seis sigma
C11: Ferramentas <i>Poka Yoke</i> (à prova de erros)
C12: 5S
C13: Cartazes, placas e medidas com objetivos e resultados referentes à qualidade
<b>CAPACITADORES RELATIVOS À MANUFATURA RESPONSIVA</b>
C14: Utilização de medidas de desempenho baseadas no tempo
C15: Escolha de fornecedores baseado no grau de atendimento de pedidos no prazo devido
C16: A empresa utiliza fortemente sistemas de informação, os quais se focam bastante na integração da empresa
C17: Metodologias para a redução do tempo de desenvolvimento de novos produtos: engenharia simultânea, DFMA, CAD, CAM
C18: Utilização de sistemas de produção basicamente semi repetitivos; sistemas repetitivos e não repetitivos também são possíveis
C19: Utilização de SICOPROCs responsivos: CONWIP H, PBC, OPT ou sistema de alocação de cargas por encomenda
C20: Utilização de sistemas de programação com capacidade finita voltados a redução dos <i>lead times</i> e obtenção de pontualidade nas entregas
<b>CAPACITADORES RELATIVOS À CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA</b>
C21: Rede de informações entre fornecedores, e entre a empresa e fornecedores, com utilização de EDI, internet, dentre outros
C22: Ampla participação dos fornecedores e dos clientes no desenvolvimento de produtos
C23: Manutenção de banco de dados sobre projetos passados
C24: Modelagens de família de produtos como uma forma de balancear o nível de variedade que os clientes acham atrativo com o nível de complexidade que ainda permitem custos aceitáveis
C25: EDI, internet, voltados ao estabelecimento de contato com clientes
<b>CAPACITADORES RELATIVOS À MANUFATURA ÁGIL</b>
C26: Empresa virtual
C27: Manufatura virtual
C28: Integração da cadeia de suprimentos, chegando as empresas a verificar estoques e programação dos seus fornecedores, inclusive colocando pedidos
C29: Amplo desenvolvimento de competências chave, as quais possibilitem a empresa entrar em uma ampla variedade de mercados
C30: Gestão baseada na incerteza e na mudança, isto é, cultura da empresa não é baseada em valores e práticas tradicionais
C31: Gestão baseada no conhecimento, ou seja, a empresa entende que o conhecimento e a informação são os verdadeiros diferenciais; na prática utiliza sistemas especialistas e enfatiza o “conhecimento dinâmico”
C32: Tecnologias de informação para estabelecimento de parcerias virtuais tipo internet, EDI, comércio eletrônico
C33: Sistemas de projeto auxiliados por prototipação rápida
C34: Sistemas de planejamento e controle da produção auxiliados por algoritmos que sustentem a empresa virtual
C35: Inteligência Artificial (redes neurais, lógica difusa, algoritmos genéticos)
C36: Novas tecnologias de informação como programação orientada a objetos e multimídia

### **PASSO 3: Verificar a configuração das principais áreas de decisão da produção**

O estudo da configuração das principais áreas de decisão da manufatura é o terceiro passo de nossa metodologia para a identificação do PEGEM que uma empresa utiliza. A razão pela qual verificamos a configuração das áreas de decisão da manufatura para a identificação do PEGEM é que estas áreas de decisão são parte vital da estratégia de manufatura de uma empresa. Para SKINNER (1985) uma estratégia da produção deve estabelecer a direção geral para cada uma das principais áreas de decisão da produção; portanto estas áreas devem estar relacionadas à priorização dos objetivos de desempenho. Se cada PEGEM prioriza determinados objetivos de desempenho, investigar as áreas de decisão da produção é um caminho para desvendarmos o PEGEM que a empresa utiliza.

WHEELWRIGHT (1984) foi o primeiro autor a se preocupar com as áreas de decisão da produção dentro da formulação de uma estratégia de manufatura. Este mesmo autor dividiu estas áreas em oito, a saber: instalações industriais, tecnologia, integração vertical, recursos humanos, organização, capacidade industrial, planejamento e controle da produção e de materiais e por último gestão da qualidade. Acrescentamos a estas áreas outras quatro, baseados em SLACK *et al* (1997) e em CORREA & GIANESI (1996): gestão de novos produtos, relacionamento com os fornecedores, estoques, e sistemas de planejamento e controle da produção (estes dois últimos substituindo o planejamento e controle da produção e de materiais). Nesta tese denominamos a área de decisão planejamento e controle da produção somente como Controle da Produção. Portanto, para os fins deste trabalho, as áreas de decisão da produção são onze e subdivididas em três: decisões que influenciam o projeto, decisões que influenciam o planejamento e o controle e decisões que influenciam a melhoria. Todas estas áreas são definidas a seguir.

**a) Decisões que influenciam o projeto:** São as decisões que definem a forma física da produção e de seus produtos e serviços. São elas:

- Instalações: Estas decisões se referem à localização geográfica da indústria, ao seu tamanho, *mix* de produtos, volumes de produção, arranjo físico e grau de especialização de seus recursos produtivos, além das políticas de manutenção a serem utilizadas.
- Tecnologia: Está relacionada aos equipamentos a serem utilizados e ao grau de automação, flexibilidade e versatilidade destes.
- Integração Vertical: Estas decisões se referem ao que a empresa irá produzir internamente e ao que ela irá comprar dos fornecedores.

- Organização: Estas decisões estão relacionadas à estrutura organizacional, aos níveis hierárquicos, à organização do trabalho nas empresas, ao nível de centralização, estilos de liderança e processos de tomada de decisão tomadas na indústria.
- Gestão de Novos Produtos: Estas decisões dizem respeito ao foco dado ao desenvolvimento de novos produtos e aos métodos que garantam uma frequência e rapidez adequada na introdução de novos produtos.
- Força de trabalho: São as decisões referentes aos níveis de especialização necessários, as políticas salariais, planos de carreira, contratações, promoções, dispensas e outras questões ligadas aos recursos humanos.

**b) Decisões que influenciam o Planejamento e o Controle:** Estas decisões definem como a operação realmente atuará na prática. São elas:

- Capacidade: esta decisão está relacionada a como a produção deve prever e monitorar a demanda de seus produtos e como ajustar os níveis de atividade em resposta às flutuações de demanda.
- Relacionamento com Fornecedores: esta decisão é referente a escolha, relacionamento e monitoramento dos fornecedores. Basicamente existem duas abordagens: a competitiva, a qual recomenda múltiplas fontes fornecedoras de tal forma que haja uma competição entre elas e a cooperativa, a qual recomenda desenvolver um relacionamento de longo prazo com um número pequeno de fornecedores baseado na dependência e na confiança mútua.
- Estoques: Está relacionado às decisões de quanto estoque ter, onde localizá-lo e em que etapa do processo. No capítulo 3 desta tese já discutimos as principais políticas de resposta à demanda e conseqüentemente de formação de estoques: *make to stock*, *assembly to order*, *make to order* (1 e 2) e *engineering to order*.
- Controle da Produção: já tratamos deste tema no capítulo 3 desta tese. Basicamente está relacionado a escolha do Sistema de Coordenação de Ordens de Produção e Compra (SICOPROCs) e de sistemas de programação com capacidade finita. Estas escolhas estão diretamente relacionadas a diversas questões, dentre elas ao nível de repetitividade do sistema de produção das unidades produtivas da empresa em questão. No capítulo 3 estas questões foram bastante discutidas.

**c) Decisões que influenciam a melhoria:** É formada por uma área:

- Gestão da Qualidade: Está relacionada às decisões de quais os mecanismos de prevenção de falhas utilizar, os padrões e formas de controle da qualidade dos produtos e processos, utilização de ferramentas, programas de treinamento a serem instituídos, dentre outras questões de qualidade.

Para a identificação da configuração nas empresas de cada uma das áreas de decisão mostradas acima, utilizou-se uma escala de 5 pontos, a qual apresenta cinco possíveis configurações para as áreas de decisão, cada uma destas configurações relacionadas a um PEGEM específico, a saber: 1 = Manufatura em Massa; 2 = Manufatura Enxuta; 3 = Manufatura Responsiva, 4 = Customização em Massa e 5 = Manufatura Ágil. Acrescentamos uma categoria (6 = nenhuma das anteriores) para quando a configuração da área de decisão da empresa não está relacionado especificamente a nenhuma das descrições. Este relacionamento entre configurações e PEGEMs não foi mostrado ao entrevistado (como nos passos anteriores uma pessoa de alto escalão da empresa, com visão sistêmica da mesma) para evitar tendências. A pergunta feita ao entrevistado neste passo de nossa metodologia foi: “ Por favor, identifique na escala abaixo a frase que melhor representa a configuração para cada uma das áreas de decisão de sua empresa”. A tabela 8.3 mostra as frases utilizadas na pesquisa com as possíveis configurações para cada área de decisão e seus relacionamentos com os PEGEMs (números). Estas possíveis configurações foram extraídas dos princípios e capacitadores relativos aos 5 PEGEMs tratados nesta tese e já discutidos em capítulos anteriores.

Tabela 8.3: Possíveis configurações das áreas de decisão da produção

<b>ÁREA DE DECISÃO: INSTALAÇÕES</b>
(1) A empresa tem no <i>lay out</i> por produto seu principal tipo de arranjo físico, sendo que o balanceamento da linha de produção é uma preocupação constante
(2) A empresa apresenta o <i>layout</i> por produto e linhas de produção/montagem, porém devido a um certo grau de diferenciação dos produtos, o <i>layout</i> celular (padrão de fluxo <i>flow shop</i> ) também é utilizado
(3) A empresa utiliza o <i>layout</i> por produto, linhas de produção/montagem e <i>lay out</i> celular com padrões de fluxo <i>flow shop</i> (preferencialmente) e <i>job shop</i> ; o <i>lay out</i> funcional somente é utilizado onde não foi possível a utilização do <i>lay out</i> celular
(4) Devido a uma altíssima variedade de produtos, o <i>layout</i> funcional se torna necessário; porém os <i>layouts</i> por produto, celular e linhas de fabricação/montagem continuam a existir sempre que possível; na medida do possível as instalações utilizam alta tecnologia a fim de tornar o processo produtivo mais flexível (alimentador de partes flexíveis, ferramentas de troca rápida, robôs, etc.); alta utilização de módulos padrões
(5) Idem ao item 4, porém neste caso as instalações suportam mudanças totais na linha de produtos (produtos diferentes dos costumeiramente produzidos pela empresa), enquanto que no item 4 as instalações suportam altíssima flexibilidade dentro de uma gama de opções predeterminada pela empresa
(6) nenhuma das anteriores
<b>ÁREA DE DECISÃO: TECNOLOGIA</b>
(1) A empresa utiliza a tecnologia em prol de uma alta produtividade, com sistemas e máquinas grandes e dedicadas
(2) A empresa foca a tecnologia de processo na redução dos tempos de troca entre máquinas, reduções do tamanho de lote e estabelecimento de fluxo contínuo entre máquinas, além de focar também tecnologias no combate aos refugos no processo (ferramentas poka yoke, etc.); além disso há uma ênfase em máquinas menores e mais flexíveis
(3) Idem ao item 2, com a única diferença de que existe uma preocupação na escolha de tecnologias que forneçam maior rapidez e flexibilidade na produção e respostas mais rápidas na tomada de decisão (como correios internos e intranet), desenvolvimento mais rápido de produtos (engenharia simultânea, CAD/CAM, etc.) e variedade.
(4) Alta utilização de tecnologias de flexibilização no processo produtivo (robôs, ferramentas de troca rápida, etc.); tecnologias de informação visando estabelecimento de contato com clientes a fim de estabelecer nível de customização dos produtos (internet, correio eletrônico, etc.) e tecnologias para desenvolvimento rápido de novos produtos (CAD/CAM, banco de projetos, etc.)
(5) Alta utilização de tecnologias de flexibilização do processo produtivo; alta utilização de tecnologias de informação como internet, EDI, correios internos, a fim de dar suporte a empresas virtuais, além da utilização de tecnologias de prototipação rápida, CAD/CAM e engenharia simultânea para rápido e flexível desenvolvimento e lançamento de novos produtos. A diferença entre este item e o anterior está na utilização da tecnologia de informação (no item quatro esta tecnologia é usada para contatos com clientes e fornecedores, enquanto que neste item esta tecnologia é utilizada prioritariamente para formação de parcerias virtuais)
(6) nenhuma das anteriores
<b>ÁREA DE DECISÃO: INTEGRAÇÃO VERTICAL</b>
(1) A empresa, para tomar decisões sobre o grau de verticalização, toma como principal medida os custos envolvidos
(2) A empresa, no momento em que toma a decisão sobre o grau de verticalização, apesar de se preocupar com os custos, tem, no impacto que este nível de verticalização causa no nível de qualidade dos produtos, sua principal fonte decisória; em outras palavras, a decisão quanto ao grau de verticalização é definida principalmente com relação a qualidade dos produtos
(3) A empresa, para tomar decisões sobre o grau de verticalização, apesar de se preocupar com os custos e a qualidade, tem como principal parâmetro decisório a velocidade e pontualidade no fornecimento dos produtos
(4) O principal parâmetro decisório referente ao grau de verticalização é a flexibilidade no fornecimento
(5) O principal parâmetro decisório referente ao grau de verticalização é a capacidade de lidar com mudanças dos seus fornecedores, além de sua disponibilidade em participar de parcerias
(6) nenhuma das anteriores
<b>ÁREA DE DECISÃO: ORGANIZAÇÃO</b>
(1) A organização e as tomadas de decisão estão extremamente comprometidas com aumentos de produtividade e reduções de custos
(2) A organização e as tomadas de decisão estão extremamente comprometidas com a qualidade
(3) A organização e as tomadas de decisão estão extremamente comprometidas com a velocidade no atendimento aos clientes, com o cumprimento dos prazos estipulados e com a variedade
(4) A organização e as tomadas de decisão estão extremamente voltadas a produção customizada, porém também existe uma grande preocupação com os custos, os quais devem ser mantidos a um nível aceitável apesar da customização
(5) A organização e as tomadas de decisão estão extremamente voltadas para a captação de novas oportunidades de negócio e a transformação destas oportunidades em novos produtos
(6) nenhuma das anteriores
<b>ÁREA DE DECISÃO: GESTÃO DE NOVOS PRODUTOS</b>
(1) A empresa foca sua área de novos produtos no redesenho de produtos visando a redução de custos de produção e aumentos de produtividade
(2) A empresa foca sua área de novos produtos na eliminação de etapas desnecessárias na produção, melhoria de aparência dos produtos e a correção dos produtos no tocante a defeitos de fabricação
(3) A empresa foca sua área de novos produtos na redução do <i>time-to-market</i> (tempo de lançamento dos novos produtos ao mercado) ; existe também uma preocupação no lançamento rápido de grande quantidade de novos produtos no mercado
(4) A empresa foca sua área de novos produtos no projeto de produtos customizados
(5) A empresa foca sua área de desenvolvimento de novos produtos no projeto de novos modelos que atendam a novas condições do mercado ou até mesmo que atendam a mercados totalmente novos.
(6) nenhuma das anteriores

Tabela 8.3: Possíveis configurações das áreas de decisão da produção (continuação)

<b>ÁREA DE DECISÃO: FORÇA DE TRABALHO</b>
(1) Pessoal especializado, comprometido com a diminuição de custos
(2) Pessoal multi habilitado, treinado, trabalhando em equipes e comprometido com programas de qualidade do tipo TQM, <i>kaizen</i> , 5S, etc..
(3) Pessoal multi habilitado, treinado, trabalhando em equipes e comprometido com programas de redução do tempo de ciclo e atendimento de prazos de clientes
(4) Pessoal multi habilitado, treinado, trabalhando em equipes e comprometido a oferecer produtos customizados aos clientes e aumentar flexibilidade no processo, sem se esquecer de um grande comprometimento com a redução de custos, os quais não podem crescer exageradamente como resultado da customização
(5) Pessoal multi habilitado, treinado, trabalhando em equipes e comprometido a oferecer “soluções” aos clientes; a inovação é extremamente importante
(6) nenhuma das anteriores
<b>ÁREA DE DECISÃO: CAPACIDADE</b>
(1) A empresa entende que a alta utilização da capacidade e dos recursos produtivos é vital; é dada ênfase em economias de escala; é baixíssima a capacidade de alocar alterações na demanda; a política alternativa de capacidade mais utilizada é a política da capacidade constante; as decisões sobre capacidade são simples, uma vez que os produtos são padronizados
(2) A empresa entende que a utilização de capacidade não é vital, ela depende dos requisitos do cliente uma vez que a produção é puxada; a política alternativa de capacidade mais utilizada é a política de acompanhamento da demanda
(3) A empresa entende que a alta utilização de capacidade prejudica a velocidade no atendimento e a pontualidade na entrega (para HUA & BANERJEE, 2001: “o congestionamento no processo aumenta com o aumento de utilização da capacidade”); portanto a empresa deixa capacidade excedente com a finalidade de fornecer maior velocidade e pontualidade
(4) A capacidade é altamente flexível para atender a mudanças no <i>mix</i> de produtos
(5) Decisões sobre capacidade são extremamente difíceis, uma vez que produtos totalmente novos são lançados; portanto novos produtos são considerados no planejamento de capacidade
(6) nenhuma das anteriores
<b>ÁREA DE DECISÃO: RELACIONAMENTO COM FORNECEDORES</b>
(1) A empresa enfatiza a abordagem competitiva entre fornecedores, visando diminuição de custos dos componentes comprados
(2) A empresa enfatiza uma abordagem cooperativa com fornecedores, visando melhorias de padrões de qualidade
(3) Ambas as abordagens existem na empresa, porém o objetivo requerido dos fornecedores são entregas rápidas e confiáveis
(4) A empresa enfatiza a abordagem cooperativa com os fornecedores os quais devem se adaptar rapidamente as mudanças do <i>mix</i> de produção; além disso existem redes de comunicação entre a empresa e os fornecedores e entre os próprios fornecedores e participação ativa dos fornecedores no projeto de novos produtos
(5) A ênfase é total na abordagem cooperativa; esta cooperação não é restrita somente aos fornecedores mas também a outras empresas, as quais são entendidas como parceiros virtuais em potencial
(6) nenhuma das anteriores
<b>ÁREA DE DECISÃO: ESTOQUES</b>
(1) A empresa tem na política <i>make to stock</i> (produzir para estoque) sua principal política de estoques, existindo portanto altos níveis de estoque de produtos acabados
(2) Ênfase na redução dos estoques desnecessários e em sistemas JIT; apesar disso a política <i>make to stock</i> ainda é preponderante, existindo políticas <i>make to order</i> 1 e <i>assembly to order</i> na tentativa de redução dos estoques.
(3) Devido a uma grande variedade de produtos, a política <i>make to stock</i> se torna difícil; portanto sobressaem as políticas <i>assembly to order</i> e <i>make to order</i> (1 e / ou 2)
(4) As políticas <i>make to order</i> e <i>engineering to order</i> são preponderantes devido à altíssima necessidade de customização dos produtos
(5) As políticas <i>make to order</i> e <i>engineering to order</i> também são preponderantes; a diferença com relação ao item anterior é que, com relação ao <i>engineering to order</i> , as variações de projeto são muito maiores que no caso anterior.
(6) nenhuma das anteriores
<b>ÁREA DE DECISÃO: CONTROLE DA PRODUÇÃO</b>
(1) A empresa utiliza SICOPROCs simples, como por exemplo planilhas, para controlar sistemas contínuos ou de produção em massa
(2) A empresa utiliza sistemas de fluxo contínuo (programação de taxas de produção), e o sistema <i>kanban</i> onde não é possível o fluxo contínuo
(3) A empresa entende que os SICOPROCs são o ponto vital para a empresa. Portanto utiliza SICOPROCs responsivos: CONWIP H (em ambientes repetitivos), PBC ou OPT (em ambientes semi repetitivos) ou sistema de alocação de carga por encomenda (em ambientes não repetitivos); utiliza também sistemas de programação da produção com capacidade finita com o intuito de melhorar a velocidade e pontualidade das entregas
(4) A empresa trabalha em ambientes semi repetitivos, não repetitivos e grande projeto; portanto se utiliza dos SICOPROCs adequados a estes ambientes: PBC ou OPT (ambientes semi repetitivos), MRP ou sistema de alocação de cargas sob encomenda (ambientes não repetitivos) e PERT/CPM (ambientes grande projetos).
(5) Idem ao item anterior com o diferencial de que a empresa dispõe de uma estrutura de controle dinâmico e flexível para lidar e reagir a incertezas do mercado; estrutura de programação da produção e algoritmos que trabalhem com incertezas na produção em uma empresa virtual e dispõem de sistemas de modelagem da situação da produção e de sistemas de controle compatíveis com uma empresa virtual
(6) nenhuma das anteriores
<b>ÁREA DE DECISÃO: GESTÃO DA QUALIDADE</b>
(1) A empresa entende que existe um nível de conformidade ótimo (nem sempre é o zero defeito) e enfatiza inspeções de qualidade e controle de defeitos na saída do processo
(2) A empresa entende que o nível de conformidade ótima é o zero defeito e não mede esforços para alcançá-lo; ênfase em programas TQM, ISO, seis sigma e <i>kaizen</i> , além do uso de ferramentas estatísticas
(3) A empresa tem um alto foco na gestão da qualidade até os níveis em que ela passa a prejudicar os esforços de velocidade e pontualidade dos processos
(4) A empresa tem um alto foco na gestão da qualidade até o momento em que ela passa a representar uma ameaça a flexibilidade e customabilidade de produção
(5) A empresa tem um alto foco na gestão da qualidade até o momento em que ela passa a representar uma ameaça ao lançamento de novos produtos
(6) nenhuma das anteriores

#### **PASSO 4: Comparar, Analisar os resultados e determinar o PEGEM que a empresa utiliza**

Neste passo os dados referentes aos três passos anteriores propostos por nossa metodologia devem ser comparados e analisados para que se possa determinar qual o PEGEM que a(s) empresa(s) pesquisada(s) estão mais próximas. Para realizar esta análise comparativa propomos o algoritmo mostrado na figura 8.2. A determinação do maior grau médio de importância se dá através da comparação das médias aritméticas simples dos resultados da verificação da importância dos fundamentos relativos a cada PEGEM (passo 1 da metodologia). Da mesma forma, a determinação do maior grau médio de utilização dos capacitadores é feita comparando-se os resultados médios da verificação da utilização dos capacitadores relativo a cada PEGEM específico (passo 2 da metodologia).

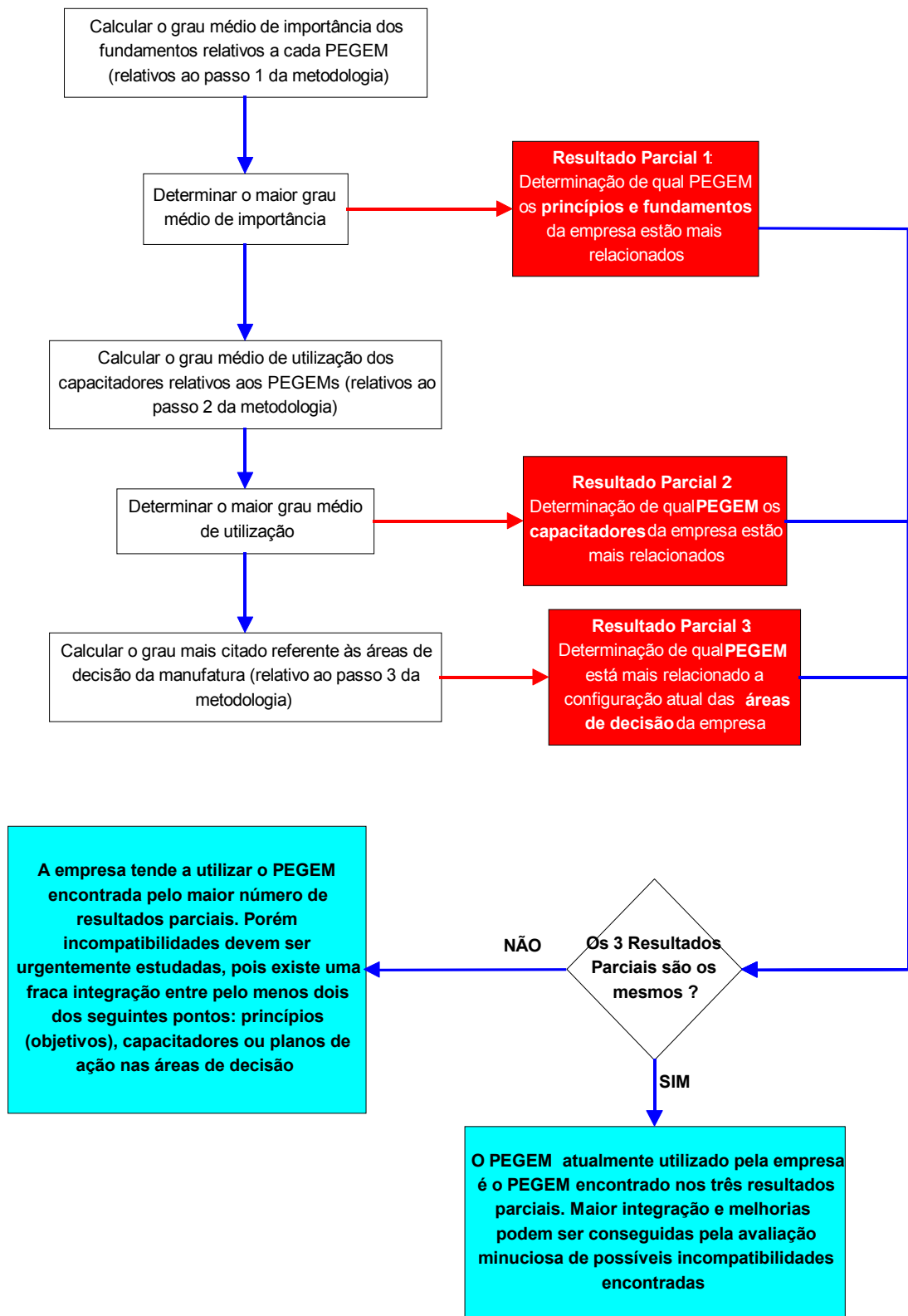


Figura 8.2: Algoritmo para análise dos resultados da metodologia de determinação do PEGEM



Como podemos notar na figura 8.2, cada um dos três passos iniciais de nossa metodologia nos leva a um PEGEM específico. A estes três resultados iniciais chamaremos de resultados parciais (são os *outputs* iniciais de nossa metodologia, representados por quadrados vermelhos), uma vez que estes representam apenas uma etapa intermediária no processo de identificação global do PEGEM que a empresa utiliza.

Neste ponto algumas recomendações são importantes. Com relação aos resultados parciais 1 e 2 (referente aos princípios e capacitadores) não basta verificar com qual PEGEM os princípios e capacitadores da empresa mais se relacionam. É também importante que este relacionamento seja verificado por um valor de médio para alto (acima de 3,5 pelo menos) nos graus de importância médio dos princípios e no grau de utilização médio dos capacitadores. Já com relação às áreas de decisão, a maior parte destas deve necessariamente ter relacionamento com um PEGEM específico.

A partir dos três resultados parciais o algoritmo de análise nos leva a uma questão crucial, a qual definirá o resultado final de nossa metodologia. Esta questão é a seguinte: “Os três resultados parciais são os mesmos ?” Caso esta resposta seja afirmativa, então o PEGEM atualmente utilizado na empresa é o PEGEM encontrado nos três resultados parciais encontrados anteriormente. Neste caso melhorias no grau de interação entre objetivos (representados pelos princípios, no passo 1) e ações (representado pelos capacitadores utilizados e pela configuração das áreas decisórias) podem ainda ser melhorados pela análise minuciosa de possíveis incompatibilidades encontradas. Caso a resposta seja negativa, concluímos que a empresa tende a utilizar o PEGEM encontrado pelo maior número de resultados parciais; porém acreditamos que pelo menos uma das seguintes áreas (princípios, capacitadores ou configuração das áreas decisórias) encontra-se em total desacordo com as outras áreas. Em outras palavras tem-se uma falta de integração entre os objetivos e as ações nesta empresa. Entendemos que esta carência precisa ser corrigida, uma vez que a integração entre estratégia e ação e entre as áreas da empresa é vista atualmente como vital para o sucesso competitivo das empresas (RUMMLER & BRACHE, 1994; PIRES, 1995; CORREA & GIANESI, 1996; SIPPER & BULFIN, 1997; dentre muitos outros). Também se forem encontrados graus muito baixo (nas análises parciais 1 e 2) com relação ao PEGEM mais adequado ou mais áreas de decisão não voltadas especificamente a nenhum PEGEM, temos um problema na empresa, pois acreditamos que a empresa esteja sem foco estratégico, uma vez que não está se focando em objetivos estratégicos específicos, representado pelos PEGEMs. Urge nestes casos uma revisão das causas desta falta de foco estratégico e então o correto posicionamento da

empresa em um dos PEGEMs tratados nesta tese. Em outras palavras, entendemos que a empresa precisa se focar em alguns objetivos estratégicos específicos.

Uma última observação deve ser feita com relação ao nosso algoritmo: como nos passos 1 e 2 da metodologia (relativo aos princípios e capacitadores) foram utilizados alguns princípios e capacitadores não exclusivos para identificar a Manufatura Enxuta, é possível que uma empresa apresente resultados parciais (relativo a estes dois passos) com valores altos simultaneamente para Manufatura Enxuta e também para outro paradigma mais recente (Manufatura Responsiva, Customização em Massa ou Manufatura Ágil). Nestes casos, entendemos que a ME está facilitando a implantação deste outro paradigma mais recente uma vez que a ME é o PEGEM que apresenta o menor número de *trade offs*, por focar a qualidade. Esta constatação está de acordo com alguns autores, dentre eles SHARP *et al* (1999), o qual considera a ME um suporte para outros paradigmas estratégicos de gestão. Portanto nestes casos devemos considerar como resultado da análise parcial que a empresa está se reestruturando da ME em direção ao outro PEGEM.

Nos estudos de caso mostrados na próxima seção este algoritmo de análise proposto, bem como toda a metodologia, poderá ser melhor compreendida.

## **8.3 Aplicação da metodologia: um estudo de múltiplos casos**

### **8.3.1 Introdução**

Para ilustrar e validar nossa metodologia, bem como conhecer melhor os PEGEMs utilizados no setor industrial de calçados, procedeu-se a aplicação de um estudo de múltiplos casos neste setor. A escolha da amostra deu-se de forma a tentar buscar exemplos dos cinco PEGEMs tratados nesta tese, ou seja, a amostragem foi do tipo proposital. De acordo com Patton (1990) *apud* PACHECO (1999) este tipo de amostragem tem como propósito selecionar casos ricos em informações para estudos em profundidade. No capítulo 1 desta tese mostramos um pouco mais a fundo os critérios utilizados para a escolha das empresas pesquisadas. O questionário 1 (mostrado no apêndice 1 desta tese) foi utilizado nesta pesquisa.

Para cada um dos casos pesquisados apresentamos os seguintes tópicos: i) apresentação da empresa; ii) os princípios priorizados pela empresa; iii) os capacitadores utilizados pela empresa; iv) a configuração das áreas de decisão da empresa; v) a análise dos resultados e a determinação do PEGEM que a empresa utiliza.

### **8.3.2 A Empresa A – Uma Manufatura em Massa Atual**

#### **Apresentação da empresa**

A empresa A é a empresa já utilizada no estudo de caso do capítulo 4. Neste capítulo a codificação também é empresa A.

#### **Os princípios priorizados pela empresa**

Com relação aos princípios que norteiam a empresa, foi identificado uma maior importância para os princípios relativos à MMA. A empresa trabalha com trabalhadores e máquinas especializadas; o diferencial declarado da empresa são os baixos preços, uma vez que a empresa conscientemente busca atender as classes menos favorecidas da população (principalmente as classes C, D e E, de acordo com o gerente industrial da empresa) e os produtos da empresa são padronizados. Com relação a esta padronização devemos salientar que apesar da empresa apresentar uma certa variedade, formada por 8 modelos de tênis e 8 modelos de sandálias (cada um destes modelos com 4 cores diferentes e 8 tamanhos), estes modelos são extremamente padronizados, havendo pequenas alterações de um modelo para o outro. Portanto o produto é padronizado com alguma diferenciação e não diversidade, nas palavras do capítulo 3. Este alto foco de importância dos princípios da MMA pode ser visto pela média de importância dos princípios, a qual resultou em 4,5.

Referente aos princípios enxutos, temos que o grau de importância média destes princípios é de 1,7. A empresa acredita que a qualidade seja um fator importante para o cliente, controlando a qualidade dos produtos nas saídas dos processos, além de como já salientamos, apresentar uma certa diversificação.

Com relação aos princípios dos outros paradigmas (MR, CM e MA) temos que o grau de importância é extremamente baixo: 1.

#### **Os capacitadores utilizados pela empresa**

Com relação à utilização dos capacitadores da MMA temos que o grau médio de utilização é de 4,0. Capacitadores como economia de escala, uso intensivo de máquinas e pessoal especializado são bastante utilizados na empresa. O ambiente de produção é do tipo produção em massa, com roteiros fixos e inflexíveis, uma vez que o grau de repetitividade do sistema de produção é muito alto. Além destes capacitadores, também o conhecimento

da literatura sobre a Manufatura em Massa é muito importante na busca por maior produtividade na empresa.

Referente a utilização de capacitadores enxutos temos que a média de respostas foi de 1,2, indicando um baixo nível de utilização de capacitadores enxutos. A utilização do trabalho em fluxo contínuo é o único capacitador enxuto utilizado pela empresa.

Com relação a utilização de capacitadores relativos aos outros três PEGEMs temos que o grau médio de respostas foi de 1; ou seja não se identificou nenhum relacionamento com os outros três PEGEMs.

### **A configuração das áreas de decisão da empresa**

Com relação às áreas de decisão da produção temos que 6 das 11 áreas têm configurações compatíveis com a MMA. É o caso das instalações, as quais apresentam o *lay out* por produto (uma linha de produção dedicada para tênis e outra para sandálias) com máquinas dedicadas e preocupação constante com o balanceamento de linha. A área tecnológica da empresa é totalmente focada no aumento de produtividade. A organização e as tomadas de decisão, de acordo com o próprio proprietário da empresa, focam mais a produtividade do que outros objetivos de desempenho. A área de novos produtos é focada no projeto de produtos que se encaixem perfeitamente no *lay out* e processos já existentes, de forma a não prejudicar a produtividade. O ciclo de vida médio dos produtos é de seis meses, sendo que todos os modelos mudam após este período, porém respeitando totalmente os processos já existentes. A força de trabalho é totalmente voltada ao aumento de produtividade e a área de qualidade é voltada para a realização de inspeções no final dos processos, inexistindo preocupações de melhoria contínua ou outras características de outros PEGEMs. Uma área da empresa está mais voltada à MR; é o caso da área de relacionamento com fornecedores, a qual foca a entrega de produtos no prazo (o que é uma característica da MR) e não na diminuição de custos. As outras quatro áreas não apresentaram características específicas de nenhum PEGEM: não existe política de integração vertical; a capacidade não é mantida constante ao longo do ano (ela acompanha a demanda) como se esperaria de um sistema com todas as características citadas; a política de estoques utilizada, diferentemente do que poderia esperar, é baseada quase que inteiramente na política *make to order 1*, ou seja, produz-se para pedido com estoques de matérias primas (no caso desta empresa seus estoques são extremamente altos) e a área de Controle da Produção, a qual apesar de utilizar o PBC (que como vimos é um SICOPROC bastante relacionado à responsividade) não apresenta grande foco nas atividades de

Controle da Produção (por exemplo utilização de sistemas de programação com capacidade finita).

### **A análise dos resultados e a determinação do PEGEM que a empresa utiliza**

Utilizando-se o algoritmo proposto na figura 8.2, vemos que todos os resultados parciais pormenorizados anteriormente levam à escolha da Manufatura em Massa Atual como sendo o PEGEM que a empresa A está mais relacionada. A tabela 8.4 resume este algoritmo.

Tabela 8.4: A análise decisória para a escolha do PEGEM utilizado pela empresa A

	Manufatura em Massa Atual	Manufatura Enxuta	Manufatura Responsiva	Customização em Massa	Manufatura Ágil	RESULTADOS PARCIAIS
Grau médio de importância dos princípios	4,5	1,7	1	1	1	Manufatura em Massa Atual
Grau médio de utilização dos capacitadores	4,0	1,2	1	1	1	Manufatura em Massa Atual
Número de áreas de decisão configuradas de acordo com cada PEGEM (*)	6	0	1	0	0	Manufatura em Massa Atual
<b>RESULTADO FINAL</b>	<b>A empresa utiliza o PEGEM Manufatura em Massa Atual, dado pelos três resultados parciais</b>					

(\*) a somatória do número de áreas de decisão não é onze, uma vez que existem 4 áreas que não estão configuradas exatamente de acordo com nenhum PEGEM específico

### **8.3.3 A Empresa B – Uma Manufatura Enxuta Típica**

#### **Apresentação da empresa**

A empresa B é uma empresa voltada à produção de vários tipos de calçados infantis: sapatos, papetes, sandálias, tênis e sapatos. A empresa está no mercado há mais de 10 anos. É uma empresa do tipo limitada, com capital inteiramente nacional. O número de trabalhadores nas 3 plantas da empresa é de 1470 funcionários, incluindo terceiros. O número de trabalhadores internos da produção é de 702 funcionários. A produção diária da empresa gira em torno de 20000 pares de calçados por dia.

#### **Os princípios priorizados pela empresa**

A aplicação da primeira parte do questionário na empresa visou identificar quais princípios relativos aos PEGEMs são utilizados na empresa. Com relação aos princípios da MMA obteve-se uma média de respostas de 2,2; ou seja, a importância dos princípios deste PEGEM é pequeno na empresa. Exemplos de fundamentos da MMA que tem pouca ou

nenhuma importância na empresa: i) a empresa não busca ganhos de escala; ii) os produtos não são muito padronizados (a empresa produz 26 modelos diferentes, cada um com 6 a 7 pequenas variações e cada variação com 6 a 7 cores diferentes); iii) a preocupação com a alta produtividade não é imprescindível na empresa.

Já com relação aos princípios da ME, a média de respostas foi de 4,2; ou seja, os princípios enxutos têm grande importância para a empresa. Alguns exemplos são: a busca da qualidade como fonte de vantagens competitivas; a visão clara do valor para o cliente; a busca da eliminação de atividades que não agregam valor; um alto foco em atividades de melhoria e de busca do zero defeito; ambiente de trabalho limpo e bem organizado; gerenciamento visual voltado à qualidade e a importância da empresa manter um certo grau de diferenciação (26 modelos diferentes, cada um com pequenas variações).

Com relação aos princípios responsivos a empresa obteve uma média de respostas de 2; ou seja, uma importância pequena. Somente dois princípios da MR são entendidos como importantes pela empresa: a obtenção de vantagens competitivas baseadas no tempo e uma ênfase grande nas atividades de planejamento e controle da produção.

Com relação à CM e MA, as médias de respostas foram 1, o que demonstra que os princípios relativos a estes dois paradigmas não têm nenhuma importância para a empresa.

### **Os capacitadores utilizados pela empresa**

A segunda parte do questionário avaliou a utilização de capacitadores relativos aos PEGEMs pesquisados. Relativo aos capacitadores da MMA obteve-se uma média de 2,0; ou seja, pouca utilização dos capacitadores referentes a este PEGEM. Dessa forma, a fraca utilização dos capacitadores da MMA confirmam a baixa ênfase nos princípios da MMA já mostrada.

Referente à ME, obteve-se uma média de utilização dos capacitadores de 3,8; ou seja, em média, os capacitadores enxutos estão em implantação ou implantados recentemente. Exemplos de capacitadores enxutos implantados são o 5S, trabalhos de melhoria contínua, utilização de sistemas de produção repetitivos, trabalho em fluxo contínuo, gerenciamento visual, programas zero defeito com incentivos e prêmios para a qualidade.

Com relação à MR, obteve-se uma pequena utilização de capacitadores (1,7). Exemplos de capacitadores responsivos em implantação: a empresa começa a se esforçar para ter um SICOPROC responsivo, utilização de medidas de desempenho baseadas no

tempo e ênfase na escolha de fornecedores baseados em critérios de velocidade e principalmente pontualidade.

Com relação à CM e MA, encontramos uma utilização média de capacitadores de 1,2 e 1 respectivamente, o que indica que capacitadores relativos a estes dois PEGEMs não são utilizados pela empresa.

### **A configuração das áreas de decisão da empresa**

A parte 3 de nossa pesquisa visou identificar a configuração das áreas de decisão da empresa e seus relacionamentos com os PEGEMs. Antes de passar a análise destas áreas é interessante identificar o ambiente de produção com relação ao grau de repetitividade. O ambiente de produção foi caracterizado como sendo do tipo repetitivo, uma vez que produz um número pequeno de modelos (26) e mesmo alguns destes modelos apresentam entre si características semelhantes.

O resultado da análise da configuração das áreas de decisão da produção mostrou que 5 das 11 áreas de decisão da empresa tem configuração relacionada à ME. As instalações apresentam *lay out* celular (com padrão de fluxo predominantemente *flow shop*), com 7 células produtivas, cada uma responsável por um grupo específico de produtos. O *lay out* funcional é visto somente nas injetoras. A área tecnológica da empresa foca seus esforços na redução de tempos de troca de máquinas (a empresa trabalha com ferramentas de troca rápida nas injetoras) e trabalha com máquinas pequenas. Referente a organização, temos que as tomadas de decisão na empresa são sempre relacionadas à qualidade. Nas palavras do diretor industrial: “É preferível perder produtividade e mesmo atrasar pedidos do que entregar produtos com qualidade duvidosa”. Com relação à área de capacidade, a empresa não entende que seja vital trabalhar com alta utilização de capacidade; sendo que a política de acompanhamento de demanda é preferencialmente utilizada. Referente a área de Sistemas de Controle da Produção temos que o SICOPROC utilizado é o PBC. A área de gestão da qualidade foca esforços na redução dos índices de refugo, trabalhando com algumas ferramentas estatísticas e com a melhoria contínua. As outras áreas de decisão apresentaram configurações mais relacionadas aos PEGEMs MMA; caso das áreas de gestão de novos produtos (foco total na produtividade) e força de trabalho (focada em esforços de produtividade) e MR; caso das áreas de relacionamento com fornecedores e estoques (a empresa trabalha basicamente para pedido, mantendo estoques de matérias primas => *make to order* 1). A área de integração vertical não apresentou relacionamento com nenhum dos PEGEMs, uma vez que a empresa não possui política de integração

vertical. Também a área de Controle da Produção não apresenta relacionamento específico com nenhum PEGEM, apesar de estar dando os primeiros passos rumo à responsividade.

### **A análise dos resultados e a determinação do PEGEM que a empresa utiliza**

Para determinar o PEGEM que uma empresa utiliza, devemos utilizar o algoritmo mostrado na figura 8.2. A partir da análise dos princípios que norteiam a empresa, identificamos que os princípios enxutos têm uma importância maior para a empresa que os princípios dos outros PEGEMs. Portanto o resultado parcial 1 é ME. A partir da verificação da utilização dos capacitadores, concluímos que os capacitadores enxutos têm um grau médio de utilização maior que os capacitadores dos outros paradigmas. Portanto o resultado parcial 2 também é ME. Com relação às áreas de decisão da produção vimos que a maior parte das áreas de decisão (5 de 11) se configuram de acordo com características enxutas. Portanto também o resultado parcial 3 é ME. Vemos que os três resultados parciais são os mesmos: Manufatura Enxuta. Concluímos então que a empresa utiliza o PEGEM Manufatura Enxuta. A tabela 8.5 ilustra estas considerações.

Tabela 8.5: A análise decisória para a escolha do PEGEM utilizado pela empresa B

	Manufatura em Massa Atual	Manufatura Enxuta	Manufatura Responsiva	Customização em Massa	Manufatura Ágil	RESULTADOS PARCIAIS
Grau médio de importância dos princípios	2,2	4,2	2	1	1	Manufatura Enxuta
Grau médio de utilização dos capacitadores	2,0	3,8	1,7	1,2	1	Manufatura Enxuta
Número de áreas de decisão configuradas de acordo com cada PEGEM (*)	2	6	1	0	0	Manufatura Enxuta
<b>RESULTADO FINAL</b>	<b>A empresa utiliza o PEGEM Manufatura Enxuta, dado pelos três resultados parciais</b>					

(\*) a somatória do número de áreas de decisão não é onze, uma vez que existem 2 áreas que não estão configuradas exatamente de acordo com nenhum PEGEM específico

É claro que maiores adequações ao paradigma enxuto podem ser conseguidos aumentando-se o foco nos princípios enxutos e a utilização dos capacitadores enxutos, bem como configurando de acordo com a ME as 6 áreas de decisão que não estão de acordo com este paradigma.



### **8.3.4 A Empresa C – Uma Manufatura Enxuta em transição rumo à Manufatura Responsiva**

#### **Apresentação da empresa**

A empresa C é uma empresa voltada à produção de uma ampla gama de calçados infantis: sapatos, papetes, sandálias, tênis e sapatos. A empresa está no mercado há aproximadamente vinte anos. É uma empresa do tipo limitada, com capital inteiramente nacional. A empresa possui 5 plantas fabris com um total de 4512 funcionários, incluindo terceiros. O número de trabalhadores internos da produção é de aproximadamente 4400 funcionários. A produção diária da empresa gira em torno de 40000 pares de calçados por dia.

#### **Os princípios priorizados pela empresa**

Na empresa C a aplicação da primeira parte do questionário identificou primeiramente que a importância dos princípios relativos à MMA é pequeno: 1,7, uma vez que a empresa não trabalha com pessoal especializado, os produtos são muito pouco padronizados, a empresa não direciona seus esforços aos clientes menos favorecidos (o público alvo principal da empresa são as classes A, B e C).

Com relação aos princípios da ME verificou-se um grau de importância alta destes princípios: exatamente 4. A empresa busca na qualidade de seus produtos a principal fonte de vantagens competitivas; busca alta diferenciação; vê as atividades de melhoria como fundamentais para a empresa, utilizando inclusive a Gestão da Qualidade Total; enfatiza o zero defeito e parada da produção ao menor sinal de defeitos, além de enfatizar o gerenciamento visual voltado à qualidade.

Com relação à MR, obteve-se um grau médio de importância de 3,1. Alguns princípios são bastante importantes para a empresa tais quais a inovação (a empresa, segundo seu gerente industrial, visa ser a referência em inovação no setor de calçados infantil e para isso apresenta uma média de 2,5 novos produtos lançados por dia); a necessidade de integração (visto como fundamental na empresa) e o fornecimento de uma ampla variedade de produtos (a empresa possui 214 modelos diferentes de produtos, cada um em 6 cores diferentes e 10 tamanhos). Também se vê na empresa um aumento do foco no Controle da Produção. A empresa utiliza o MRP com um período de congelamento de 8 dias para a geração do programa mestre e explosão das necessidades de matérias primas. A emissão de

ordens é feita por um PBC modificado, com um período no corte, três períodos no pesponto e dois na montagem.

Com relação à CM e à MA, as médias de respostas foram 1,2 e 1 respectivamente o que demonstra que os princípios relativos a estes dois paradigmas não têm importância alguma para a empresa.

### **Os capacitadores utilizados pela empresa**

A segunda parte do questionário avaliou a utilização de capacitadores relativos aos PEGEMs pesquisados. Relativo aos capacitadores da MMA obteve-se uma média de 1,5; ou seja, pouca utilização dos capacitadores referentes a este PEGEM. Capacitadores tais como economia de escala, pessoal especializado, sistemas de produção em massa e roteiros fixos não têm muita importância na empresa.

Com relação à ME, obteve-se uma média de utilização dos capacitadores de 3,8; ou seja, em média, os capacitadores enxutos estão em implantação ou implantados recentemente. Exemplos de capacitadores enxutos implantados são trabalhos de melhoria contínua, 5S, trabalho em fluxo contínuo, gerenciamento visual e programas zero defeito.

Referente à MR, obteve-se uma média de utilização de capacitadores de 3,1, o que confirma o que os princípios já haviam mostrado: a empresa começa a dar alguns passos para buscar a responsividade. Exemplos de capacitadores responsivos em implantação ou já implantados: sistemas de produção semi repetitivos, metodologias para redução do tempo de desenvolvimento de novos produtos, tal como engenharia simultânea (em fase de implementação), sistemas de informação visando a integração, tais quais ERP e MRP, estágio de implantação de um SICOPROC responsivo e utilização de medidas de desempenho baseadas no tempo.

Com relação à CM e MA, encontramos uma utilização média de capacitadores de 1, o que indica que capacitadores relativos a estes dois PEGEMs não são utilizados pela empresa.

### **A configuração das áreas de decisão da empresa**

Com relação às áreas de decisão da produção temos que das 11 áreas de decisão da empresa, 5 apresentam configuração relacionada à ME, 4 relacionada à MR, 1 à MMA e 1 área (integração vertical) não apresenta configuração relacionada a nenhum PEGEM específico.

Referente às áreas configuradas de acordo com a ME temos: as tomadas de decisão, bem como a força de trabalho na empresa estão totalmente comprometidas com a qualidade; a empresa enfatiza uma abordagem cooperativa entre os fornecedores, visando melhorias nos padrões de qualidade. A área de gestão da qualidade está totalmente voltada ao zero defeito, com a utilização do TQM e de ferramentas estatísticas. Com relação aos estoques, apesar da ênfase na redução de estoques desnecessários, está havendo um esforço em ter como política predominante a *make to stock*. A lógica da empresa é aumentar, num curto prazo, a responsividade, apesar de não possuir ainda um PCP avançado e, ao mesmo tempo, pressionar os vendedores para que eles atinjam suas previsões de vendas. A expectativa é de que se as previsões de vendas forem de fato atingidas, os custos de estocagem não se tornam proibitivos apesar da grande variedade de itens.

As áreas configuradas de acordo com a MR são 4. As instalações apresentam 30 “grupos tecnológicos”, cada grupo responsável pela fabricação de um número determinado de modelos. O *lay out* destes grupos é funcional e celular (com padrão de fluxo predominantemente *flow shop*). A área tecnológica da empresa foca seus esforços na redução de tempos de troca de máquinas (a empresa trabalha com ferramentas de troca rápida nas injetoras), trabalha com máquinas pequenas e tem um alto foco no desenvolvimento rápido de produtos. A área de gestão de novos produtos é focada na redução do tempo de lançamento do produto, bem como na inovação. A área de Controle da Produção está rapidamente se configurando para a responsividade, com a utilização do MRP com horizonte de planejamento congelado e PBC.

Com relação à capacidade a empresa não entende que seja vital trabalhar com alta utilização de capacidade; sendo que a política de capacidade constante é preferencialmente utilizada. Esta configuração é típica da MMA.

### **A análise dos resultados e a determinação do PEGEM que a empresa utiliza**

Vamos mais uma vez utilizar o algoritmo mostrado na figura 8.2 para a determinação do PEGEM que a empresa utiliza. Identificamos que os princípios enxutos têm uma importância maior para a empresa que os princípios dos outros PEGEMs. Portanto o resultado parcial 1 é ME. Quanto aos capacitadores também concluímos que os capacitadores enxutos têm um grau médio de utilização maior que os capacitadores dos outros paradigmas. Portanto o resultado parcial 2 também é ME. Com relação às áreas de decisão da produção vimos que mais áreas de decisão se configuram de acordo com características enxutas do que os outros paradigmas. Portanto também o resultado parcial 3

é ME. Portanto observamos que os três resultados parciais são os mesmos: Manufatura Enxuta. Concluimos então que a empresa utiliza o PEGEM Manufatura Enxuta. A tabela 8.6 ilustra estas considerações.

Tabela 8.6: A análise decisória para a escolha do PEGEM utilizado pela empresa C

	Manufatura em Massa Atual	Manufatura Enxuta	Manufatura Responsiva	Customização em Massa	Manufatura Ágil	RESULTADOS PARCIAIS
Grau médio de importância dos princípios	1,7	4,0	3,1	1,2	1	Manufatura Enxuta
Grau médio de utilização dos capacitadores	1,5	3,8	3,1	1	1	Manufatura Enxuta
Número de áreas de decisão configuradas de acordo com cada PEGEM (*)	1	5	4	0	0	Manufatura Enxuta
<b>RESULTADO FINAL</b>	<b>A empresa utiliza o PEGEM Manufatura Enxuta, dado pelos três resultados parciais; porém a empresa está em transição rumo à MR.</b>					

(\*) a somatória do número de áreas de decisão não é onze, uma vez que existe 1 área que não está configurada exatamente de acordo com nenhum PEGEM específico

Algumas observações são extremamente válidas sobre este estudo de caso. Ao visualizarmos a tabela 8.6 vemos que os graus médios de importância e utilização de capacitadores enxutos e responsivos se encontram bem próximos. Como já mencionamos anteriormente, altos valores nestes índices parta a ME e qualquer outro PEGEM mais atual, indica que a empresa utiliza ou (está se encaminhando) rumo a este outro paradigma (no caso a MR), uma vez que a maioria dos princípios e capacitadores enxutos utilizados em nossa metodologia não são exclusivos da ME. Diante disso concluimos que a empresa C está se rearranjando de forma a buscar a responsividade (e conseqüentemente a MR). Isto também pode ser visualizado pelas 4 importantes áreas de decisão que já se encontram configuradas de acordo com a MR. É claro que ainda há um grande caminho para a empresa percorrer rumo à MR. Um referencial que a empresa pode utilizar é nossa proposta para a MR, visto no capítulo 6.

### **8.3.5 A Empresa D - Uma Manufatura Responsiva Típica**

#### **Apresentação da empresa**

A empresa D é uma empresa voltada à produção de calçados femininos que produz proximadamente 600 modelos diferentes de calçados. A empresa está no mercado há mais de dez anos. É uma empresa do tipo limitada, com capital inteiramente nacional. A empresa

possui 4 plantas fabris com um total de 1800 funcionários. O número de trabalhadores internos da produção é de aproximadamente 1570 funcionários. A produção diária da empresa gira em torno de 38000 pares de calçados por dia.

### **Os princípios priorizados pela empresa**

Com relação aos princípios da MMA a pesquisa constatou um grau médio de importância igual a 1,0; uma vez que a empresa não enfatiza princípios como a especialização do trabalho, padronização dos produtos ou foco em classes sociais menos favorecidas.

Referente aos princípios da ME, o grau médio de importância foi de 2,6. Apesar de alguns princípios enxutos serem importantes para a empresa, como por exemplo as atividades de melhoria contínua, busca do zero defeito e combate aos desperdícios; outros princípios não têm a mesma importância, como por exemplo alta diferenciação com pouca diversidade (na verdade a empresa busca alta diversidade também), e o *just in time*.

O grau médio de importância dos princípios responsivos é alto (4,0). Princípios responsivos bastante focados na empresa são: a rapidez e a pontualidade são a principal fonte de vantagens competitivas para a empresa, a empresa busca fornecer aos clientes uma ampla diversidade de produtos (aproximadamente 600 modelos diferentes), a empresa entende que a inovação é vital para sua estratégia de negócios (a empresa reconhecidamente estabelece o ritmo da inovação no setor industrial de calçados feminino no Brasil), existe um grande foco em SICOPROCs e a produção de componentes comuns é sincronizada com os fornecedores na cadeia.

O grau médio de importância dos princípios relativos à CM é de 2,9. Alguns princípios da CM tem média importância para a empresa: alta utilização de tecnologias (muitas delas voltadas ao estabelecimento de um grau de contato com clientes); os fornecedores estão localizados perto da empresa e trocam informações entre si; o desenvolvimento de produtos é feito com a colaboração dos fornecedores e em alguns casos o cliente participa de algumas etapas do desenvolvimento dos produtos. Este médio grau de importância é coerente com o fato de que a empresa chega a produzir produtos com alguma customização, porém de acordo com um gerente de produção entrevistado, este volume é ainda relativamente baixo (aproximadamente 5% do total produzido sofre algum tipo de customização).

Referente à MA, o grau médio de utilização dos princípios é muito baixo, 1,3.

## **Os capacitadores utilizados pela empresa**

Com relação aos capacitadores da MMA temos um grau de utilização de 1,0; ou seja, capacitadores como roteiros estritamente fixos e inflexíveis, sistemas de produção em massa e uso intensivo de máquinas especializadas não são utilizados na empresa.

Referente aos capacitadores da ME o grau médio de utilização é baixo (2,2). Capacitadores enxutos como 5S, ferramentas *Poka Yoke*, seis *sigma*, *kaizen* e mapeamento de fluxo de valor estão apenas em estágio de conhecimento pela empresa.

Com relação aos capacitadores da MR, o grau médio de utilização é de 4,1. Capacitadores responsivos utilizados na empresa são: alta utilização de medidas de desempenho baseadas no tempo, escolha de fornecedores baseado no grau de atendimento de pedidos no prazo devido, alta utilização de sistemas de informação integrados (no caso a empresa utiliza um ERP), utilização de sistemas de produção basicamente semi repetitivos, utilização de metodologias para redução do tempo de desenvolvimento de novos produtos (CAD, Engenharia Simultânea) e utilização de um SICOPROC responsivo (a empresa desenvolveu um SICOPROC próprio o qual tem características combinadas de um MRP e de um PBC).

Os capacitadores da CM têm um grau médio de utilização de 2,8. Alguns capacitadores da CM são utilizados na empresa, como por exemplo ampla participação dos fornecedores no desenvolvimento de produtos (para alguns produtos esta participação se estende também aos clientes), rede de informações entre fornecedores e entre a empresa e fornecedores, com utilização de EDI, internet, dentre outros e manutenção de banco de dados sobre projetos passados.

Os capacitadores da MA apresentaram um grau médio de utilização de 1,0.

## **A configuração das áreas de decisão da empresa**

Com relação à configuração das áreas de decisão da produção, a maioria das áreas se configura de acordo com características da Manufatura Responsiva (8 das 11). A área de tecnologia é focada na escolha de tecnologias que forneçam maior rapidez na produção e respostas mais rápidas (intranet, internet, dentre outros). A área de gestão de novos produtos foca o desenvolvimento mais rápido de produtos com a utilização da engenharia simultânea e de sistemas CAD/CAM. A organização e as tomadas de decisões são totalmente voltadas aos objetivos tempo e variedade. Também a força de trabalho está totalmente comprometida com estes objetivos. A área de relacionamento com fornecedores foca a redução dos prazos de entrega. A área de estoques também se configura de acordo com a MR, pois se

sobressaem as políticas *make to order* (1 e 2 ) e *assembly to order* (devido a altíssima variedade, a política *make to stock* se torna difícil de utilizar). Referente aos sistemas de controle da produção, a empresa entende que os SICOPROCs representam um ponto vital. A empresa desenvolveu seu próprio sistema, o qual consegue monitorar em tempo real o andamento da produção ao longo dos estágios produtivos (o apontamento da produção é feito com a utilização de códigos de barra em microterminais ao final de cada processo). Também a área de Gestão da Qualidade tem uma configuração mais próxima da MR, pois nas palavras do diretor industrial da empresa “os esforços com a qualidade vão até o ponto em que eles inteferem nos esforços para redução de tempo”.

As outras três áreas da empresa apresentam as seguintes configurações: as áreas de integração vertical e capacidade não se configuram especificamente de acordo com nenhum PEGEM e a área de instalações se configura mais de acordo com a CM, uma vez que o *lay out* típico da empresa é o funcional.

### **A análise dos resultados e a determinação do PEGEM que a empresa utiliza**

O algoritmo mostrado na figura 8.2 é utilizado para analisar os resultados e determinar o PEGEM que a empresa utiliza. Identificamos que os princípios responsivos têm uma importância maior para a empresa que os princípios dos outros PEGEMs. Portanto o resultado parcial 1 é MR. Quanto aos capacitadores também concluímos que os capacitadores responsivos têm um grau médio de utilização maior que os capacitadores dos outros PEGEMs. Portanto o resultado parcial 2 também é MR. Com relação às áreas de decisão da produção vimos que mais áreas de decisão se configuram de acordo com características responsivas (8 das 11 áreas de decisão). Portanto também o resultado parcial 3 é MR. Como os três resultados parciais são os mesmos (MR), concluímos que a empresa utiliza o PEGEM Manufatura Responsiva. A tabela 8.7 ilustra estas considerações.

Tabela 8.7: A análise decisória para a escolha do PEGEM utilizado pela empresa D

	Manufatura em Massa Atual	Manufatura Enxuta	Manufatura Responsiva	Customização em Massa	Manufatura Ágil	RESULTADOS PARCIAIS
Grau médio de importância dos princípios	1,0	2,6	4,0	2,9	1,3	Manufatura Responsiva
Grau médio de utilização dos capacitadores	1,0	2,2	4,1	2,8	1,0	Manufatura Responsiva
Número de áreas de decisão configuradas de acordo com cada PEGEM (*)	0	0	8	1	0	Manufatura Responsiva
<b>RESULTADO FINAL</b>	<b>A empresa utiliza o PEGEM Manufatura Responsiva, dado pelos três resultados parciais</b>					

(\*) a somatória do número de áreas de decisão não é onze, uma vez que existem 2 áreas que não estão configuradas exatamente de acordo com nenhum PEGEM específico

### **8.3.6 A Empresa E – Uma empresa customizada em massa**

#### **Apresentação da empresa**

A empresa E é uma empresa voltada à produção de uma ampla gama de calçados femininos (chegam a ser produzidos em um ano até 1000 modelos diferentes de calçados). A empresa está no mercado há mais de dez anos. É uma empresa do tipo limitada, com capital inteiramente nacional. A empresa possui 4 plantas fabris com um total de aproximadamente 2500 funcionários. O número de trabalhadores internos da produção é de aproximadamente 2400 funcionários. A produção diária da empresa gira em torno de 16000 pares de calçados por dia. A empresa E é uma empresa com 100% de sua produção voltada ao mercado externo.

#### **Os princípios priorizados pela empresa**

Os princípios referentes à MMA tem um grau médio de importância de 1,0.

Os princípios enxutos também apresentaram um grau médio de importância pequeno, 2,4. Somente alguns princípios enxutos têm uma importância média para a empresa. É o caso das atividades de melhoria contínua, do foco na qualidade e do gerenciamento visual voltado à qualidade.

Os princípios referentes à MR também não apresentam um grau alto (2,7). Apenas alguns princípios, como por exemplo inovação e esforços para redução de tempos têm uma importância média na empresa. Outros princípios responsivos como o foco no Planejamento e Controle da Produção são deixados de lado.

Os princípios da CM tem o maior grau médio de importância (3,8) entre todos os PEGEMs. A maioria dos princípios da CM tem média e alta importância para a empresa.



Por exemplo: fornecer customização aos clientes (toda a produção da empresa é customizada pelos clientes), preços acima dos concorrentes devido a esta customização, desenvolvimento de produtos com a colaboração de fornecedores, participação integral dos clientes ao longo das etapas do ciclo de vida dos produtos, utilização de alta tecnologia com foco no contato com o cliente visando definir grau de customização.

Os princípios referentes à MA têm grau médio de importância de 1,0.

### **Os capacitadores utilizados pela empresa**

Os capacitadores da MMA não são utilizados na empresa (grau médio de utilização igual a 1,0).

Com relação aos capacitadores da ME, temos que o grau médio de utilização de tais capacitadores é de 2,3. Apenas alguns capacitadores enxutos estão em fase inicial de implantação: *Kaizen*, 5S e ferramentas *Poka Yoke* são alguns exemplos.

Referente aos capacitadores da MR, o grau médio de utilização é de 2,5. Muitos capacitadores da MR não são utilizados, sendo que apenas alguns estão em fase de implantação ou foram recentemente implantados. É o caso da utilização de medidas de desempenho baseadas no tempo, alta utilização de sistemas de informação visando a integração da empresa e utilização de metodologias para redução do tempo de desenvolvimento de novos produtos (CAD/CAM e engenharia simultânea).

Os capacitadores da CM são altamente utilizados na empresa (grau médio de utilização igual a 4,2). Isto significa que a maior parte dos capacitadores da CM foram recentemente implantados ou já estão totalmente implantados. Nestas situações estão capacitadores como rede de informações entre fornecedores e entre a empresa e seus fornecedores, ampla participação dos fornecedores e clientes no desenvolvimento de novos produtos, utilização de EDI e internet para estabelecer contato com clientes e existência de banco de dados sobre projetos passados.

Com relação aos capacitadores da MA, temos que estes capacitadores não são utilizados ou até mesmo desconhecidos (grau médio de utilização igual a 1,0)

### **A configuração das áreas de decisão da empresa**

Referente às áreas de decisão temos que 8 das 11 áreas de decisão se configuram de acordo com a Customização em Massa. A área de tecnologia é focada na utilização de tecnologias para flexibilização do processo produtivo (máquinas avançadas para o corte e outras operações) e para estabelecer contato com clientes (*internet* e EDI). De acordo com o

gerente industrial a empresa investe bastante na aquisição de máquinas flexíveis. A área de gestão de novos produtos está totalmente focada no desenvolvimento dos produtos totalmente customizados pelos clientes. As áreas de organização e força de trabalho estão configuradas de acordo com a CM, uma vez que as tomadas de decisão e o pessoal estão totalmente comprometidos com a customização e também em não permitir que os custos subam a níveis inaceitáveis como resultado desta customização. A área de capacidade trabalha com capacidade flexível ao longo do ano para atender as mudanças do *mix* de produtos. Esta característica da CM é conseguida com a utilização de terceirização. A área de estoques trabalha com as políticas *make to stock* ( 1 e 2) e *engineering to order* (grande maioria) devido à customização dos produtos. Com relação à área de sistemas de controle da produção, o MRP é utilizado devido a altíssima variedade (ambiente não repetitivo). Ainda dentro das áreas que se configuram de acordo com a CM, temos a área da gestão da qualidade.

Duas áreas de decisão são configuradas de acordo com a MR. É o caso das instalações, a qual, apesar da altíssima variedade, utiliza basicamente o *lay out* celular com padrão de fluxo *job shop*. A área de relacionamento com os fornecedores foca a entrega rápida e no prazo devido.

Não existem preocupações com a integração vertical na empresa.

### **A análise dos resultados e a determinação do PEGEM que a empresa utiliza**

Utilizamos o algoritmo mostrado na figura 8.2 para analisar os resultados e determinar o PEGEM que a empresa utiliza. Identificamos que os princípios da CM tem uma importância maior para a empresa que os princípios dos outros PEGEMs. Portanto o resultado parcial 1 é CM. Com relação aos capacitadores também concluímos que os capacitadores da CM têm um grau médio de utilização maior que os capacitadores dos outros PEGEMs. Portanto o resultado parcial 2 também é CM. Com relação às áreas de decisão da produção vimos que mais áreas de decisão se configuram de acordo com características da CM (8 das 11 áreas de decisão). Portanto também o resultado parcial 3 é CM. Como os três resultados parciais são os mesmos (CM), concluímos que a empresa utiliza o PEGEM Customização em Massa. A tabela 8.8 ilustra estas considerações.

Tabela 8.8: A análise decisória para a escolha do PEGEM utilizado pela empresa E

	Manufatura em Massa Atual	Manufatura Enxuta	Manufatura Responsiva	Customização em Massa	Manufatura Ágil	RESULTADOS PARCIAIS
Grau médio de importância dos princípios	1,0	2,4	2,7	3,8	1,0	Customização em Massa
Grau médio de utilização dos capacitadores	1,0	2,3	2,5	4,2	1,0	Customização em Massa
Número de áreas de decisão configuradas de acordo com cada PEGEM (*)	0	0	2	8	0	Customização em Massa
<b>RESULTADO FINAL</b>	<b>A empresa utiliza o PEGEM Customização em Massa, dado pelos três resultados parciais</b>					

(\*) a somatória do número de áreas de decisão não é onze, uma vez que existem 1 área que não está configurada exatamente de acordo com nenhum PEGEM específico

### **8.3.7 Empresa F – Uma empresa sem foco estratégico**

#### **Apresentação da empresa**

A empresa F é uma empresa voltada à produção de dois tipos de calçados: sapatos e botas. A empresa está no mercado há aproximadamente 10 anos. É uma empresa do tipo limitada, com capital inteiramente nacional. O número de trabalhadores na única planta da empresa é de 48 funcionários. A produção diária da empresa varia de 600 a até 1400 pares de calçados por dia.

#### **Os princípios priorizados pela empresa**

Com relação aos princípios priorizados pela empresa identificou-se uma grau baixo de importância dos princípios da MMA (2,2). A importância da especialização do trabalho é média na empresa uma vez que a grande maioria dos trabalhadores não são dedicados especificamente às tarefas. A empresa não direciona seus esforços para as classes sociais menos favorecidas, uma vez que, apesar dos 3 principais produtos da empresa (responsáveis por 90% da produção) serem destinados a este segmento, pelo menos outros 30 produtos são destinados à classe B (botinas trabalhadas e mais caras). A variedade total de produtos produzidas na empresa é de 49 modelos diferentes (sendo que como já mencionamos apenas 3 destes são responsáveis por mais de 90 % dos pedidos). Portanto a padronização não ocupa lugar de destaque na empresa. Com relação à eficiência operacional e produtividade, devido ao alto número de produtos diferentes fica muito difícil conseguir uma alta produtividade. De acordo com o gerente industrial, nos dias que a empresa trabalha somente com seus 3 produtos principais, a empresa chega a produzir 1400

pares por dia, diferentemente dos 600 que produz quando entra com os outros produtos na linha.

Referente aos princípios da ME, o grau médio de importância avaliado foi de 1,8; ou seja, pouca importância têm os fundamentos enxutos na empresa.

Com relação aos princípios da MR, da CM e da MA foi encontrado um grau de importância de 1, demonstrando claramente que estes paradigmas não têm nenhuma importância na empresa

### **Os capacitadores utilizados pela empresa**

Com relação aos capacitadores da MMA, temos um grau médio de utilização de 2,0. A empresa não possui um ambiente de produção em massa, não busca a economia de escala e nem está voltada ao conhecimento da literatura sobre Manufatura em Massa. Trabalha com roteiros na maioria das vezes fixos, com a maioria das máquinas especializadas

Referente aos capacitadores do outros paradigmas (ME, MR, CM e MA) obteve-se um grau médio de utilização de 1, o que mostra que não existem capacitadores destes paradigmas implantados na empresa

### **A configuração das áreas de decisão da empresa**

Com relação às áreas de decisão da produção, observou-se que a maior parte das onze áreas não está voltada especificamente para nenhum paradigma (4 áreas de decisão). É o caso da área de instalações, a qual utiliza um *lay out* totalmente funcional, devido a variedade de produtos. Os produtos chegam a entrar, sair e entrar de novo em um complicado roteiro. Não existe política de integração vertical. A maioria da força de trabalho é multi especializada e o objetivo de desempenho o qual estes trabalhadores mais estão comprometidos é com a redução de custos. O Controle da Produção é feito de maneira bastante rudimentar, sem mesmo utilização de simples ferramentas.

Três áreas de decisão estão mais voltadas para a MMA. É o caso das áreas de tecnologia, gestão de novos produtos e gestão da qualidade. A tecnologia é vista como instrumento para tentar aumentos de produtividade, a qual, quando o *mix* de produção é grande, cai vertiginosamente. A introdução de novos produtos na empresa é focada na redução dos custos de produção e a gestão da qualidade enfatiza somente o controle da qualidade na saída dos processos.

Três áreas de decisão estão mais voltadas à ME. É o caso das áreas de organização, capacidade e relacionamento com fornecedores. As tomadas de decisão estão voltadas à

qualidade; a política de acompanhamento da demanda é a mais utilizada e a empresa, em seus relacionamentos com fornecedores foca sempre o quesito qualidade

Finalmente uma área de decisão está mais direcionada à MR. É o caso dos estoques, uma vez que a política básica de atendimento a demanda é a política *make to order 1*. Somente quando não há pedidos produz-se para estoque os três itens principais.

### A análise dos resultados e a determinação do PEGEM que a empresa utiliza

Utilizamos o algoritmo mostrado na figura 8.2 para determinar o PEGEM que a empresa utiliza. A partir da análise dos princípios que norteiam a empresa, identificamos que os princípios da MMA têm uma importância maior para a empresa que os princípios dos outros PEGEMs. Porém este grau de importância (2,1) é muito baixo o que indica que a empresa não dá grande importância para os fundamentos da MMA. Portanto o resultado parcial 1 é falta de foco estratégico com relação aos princípios. Referente à utilização dos capacitadores, concluímos que os capacitadores da MMA têm um grau médio de utilização maior que os capacitadores dos outros paradigmas. Porém da mesma forma que os princípios, também o grau de implantação destes capacitadores é muito baixo (2,0 ou seja, na média estão apenas em estudo para implantação). Portanto também em relação aos capacitadores há uma falta de foco estratégico. Com relação às áreas de decisão da produção vemos que a maior parte das áreas de decisão (4) não apresentam configuração específica de nenhum PEGEM (contra 3 alinhados de acordo com a MMA, 3 de acordo com a ME e 1 de acordo com a MR). Portanto também referente às áreas de decisão concluímos haver falta de foco estratégico. Concluímos então que a empresa está totalmente sem foco estratégico. A tabela 8.9 ilustra estas considerações.

Tabela 8.9: A análise decisória para a escolha do PEGEM utilizado pela empresa F

	Manufatura em Massa Atual	Manufatura Enxuta	Manufatura Responsiva	Customização em Massa	Manufatura Ágil	RESULTADOS PARCIAIS
Grau médio de importância dos princípios	2,2	1,8	1	1	1	Sem foco com relação aos princípios
Grau médio de utilização dos capacitadores	2,1	1	1	1	1	Sem foco estratégico em relação aos capacitadores
Número de áreas de decisão configuradas de acordo com cada PEGEM (*)	3	3	1	0	0	Sem foco estratégico com relação às áreas de decisão
<b>RESULTADO FINAL</b>	<b>A empresa está totalmente sem foco estratégico, uma vez que apresenta baixo grau médios de importância referente aos princípios (2,2 para a MMA) e baixo grau médio de utilização referente aos capacitadores (2,0 para a MMA), além de ter a maior parte das áreas de decisão (4) não voltadas especificamente para nenhum PEGEM</b>					

(\*) a somatória do número de áreas de decisão não é onze, uma vez que existem 4 áreas que não estão configuradas exatamente de acordo com nenhum PEGEM específico

O resultado mostrado acima para a empresa F é compatível com a atual situação da empresa. De acordo com o gerente industrial entrevistado, a empresa se encontra na pior crise financeira desde sua fundação. Outros fatos também ajudam a ilustrar esta falta de foco estratégico da empresa. De acordo com o gerente industrial o menor lucro unitário vêm exatamente dos 3 produtos principais da empresa. Isto por que a empresa não está conseguindo competir em preço com os concorrentes. Isto se deve com certeza ao fato de que a concorrência, focada na alta produtividade e na redução de custos (MMA) está conseguindo preços muito abaixo da empresa F, colocando-a em situação extremamente difícil, uma vez que sua falta de foco faz com que não consiga reduzir os custos (e também os preços) da mesma forma que o faz sua concorrência. Algumas medidas drásticas estão sendo tomadas na tentativa de mudar esta situação, tais como; a empresa está tentando aumentar seu grau de informatização e integração, adquirindo um *software* ERP. Porém estas medidas são insuficientes (e talvez até desnecessárias), pois o que falta à empresa é um foco estratégico, ou seja, direcionar seus esforços em direção a um PEGEM específico, no caso a MMA (no capítulo 9 identificamos que a MMA é o PEGEM mais adequado para a empresa F).

### **8.3.8 Análise Intercasos**

Esta seção realiza uma comparação entre os 6 estudos de caso realizados na indústria de calçados. Como já mencionado anteriormente, os estudos de caso tiveram o objetivo de validar a metodologia para identificação dos PEGEMs utilizados pelas empresas. Além disso, os estudos de caso serviram também para verificar que diferentes PEGEMs são utilizados atualmente na indústria de calçados brasileira. Dos cinco PEGEMs tratados nesta tese, exemplos de quatro deles foram encontrados na prática: Manufatura em Massa Atual, Manufatura Enxuta, Manufatura Responsiva e Customização em Massa. A tabela 8.10 resume os resultados dos 6 estudos de caso realizados. Somente a Manufatura Ágil não foi encontrada na indústria de calçados. Acreditamos que este paradigma ainda está mais restrito à realidade internacional (em alguns setores específicos), não existindo ainda em empresas brasileiras de calçados.

Tabela 8.10: Resumo dos resultados do estudo de múltiplos casos

<b>Empresa</b>	<b>PEGEM utilizado</b>
A	Manufatura em Massa Atual
B	Manufatura Enxuta
C	Manufatura Enxuta (em transição rumo à Manufatura Responsiva)
D	Manufatura Responsiva
E	Customização em Massa
F	Sem foco estratégico

Podemos notar na tabela 8.10 que além de encontrar exemplos de quatro dos cinco PEGEMs tratados nesta tese, este estudo de múltiplos casos encontrou também uma empresa sem foco estratégico. Portanto notamos que a metodologia desenvolvida pode servir também para diagnosticar falta de foco estratégico em empresas.

## **8.4 Conclusões**

O presente capítulo apresenta uma metodologia para a identificação do PEGEM utilizado por determinada empresa. Esta metodologia é formada por um conjunto de passos os quais buscam a identificação de três características fundamentais: i) quais são os princípios que tem grande importância na empresa; ii) quais são os capacitadores utilizados na empresa e iii) como são configuradas as principais áreas de decisão da produção. Por meio de tal verificação, a metodologia analisa o relacionamento entre estas características e os PEGEMs tratados neste trabalho, identificando qual deles está sendo utilizado pela empresa.

Além de servir para a correta identificação do paradigma estratégico que uma empresa qualquer está utilizando, o presente metodologia serve também a diversos propósitos:

- i) auxilia as empresas a focar as áreas de decisão em objetivos estratégicos específicos;
- ii) ajuda no maior entendimento e desenvolvimento/implantação dos PEGEMs nas empresas;
- iii) auxilia a empresa a escolher capacitadores de acordo com seus objetivos

A metodologia proposta é validada em um estudo de múltiplos casos na indústria de calçados. Os estudos de caso mostram que na indústria de calçados brasileira existem exemplos de quatro dos cinco PEGEMs tratados nesta tese: Manufatura em Massa Atual, Manufatura Enxuta, Manufatura Responsiva e Customização em Massa.

A partir deste capítulo podem ser vislumbrados muitos outros estudos futuros, como por exemplo: estudo a fundo em áreas de decisões específicas dos PEGEM a fim de determinar exatamente o rumo a seguir para se conseguir o máximo de eficácia com relação ao objetivo de desempenho esperado (relativo ao PEGEM); pode-se também utilizar a metodologia para se comparar setores industriais brasileiros ou mesmo comparações com setores industriais estrangeiros.

Uma última observação a respeito deste capítulo é válida. A metodologia desenvolvida trabalha com a identificação de somente um PEGEM que a empresa está utilizando (através da verificação do maior grau de importância dos princípios, do maior grau de utilização dos capacitadores e da configuração das áreas de decisão). Porém, como pudemos notar, uma empresa pode ser caracterizada como utilizando um PEGEM e ao mesmo tempo possuir também princípios e capacitadores de outros PEGEMs. Este fato sugere uma abordagem complementar a este trabalho. Esta abordagem seria o estabelecimento de um relacionamento direto entre os objetivos estratégicos e cada um dos princípios e capacitadores tratados nesta tese, com a análise de *trade offs* entre todos estes princípios e capacitadores. Desta forma pode-se, a partir de um direcionamento estratégico (escolha de determinados objetivos a serem priorizados), escolher os princípios e capacitadores mais adequados a estes objetivos, sem que isto necessariamente implique na utilização de um PEGEM específico. Em outras palavras, os PEGEMs tratados nesta tese, apesar de serem cinco possibilidades estratégicas bastante enfatizadas atualmente na Gestão da Produção, não representam todas as possibilidades estratégicas possíveis; outras combinações entre objetivos estratégicos, complementares ao modelo proposto na figura 2.4 (capítulo 4) podem existir. Este assunto é um tema interessante para pesquisas futuras.



---

# **Capítulo 9: Uma metodologia para a escolha do PEGEM ideal para uma empresa: proposta e aplicação no estudo de múltiplos casos na indústria brasileira de calçados**

---

## **9.1 Introdução**

Após, nos capítulos anteriores, apresentarmos todos os Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura (PEGEMs), propormos e validarmos uma metodologia para identificação do PEGEM utilizado por uma empresa, este capítulo trata do assunto da escolha do PEGEM ideal para cada tipo de empresa.

O termo PEGEM é definido no capítulo 2 desta tese: “PEGEMs são modelos/padrões estratégicos de gestão, direcionados a certas situações de mercado, que se propõem a auxiliar as empresas a alcançarem determinado (s) objetivo (s) de desempenho (daí o nome estratégicos); paradigmas estes compostos de uma série de princípios e capacitadores que norteiam (daí a denominação gestão) e possibilitam que a empresa, a partir de sua função manufatura (daí a denominação manufatura) atinja tais objetivos, aumentando desta forma seu poder competitivo”. A partir de tal definição podemos extrair duas características importantes, as quais são a base para a correta escolha do PEGEM a ser utilizado por determinada empresa. Estas características são: os PEGEMs são “direcionados a certas situações de mercado” e “se propõem a auxiliar as empresas a alcançarem determinado(s) objetivo(s) de desempenho”. Portanto notamos que conhecer o mercado em que a empresa atua e seus objetivos estratégicos da produção é fundamental para a correta escolha do PEGEM a ser utilizado.

Dentro deste contexto, o presente capítulo propõe uma metodologia para a correta escolha do PEGEM a ser implementado por uma empresa. Essa metodologia é composta por 3 passos principais:

- i) Determinação do grau de turbulência no mercado onde a empresa atua.
- ii) Estabelecimento de uma priorização dos principais objetivos estratégicos da produção relacionados aos PEGEMs.
- iii) Análise conjunta dos resultados dos passos anteriores, determinando o PEGEM mais adequado.

Com o objetivo de testar e apresentar um exemplo prático de nossa metodologia é realizado um estudo de múltiplos casos na indústria brasileira de calçados.

São muitas as contribuições deste capítulo, dentre elas:

- propor uma metodologia para a escolha do PEGEM ideal, metodologia esta, até então, não encontrada na literatura de Gestão da Produção;
- tratar de forma conjunta os cinco principais PEGEMs encontradas atualmente na literatura;
- dentro da metodologia proposta, ampliar dois modelos importantes de análise de turbulência de mercados encontrados na literatura (os modelos propostos por PINE (1993) e SHARIFI & ZHANG (1999)). Esta ampliação é feita de duas formas: pela junção de fatores comuns a ambos os modelos e pela inclusão de novos PEGEMs nas análises, às quais somente incluíam a Manufatura em Massa e a Customização em Massa (PINE, 1993) e a Manufatura Ágil (SHARIFI & ZHANG, 1999).

A estrutura do capítulo é a que segue: na seção 9.2 é apresentada a metodologia proposta, com seus três passos; na seção 9.3 é desenvolvido um estudo de múltiplos casos na indústria brasileira de calçados onde a metodologia é aplicada e validada, e na seção 9.4 são tecidas algumas conclusões.

## **9.2 A Metodologia proposta**

A metodologia proposta é composta de uma série de três passos, mostrados a seguir.

### **Passo 1: Determinar o grau de turbulência do mercado onde a empresa atua**

O primeiro passo de nossa metodologia é a identificação do grau de turbulência do mercado/indústria onde a empresa atua, uma vez que cada PEGEM é mais adequado a determinados níveis de turbulência do mercado. A análise da turbulência do mercado proposta avalia o grau de mudanças no ambiente de negócios da empresa, mudanças estas internas e externas; controláveis ou incontroláveis pela empresa. Nossa análise se baseia em dois modelos referenciais: “o mapa de turbulência do mercado” proposto por PINE (1993) e o modelo de SHARIFI & ZHANG (1999) o qual determina a “necessidade de agilidade para uma empresa”.

Nossa análise pretende ser mais completa que os dois modelos citados, uma vez que: i) utiliza fatores de ambos; ii) propõe PEGEMs mais adequados aos níveis de turbulência de um mercado (todos os cinco PEGEMs são incluídos na proposição, diferentemente dos dois

modelos anteriores os quais discutem somente alguns PEGEMs e seu relacionamento com a turbulência do mercado, a saber: Manufatura em Massa e Customização em Massa no modelo de PINE (1993) e Manufatura Ágil no modelo de SHARIFI & ZHANG (1999)). O relacionamento entre os PEGEMs e os níveis de turbulência de mercado é apresentado no passo 3 da metodologia.

A análise de turbulência proposta se fundamenta no comportamento de alguns fatores determinantes no mercado onde a empresa atua. Propomos que estes fatores sejam 23, baseado nos trabalhos de PINE (1993) e SHARIFI & ZHANG (1999). Estes fatores são mostrados a seguir.

- 1) Estabilidade e previsibilidade da demanda: este fator está relacionado a quão estável e previsível (ou então instável e imprevisível) é a demanda dos produtos da empresa.
- 2) Tipos de produtos fornecidos pela empresa: este fator está relacionado aos tipos de produtos que a empresa fornece, se estes produtos são de necessidade básica ou se são produtos de luxo.
- 3) Facilidade na identificação das necessidades dos clientes: este fator está relacionado a quão facilmente as necessidades dos clientes são identificadas. A idéia é que se estas necessidades são de difícil identificação, então a empresa dificilmente conseguirá prosperar fornecendo somente pouca variedade de produtos.
- 4) Natureza da demanda: este fator está relacionado a homogeneidade ou heterogeneidade da demanda. Quanto mais homogênea a demanda, mais padronizados são os gostos e portanto menor a variedade de produtos necessária para satisfazer os clientes.
- 5) Taxa de mudança nas necessidades dos clientes: este fator está relacionado a rapidez nas mudanças nas preferências dos consumidores.
- 6) Mercado com grande percepção nos preços: um mercado com grande sensibilidade aos preços é bem mais turbulento, pois nele os clientes não são leais a marcas específicas, estando sempre dispostos a mudar de empresa quando o preço subir e o negócio não se tornar mais conveniente.
- 7) Mercado com grande percepção na qualidade: da mesma forma que o fator preço, um mercado sensível à qualidade é aquele no qual os clientes mudam facilmente de fornecedor, buscando produtos com maior qualidade.
- 8) Mercado com grande percepção na moda: mercados que seguem modas recentes e passageiras têm alto grau de turbulência.

9) Nível do serviço pré e pós vendas: o nível de serviço exigido pelos clientes é diretamente proporcional ao nível de customização que desejam; portanto a exigência de altos níveis de serviço pré e pós vendas estão relacionados a ambientes mais turbulentos.

10) Poder de compra dos clientes: quanto maior o poder de compra dos clientes em uma indústria, menos as empresas podem controlar o ambiente e portanto mais este ambiente é turbulento.

11) Grau de influência de ciclos econômicos para a empresa: o grau que as vendas da empresa são afetados por ciclos econômicos de recessão, recuperação e expansão demonstram quão turbulento é o mercado.

12) Intensidade competitiva: o número de concorrentes em uma indústria, bem como a intensidade que estes competem também é um fator de turbulência em um mercado.

13) Estrutura competitiva: está relacionada a como é a competição no mercado – baseada em preços ou na diferenciação dos produtos. Uma competição baseada na diferenciação torna o mercado mais turbulento.

14) Nível de saturação do mercado: este fator está relacionado ao grau de saturação de mercado – saturado (possibilidades de venda existem somente pela substituição dos produtos atuais ou adição de novos produtos) ou insaturado (todas as vendas são destinadas a novos clientes no mercado). Quanto mais saturado, mais turbulento é um mercado.

15) Vulnerabilidade a produtos substitutos: quanto mais vulnerável são os produtos de uma empresa a produtos substitutos, mais turbulento é o mercado, pois exige das empresas um maior esforço de customização.

16) Tamanho e previsibilidade do ciclo de vida dos produtos da empresa: quanto menor e mais imprevisível o ciclo de vida de um produto, mais turbulento o mercado.

17) Taxa de mudança tecnológica no produto: quanto mais rápidas as inovações tecnológicas em um mercado mais turbulento é este ambiente.

18) Introdução de tecnologias completamente novas: está bastante relacionado à taxa de mudança tecnológica, porém neste caso ocorre a introdução de tecnologias totalmente diferentes das utilizadas habitualmente pela empresa. Quanto maior é a introdução destas tecnologias mais turbulento é o mercado.

19) Confiabilidade nos fornecedores: este fator está relacionado a como são efetuadas as entregas pelos fornecedores da empresa. Quanto mais confiáveis são as entregas tanto no quesito tempo, quanto qualidade, menos turbulento tende a ser um mercado.

- 20) Complexidade no projeto dos produtos da empresa: está relacionado ao grau de dificuldade para se projetar os novos produtos da empresa. Projetos mais complexos indicam um mercado mais exigente e voltado à tecnologia, portanto mais turbulento.
- 21) Complexidade na manufatura dos produtos da empresa: pelas mesmas razões do fator projeto, a complexidade na manufatura indica um mercado mais turbulento.
- 22) Pressões ambientais: pressões de entidades e de consumidores com relação à preservação ambiental indicam um mercado mais complexo e portanto mais turbulento.
- 23) Poder de resposta dos concorrentes: o poder de resposta dos concorrentes a promoções, inovações e outras estratégias da empresa também é um indicador de turbulência no mercado. Quanto maior este poder maior a turbulência no mercado.

O comportamento destes 23 fatores mostrados deve ser levantado por meio de um questionário em uma escala que vai de 0 a 10 (esta escala foi proposta tanto no trabalho de PINE (1993), quanto no de SHARIFI & ZHANG (1999)). Quanto mais próximo do 10 mais turbulento é o mercado analisado. Em nossos estudos de caso realizados na indústria de calçados (mostrados na seção 9.3) utilizamos um questionário deste tipo, cujo modelo se encontra em apêndice.

Após levantar-se o comportamento dos 23 fatores que influenciam a turbulência no mercado em questão já se pode estabelecer a turbulência do mercado onde a empresa atua. Propomos que para isto deva-se proceder ao cálculo de uma somatória do comportamento dos 23 fatores analisados. O resultado do cálculo da somatória dos diversos fatores nos fornece o que denominaremos nível de turbulência do mercado. Este valor deve ser comparado a uma escala de turbulência. PINE (1993) propôs uma escala de turbulência de 0 a 100 dividida em três níveis: baixa turbulência (onde de acordo com este autor a Manufatura em Massa ainda é efetiva), média turbulência (na qual este autor conclui que a Customização em Massa deve ser implantada em breve) e alta turbulência (onde a Customização em Massa deve ser implantada urgentemente). Como o escopo de nosso trabalho é maior do que o de PINE (1993), o qual trabalhou apenas com a Manufatura em Massa e a Customização em Massa, propomos uma escala de turbulência que vai de 0 a 230 e dividida em 5 níveis: i) turbulência baixa (de 0 a 45), ii) turbulência média-baixa (de 46 a 91), iii) turbulência média (de 92 a 137), iv) turbulência média-alta (de 138 a 183) e v) turbulência alta (de 184 a 230). Nesta tese mantemos esta idéia de linearidade (PINE, 1993) entre os níveis de turbulência. Pesquisas futuras podem se aprofundar mais nesta questão.

No passo 3 de nossa metodologia propomos qual (is) PEGEM (s) é (são) mais adequado (s) a cada um dos cinco níveis da escala de turbulência mostrada.

## **Passo 2: Estabelecer uma priorização dos principais objetivos estratégicos da produção relacionados aos PEGEMs**

O segundo passo de nossa metodologia para a identificação do PEGEM ideal para uma empresa é a identificação dos objetivos estratégicos da produção que a empresa deve priorizar. Tal identificação ajudará na escolha do PEGEM ideal para a empresa, uma vez que cada PEGEM é direcionado a buscar a melhoria de determinados objetivos estratégicos da produção, conforme foi visto no capítulo 2 desta tese.

Para a identificação de quais objetivos de desempenho devem ser priorizados pelas empresas sugerimos a utilização de uma metodologia de formulação de uma estratégia de manufatura proposta por SLACK (1993) e utilizada em diversos trabalhos (dentre eles KATAYAMA & BENNETT, 1999). Esta metodologia pode ser resumida em quatro passos, mostrados a seguir (para as finalidades de nosso trabalho acrescentamos um procedimento inicial à metodologia).

### 1º) Definir os objetivos de desempenho a serem estudados

Para as finalidades de nosso trabalho, os objetivos de desempenho a serem pesquisados são os objetivos principais capazes de identificar uma FGM (são os objetivos ganhadores de pedido de cada PEGEM, identificados no capítulo 2). Estes objetivos são 7, a saber: custo (relacionado à Manufatura em Massa Atual), qualidade (relacionado à Manufatura Enxuta), rapidez, pontualidade e variedade 2 (relacionados à Manufatura Responsiva), customabilidade (relacionado à Customização em Massa) e agilidade (relacionado à Manufatura Ágil). Uma definição desses objetivos de desempenho pode ser encontrado no capítulo 2 desta tese.

### 2º) Medir e Avaliar a importância dos objetivos de desempenho da produção para os clientes.

Para medir a importância dos objetivos de desempenho da produção para os clientes, SLACK (1993) propôs a utilização de uma escala de nove pontos. Esta escala é mostrada na tabela 9.1. Os itens 1, 2 e 3 da escala identificam um objetivo ganhador de pedido; os itens 4, 5 e 6 identificam um objetivo qualificador e os itens 7, 8 e 9 identificam os objetivos

menos importantes. Esta avaliação, com a conseqüente utilização da escala mostrada, deve ser feita mediante uma pesquisa junto aos principais clientes da empresa ou então por meio de entrevista com pessoas da organização que conhecem profundamente o mercado. Nossos estudos de caso utilizam o segundo método.

Tabela 9.1: Escala de nove pontos para a determinação da importância para os clientes dos objetivos de desempenho da produção

Fonte: SLACK (1993)

1. O objetivo de desempenho proporciona uma vantagem crucial junto aos clientes, representando portanto o principal impulso para a competitividade da empresa
2. O objetivo de desempenho proporciona uma importante vantagem junto aos clientes, devendo portanto ser sempre considerado
3. O objetivo de desempenho proporciona uma vantagem útil junto à maioria dos clientes
4. O objetivo de desempenho na empresa precisa estar pelo menos no nível do bom padrão do setor industrial
5. O objetivo de desempenho na empresa precisa estar em torno da média do padrão do setor industrial
6. O objetivo de desempenho na empresa precisa estar a pouca distância do restante do setor industrial
7. O objetivo de desempenho normalmente não é considerado pelos clientes. Mas pode se tornar mais importante no futuro
8. O objetivo de desempenho é muito raramente considerado pelos clientes
9. O objetivo de desempenho nunca é considerado pelos clientes e provavelmente nunca será

### 3º) Medir e Avaliar o desempenho dos objetivos de desempenho da produção da empresa frente aos concorrentes.

A avaliação da importância dos objetivos de desempenho da produção para os clientes adquire maior significado quando é realizada em conjunto com uma comparação do desempenho destes objetivos frente aos principais concorrentes da empresa. SLACK (1993) propõe a utilização de uma escala, também de nove pontos, para a realização desta comparação. Esta escala é mostrada na tabela 9.2. É importante salientar que essa comparação só pode ser feita se for conhecido o desempenho dos principais concorrentes da empresa com relação aos objetivos estratégicos pesquisados.

Tabela 9.2: Escala de nove pontos para a determinação do desempenho dos objetivos de desempenho da produção da empresa frente aos concorrentes

Fonte: SLACK (1993)

1. O desempenho do objetivo de desempenho na empresa é consistentemente e consideravelmente melhor do que o do concorrente mais próximo
2. O desempenho do objetivo de desempenho na empresa é bem melhor do que o concorrente mais próximo
3. O desempenho do objetivo de desempenho na empresa é marginalmente melhor do que o concorrente mais próximo
4. O desempenho do objetivo de desempenho na empresa é com frequência melhor do que a maioria dos concorrentes
5. O desempenho do objetivo de desempenho na empresa é aproximadamente o mesmo da maioria dos concorrentes
6. O desempenho do objetivo de desempenho na empresa está a uma pequena distância atrás dos concorrentes
7. O desempenho do objetivo de desempenho na empresa é usual e marginalmente pior do que os principais concorrentes
8. O desempenho do objetivo de desempenho na empresa é usualmente pior do que a maioria dos concorrentes
9. O desempenho do objetivo de desempenho na empresa é consistentemente pior do que a maioria dos concorrentes

#### 4º) Estabelecer uma priorização dos objetivos de desempenho através da matriz de importância-desempenho.

Uma vez estabelecida a importância dos objetivos de desempenho para os clientes e verificado o desempenho destes objetivos frente à concorrência, SLACK (1993) propõe que seja realizada uma análise da lacuna entre a importância e o desempenho dos objetivos estratégicos da produção a fim de se estabelecer uma priorização destes objetivos. A matriz de importância-desempenho é a ferramenta que possibilita tal análise, colocando os objetivos sob uma ótica dupla de importância e desempenho (a matriz de importância-desempenho é mostrada na figura 9.1). O eixo X da matriz representa a importância para os clientes e o eixo Y representa o desempenho frente aos concorrentes. A escala é a mesma utilizada nos dois procedimentos anteriores (tabelas 9.1 e 9.2). A matriz divide os objetivos de desempenho em quatro classes: i) objetivos que se encontram na zona de excesso (os clientes dão pouca importância e o desempenho é melhor do que os concorrentes); ii) objetivos que se encontram na zona apropriada (é a área onde os objetivos de desempenho podem ser considerados satisfatórios); iii) objetivos que se encontram na zona de melhoramento (os objetivos nesta área são candidatos à melhoria); iv) objetivos que se encontram na zona de ação drástica (os objetivos nesta área são críticos).



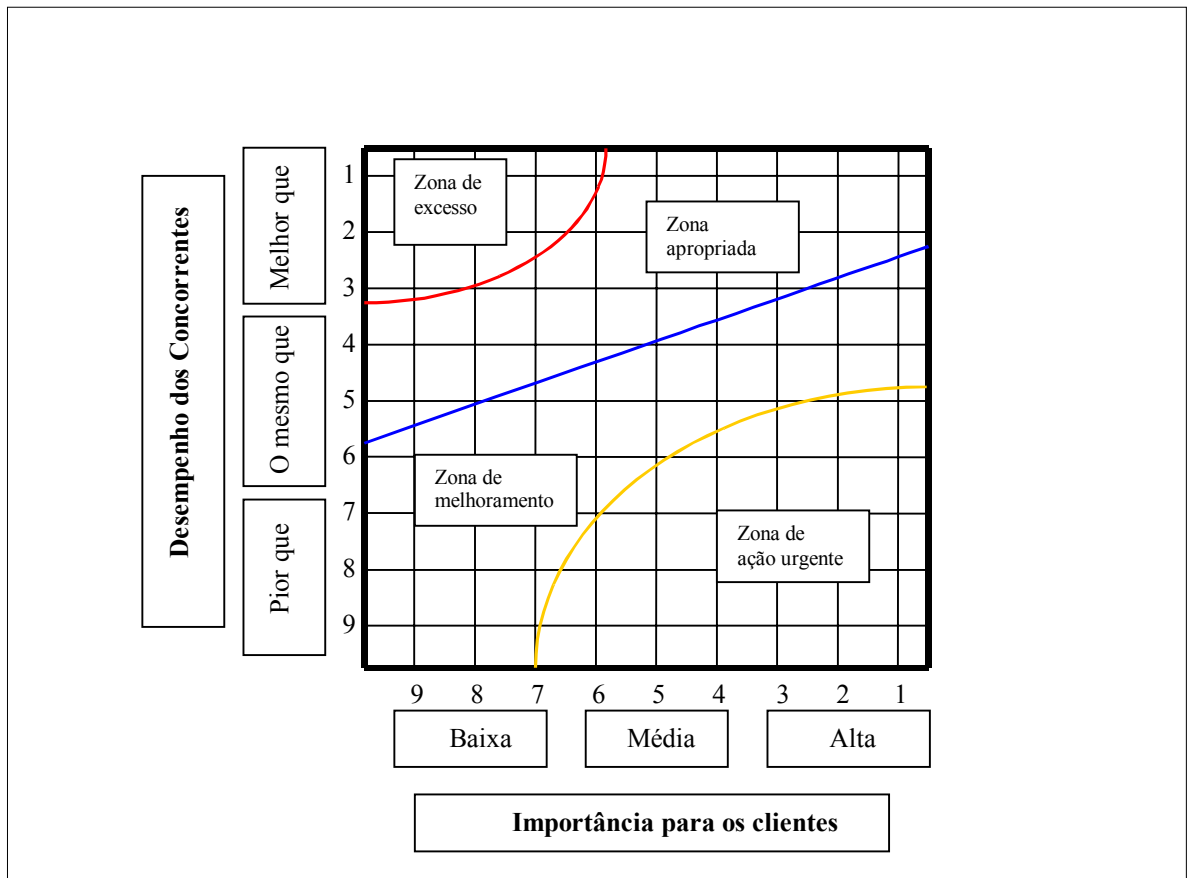


Figura 9.1: Matriz de importância-desempenho  
 Fonte: SLACK (1993)

Após a determinação do nível de turbulência do mercado (passo 1) e o estabelecimento de uma priorização dos objetivos estratégicos da produção relacionados aos PEGEMs (passo 2), deve-se passar ao passo 3 da metodologia, a qual vai realizar uma análise conjunta dos resultados dos dois passos anteriores e determinar o PEGEM mais adequado para a empresa.

**Passo 3: Analisar conjuntamente os resultados dos passos anteriores, determinando o PEGEM mais adequado**

Nesse passo, o qual completa nossa metodologia, propomos um algoritmo para a análise conjunta do mercado e dos objetivos estratégicos priorizados pela empresa. Esta análise resultará na escolha do PEGEM ideal para a empresa. Portanto este algoritmo utiliza os resultados dos dois passos anteriores de nossa metodologia. A figura 9.2 mostra o algoritmo e suas cinco etapas. A primeira etapa analisa qual (is) é (são) o (s) PEGEM (s) mais adequada (s) para o grau de turbulência no mercado encontrado no passo 1 da

metodologia, enquanto que as etapas de 2 a 4 analisam qual o PEGEM mais apropriado para o principal objetivo estratégico a ser priorizado pela empresa (encontrado no passo 2 da metodologia). Finalmente a etapa 5 conclui o algoritmo verificando compatibilidades e incompatibilidades das análises anteriores.

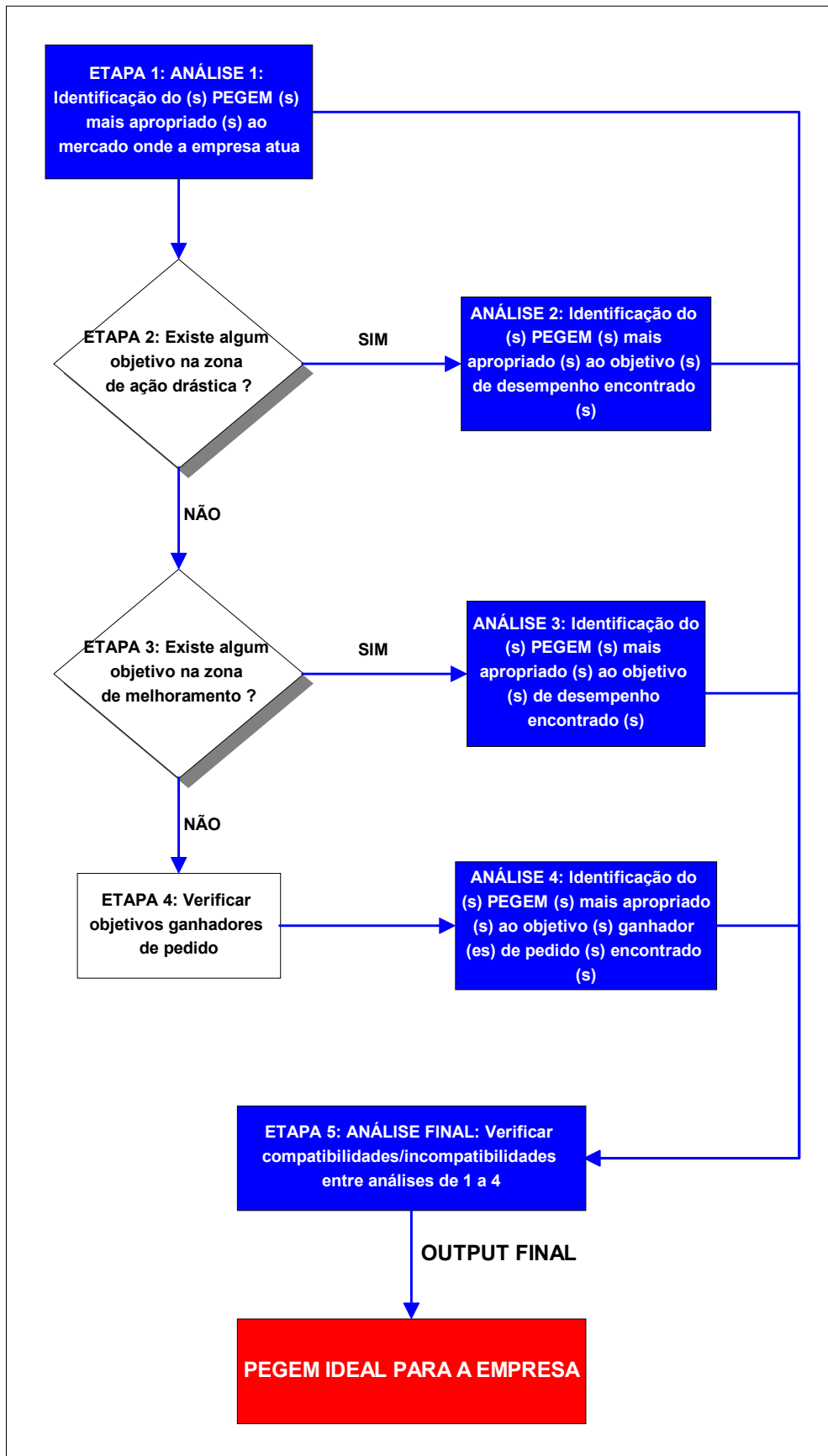


Figura 9.2: Algoritmo para a determinação do PEGEM ideal para uma empresa

A **primeira etapa** do algoritmo é a identificação do PEGEM mais adequado ao nível de turbulência do mercado onde a empresa atua. A partir da determinação do nível de turbulência (passo 1 da metodologia) deve-se proceder o que denominaremos análise 1, que nada mais é que a associação de um ou dois PEGEM (s) a este nível de turbulência. Para tornar essa associação possível, identificamos os PEGEMs mais adequados para trabalhar em cada um dos 5 níveis de turbulência propostos no passo 1 da metodologia (baixa, média-baixa, média, média-alta e alta). Essa identificação se baseia na idéia de que o próprio surgimento e evolução dos PEGEMs estão relacionados ao crescente grau de elevação da turbulência nos mercados que vêm ocorrendo principalmente a partir do início dos anos 90, motivado por fatores como o grande avanço tecnológico, a globalização, dentre outros. Portanto, partindo-se desta idéia e a partir de todo o referencial teórico sobre os PEGEMs apresentado nos capítulos anteriores desta tese, propomos um modelo de associação entre os cinco níveis de turbulência do mercado propostos no passo 1 e PEGEMs mais adequadas a cada um destes níveis. Este modelo basicamente relaciona a Manufatura em Massa Atual como sendo mais adequada a um nível baixo de turbulência. A Manufatura Enxuta também é apropriada a um mercado com um baixo nível de turbulência, porém este PEGEM pode ser indicada a um mercado com um nível de turbulência um pouco maior do que o mercado da Manufatura em Massa Atual; portanto a um nível de turbulência médio-baixo. A Manufatura Responsiva é um PEGEM não indicado para mercados com baixa turbulência, sendo portanto indicada para mercado de turbulência média-baixa e média. A MR também não é indicada para mercados com turbulência mais alta; para estes mercados a Customização em Massa e a Manufatura Ágil são os PEGEMs mais indicados. Sobre estes dois PEGEMs temos que a Manufatura Ágil é ainda mais apropriada para mercados mais turbulentos que a própria Customização em Massa uma vez que a Manufatura Ágil é projetada para oferecer uma variedade ainda maior que a Customização em Massa (ver capítulos 2 e 7). A síntese do nosso modelo de associação entre os níveis de turbulência dos mercados e os PEGEMs é mostrada na tabela 9.3.

Tabela 9.3: Proposta de associação entre níveis de turbulência do mercado e PEGEMs

<b>Classificação dos níveis de turbulência do mercado</b>	<b>PEGEMs adequados</b>
Baixa	Manufatura em Massa Atual/ Manufatura Enxuta
Média-baixa	Manufatura Enxuta/Manufatura Responsiva
Média	Manufatura Responsiva/ Customização em Massa
Média-alta	Customização em Massa/ Manufatura Ágil
Alta	Manufatura Ágil

Após a etapa 1 o algoritmo segue para a etapa seguinte (2), sendo que o (s) PEGEM (s) encontrada (s) na etapa 1 será (ão) utilizado (s) na análise final realizada na etapa 5 do algoritmo.

A **etapa 2** do algoritmo deve identificar os objetivos que se encontram na zona de ação drástica da matriz de importância-desempenho mostrada na figura 1. Caso haja algum objetivo de desempenho nesta área então deve-se proceder a análise 2, a qual tem por objetivo identificar o (s) PEGEM (s) mais apropriado (s) para o (s) objetivo (s) de desempenho encontrado (s). A tabela 9.4 ajuda nesta análise (o capítulo 2 mostra a relação entre os PEGEMs e os objetivos estratégicos da produção, a partir da qual surgiu a tabela 9.4). Esta tabela relaciona cada PEGEM ao seu principal objetivo ganhador de pedidos. Caso não exista nenhum objetivo de desempenho na zona de ação drástica, então deve-se passar a etapa 3 da metodologia.

Tabela 9.4: Os objetivos de desempenho ganhadores de pedido de cada PEGEM

<b>PEGEM</b>	<b>Principais objetivo (s) ganhador (es) de pedido relacionado (s)</b>
Manufatura em Massa Atual	Custo
Manufatura Enxuta	Qualidade
Manufatura Responsiva	Responsividade (Velocidade, pontualidade e variedade 2)
Customização em Massa	"Customabilidade"
Manufatura Ágil	Agilidade

A **etapa 3** da metodologia deve ser realizada somente se não existir nenhum objetivo na zona de ação drástica, ou seja, se a análise 2 não foi efetuada. A etapa 3 identifica se existe algum objetivo na zona de melhoramento da matriz de importância-desempenho (figura 1). Se houver pelo menos um objetivo nesta zona então deve-se passar a realização do que denominamos análise 3, a qual objetiva identificar o (s) PEGEM (s) relacionado (s) com o (s) objetivo (s) de desempenho identificado (s). Também neste caso a tabela 9.4 deve servir de referência para tal análise. Caso não exista nenhum objetivo na zona de melhoramento, então deve-se passar a etapa 4 da metodologia.

A **etapa 4** da metodologia somente será realizada caso não exista nenhum objetivo de desempenho nas zonas de ação drástica e melhoramento da matriz de desempenho-importância; ou seja, somente se as análises 2 e 3 não foram realizadas. Nesta etapa devem ser identificados os objetivos ganhadores de pedido. Isto já foi feito no passo 2 de nossa metodologia. A partir destes objetivos podemos realizar o que denominamos análise 4, a qual relaciona estes objetivos aos PEGEMs (mais uma vez deve-se utilizar a tabela 9.4 para se fazer tal relacionamento).

Antes de passarmos a etapa 5 de nosso algoritmo é interessante uma observação: como podemos notar, das etapa de 2 a 4, somente uma será realizada, e esta, juntamente com a etapa 1, formarão a base para a realização da análise final, que corresponde a etapa 5 de nosso algoritmo.

A **etapa 5** do algoritmo é a realização de uma análise final (denominamos análise 5), baseada nas análises de 1 a 4. Esta análise final tem por objetivo comparar e verificar as compatibilidades/incompatibilidades entre o (s) PEGEM (s) encontrado (s) na análise 1 e o (s) PEGEM (s) encontrado (s) nas análises de 2 a 4 (ou 2, ou 3 ou 4), determinando dessa forma o PEGEM ideal para a empresa. A figura 9.3 ilustra esta análise.

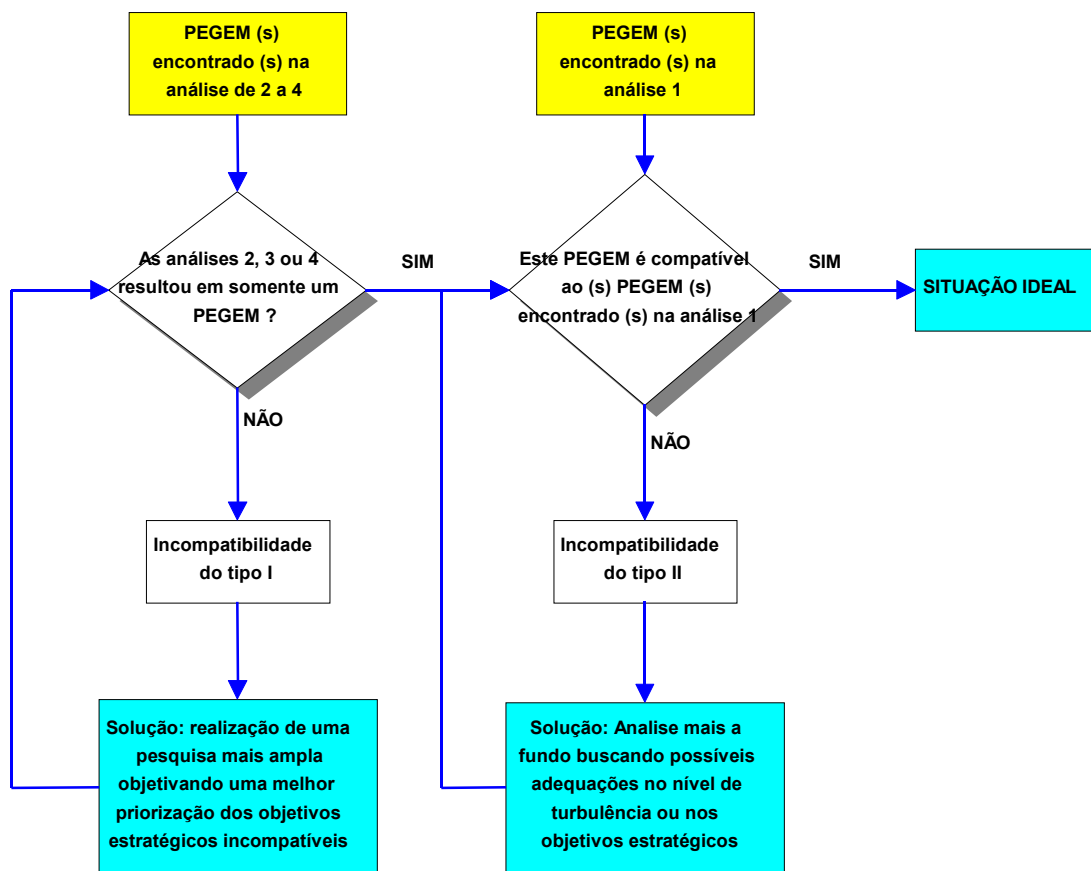


Figura 9.3: Um foco no processo decisório da etapa 5 do algoritmo proposto

A figura 9.3 demonstra que três diferentes situações podem ocorrer dentro da análise 5, a saber:

SITUAÇÃO A: Caso o número de PEGEMs encontradas nas análises de 2 a 4 for igual a exatamente um, e este é exatamente um dos dois PEGEMs resultantes da análise 1, então

este PEGEM resultante das análises de 2 a 4 é a FGM ideal para a empresa. A esta situação chamaremos de situação ideal.

SITUAÇÃO B: Caso o número de PEGEMs encontradas nas análises 2, 3 ou 4 seja maior que um, então aparentemente os resultados da metodologia nos levam a crer que a empresa deve priorizar, com a mesma ênfase, vários dos objetivos de desempenho tratados ao mesmo tempo. Porém devido à existência de *trade offs* entre estes objetivos (como discutido no capítulo 2 desta tese), isto se torna muito difícil. Neste caso tem-se o que denominamos incompatibilidade do tipo I. Para se solucionar esta incompatibilidade de objetivos estratégicos sugerimos que seja realizada uma pesquisa mais ampla e direcionada especificamente aos objetivos de desempenho encontrados, salientando-se claramente aos pesquisados os *trade offs* existentes entre estes objetivos. Esta pesquisa deve objetivar necessariamente a priorização de um dos objetivos. É claro que isso não significa que não deva ser dada importância aos outros objetivos, porém estes serão objetivos qualificadores. Desta forma tende-se a chegar a somente um objetivo estratégico e conseqüentemente a somente um PEGEM.

SITUAÇÃO C: Caso o número de PEGEMs encontrados nas análises 2 a 4 seja um e este PEGEM não seja compatível com o (s) PEGEM (s) encontrado (s) na análise 1, então temos uma incompatibilidade entre o PEGEM determinado pela priorização dos objetivos dos clientes e o (s) PEGEM (s) mais adequada (s) para o nível de turbulência no mercado em que a empresa atua. Nesse caso temos o que denominamos incompatibilidade do tipo II. Para se resolver esta incompatibilidade deve-se primeiramente realizar uma análise mais a fundo da incompatibilidade encontrada tentando eliminar possíveis pequenas distorções da própria metodologia. Basicamente estas correções podem ser de duas formas: i) corrigir o PEGEM encontrado para o nível de turbulência do mercado: isto pode ser feito quando o nível de turbulência se encontra perto de uma fronteira para a qual haveria compatibilidade; ii) corrigir o PEGEM encontrado de acordo com o objetivo estratégico priorizado pelos clientes: isto pode ser feito quando existem outros objetivos estratégicos com alta prioridade para os clientes e que são compatíveis com o PEGEM ideal para o nível de turbulência do mercado. Caso nenhum destes pequenos acertos puderem ser realizados então pode estar havendo falhas no levantamento dos dados (passo 1, passo 2 ou em ambos).

Na próxima seção nossa metodologia pode ser melhor entendida, pois é ilustrada e validada em um estudo de múltiplos casos na indústria brasileira de calçados.

## **9.3 Aplicação da metodologia: um estudo de múltiplos casos**

### **9.3.1 Introdução**

Aplicamos nossa metodologia para a determinação de qual PEGEM é mais adequado a determinada empresa em um estudo de múltiplos casos no setor de calçados. O objetivo desta aplicação é ilustrar e validar nossa metodologia, bem como conhecer melhor o mercado de calçados. Da mesma forma que no capítulo 8, a amostragem foi do tipo proposital: as empresas pesquisadas foram as mesmas do capítulo 8 (com a mesma codificação), com o objetivo de possibilitar comparações entre o PEGEM que a empresa utiliza no momento (visto no capítulo anterior) e o PEGEM mais adequado para esta empresa. Para cada um dos casos, apresentamos os seguintes tópicos, relacionados com os passos de nossa metodologia proposta: i) o grau de turbulência que a empresa enfrenta; ii) a priorização dos objetivos estratégicos da empresa; iii) a determinação do PEGEM mais adequado.

### **9.3.2 A Empresa A**

#### **O grau de turbulência que a empresa enfrenta**

O resultado da aplicação da análise de turbulência do mercado para a empresa A levou a uma classificação de um mercado com baixa turbulência (a somatória dos pontos dos 23 fatores analisados resultou em 44).

#### **A priorização dos objetivos estratégicos da manufatura na empresa**

Com relação aos objetivos estratégicos da manufatura, a empresa A apresentou os seguintes objetivos na zona apropriada da matriz de importância-desempenho mostrada na figura 9.1: i) os objetivos qualidade, rapidez e pontualidade precisam estar a pouca distância do restante do setor industrial (grau 6 na escala de importância dos clientes) e o desempenho nestes objetivos na empresa é com frequência melhor que a maioria dos concorrentes (grau 4 com relação ao desempenho dos concorrentes); ii) os objetivos variedade e “customabilidade” são muito raramente considerados pelos clientes (grau 8 na escala de importância dos clientes) e o desempenho da empresa nestes objetivos são aproximadamente o mesmo da maioria dos concorrentes (grau 5 com relação ao desempenho dos concorrentes); iii) o objetivo agilidade nunca é considerado pelos clientes e provavelmente nunca o será (grau 9 na escala de importância dos clientes) e o desempenho



da empresa com relação a este objetivo é aproximadamente o mesmo da maioria dos concorrentes (grau 5 com relação ao desempenho dos concorrentes).

Já o objetivo custo se encontra na zona de melhoramento da matriz de importância-desempenho. O custo foi considerado como o objetivo de desempenho que proporciona uma vantagem crucial junto aos clientes, representando portanto o principal impulso para a competitividade da empresa (grau 1 na escala de importância para os clientes) e o desempenho da empresa frente aos concorrentes com relação a este objetivo foi avaliado como marginalmente melhor do que o concorrente mais próximo (grau 3 na escala de desempenho dos concorrentes).

### **A determinação do PEGEM mais adequado**

A partir dos resultados mostrados anteriormente podemos determinar o PEGEM mais adequado para a empresa A. Para isto utilizamos o algoritmo mostrado na figura 9.2.

A primeira etapa do algoritmo relaciona um ou dois PEGEMs mais adequados ao mercado onde a empresa atua. O mercado foi classificado anteriormente como sendo um mercado com baixa turbulência. Para este tipo de mercado a Manufatura em Massa Atual e a Manufatura Enxuta são os PEGEMs mais indicados.

As etapas de 2 a 4 selecionam PEGEMs mais adequados de acordo com os objetivos de desempenho que devem ser priorizados pelos clientes (resultado da matriz importância-desempenho). Na zona de ação drástica não foi encontrado nenhum objetivo. Já na zona de melhoramento foi encontrado um objetivo: custo. O custo está relacionado com a Manufatura em Massa Atual.

A etapa 5 do algoritmo é a realização de uma análise final baseada nas análises anteriores (esta etapa é ilustrada na figura 9.3). As análises de 2 a 4 resultaram na MMA como PEGEM ideal para a empresa A, de acordo com o principal objetivo estratégico que a empresa deve priorizar. A análise 1 encontrou a MMA ou a ME como PEGEMs adequados ao mercado onde a empresa se encontra. Portanto não temos incompatibilidades, gerando uma situação ideal na qual podemos dizer que a Manufatura em Massa Atual é o PEGEM mais adequado para a empresa A.

### **9.3.3 A Empresa B**

#### **O grau de turbulência que a empresa enfrenta**

O resultado da aplicação da análise de turbulência do mercado para a empresa B levou a uma classificação da turbulência do mercado onde esta empresa atua como sendo

uma turbulência média baixa (a somatória dos pontos dos 23 fatores analisados resultou em 90 pontos).

### **A priorização dos objetivos estratégicos da manufatura na empresa**

Com relação aos objetivos estratégicos da manufatura, a empresa B apresentou os seguintes objetivos na zona apropriada da matriz de importância-desempenho: i) os objetivos pontualidade e custo precisam estar pelo menos no nível do bom padrão do setor industrial (grau 4 na escala de importância dos clientes) e o desempenho nestes objetivos na empresa é marginalmente melhor do que o concorrente mais próximo (grau 3 com relação ao desempenho dos concorrentes); ii) os objetivos rapidez e variedade precisam estar a pouca distância do restante do setor industrial (grau 6 na escala de importância dos clientes) e o desempenho nestes objetivos na empresa é com frequência melhor que a maioria dos concorrentes (grau 4 com relação ao desempenho dos concorrentes); iii) o objetivo “customabilidade” é muito raramente considerado pelos clientes (grau 8 na escala de importância dos clientes) e o desempenho da empresa neste objetivo é aproximadamente o mesmo da maioria dos concorrentes (grau 5 com relação ao desempenho dos concorrentes); iv) o objetivo agilidade nunca é considerado pelos clientes e provavelmente nunca o será (grau 9 na escala de importância dos clientes) e o desempenho da empresa com relação a este objetivo é aproximadamente o mesmo da maioria dos concorrentes (grau 5 com relação ao desempenho dos concorrentes).

Já o objetivo qualidade se encontra na zona de melhoramento da matriz de importância-desempenho. A qualidade foi considerado como o objetivo de desempenho que proporciona uma vantagem crucial junto aos clientes, representando portanto o principal impulso para a competitividade da empresa (grau 1 na escala de importância para os clientes) e o desempenho da empresa frente aos concorrentes com relação a este objetivo foi avaliado como sendo com frequência melhor do que a maioria dos concorrentes (grau 4 na escala de desempenho dos concorrentes).

### **A determinação do PEGEM mais adequado**

A partir dos resultados mostrados acima podemos determinar o PEGEM mais adequado para a empresa A, utilizando o algoritmo mostrado na figura 9.2.

A primeira etapa do algoritmo relaciona um ou dois PEGEMs mais adequados ao mercado onde a empresa atua. O mercado foi classificado anteriormente como sendo um

mercado com turbulência média baixa. Para este tipo de mercado, a Manufatura Enxuta e a Manufatura Responsiva são os paradigmas mais indicados.

As etapas de 2 a 4 selecionam os PEGEMs mais adequados de acordo com os objetivos de desempenho que devem ser priorizados pelos clientes. Na zona de ação drástica não foi encontrado nenhum objetivo. Na zona de melhoramento foi encontrado somente um objetivo: a qualidade. Este objetivo está relacionado com a ME.

Vamos agora proceder a etapa 5 do algoritmo, que é a realização de uma análise final baseada nas análises anteriores. As análises de 2 a 4 resultaram na ME como PEGEM ideal para a empresa B, de acordo com o principal objetivo estratégico que a empresa deve priorizar. A análise 1 encontrou a ME ou a MR como PEGEMs adequados ao mercado onde a empresa se encontra. Portanto não temos incompatibilidades, gerando uma situação ideal na qual podemos dizer que a Manufatura Enxuta é o PEGEM mais adequado para a empresa B.

### **9.3.4 A Empresa C**

#### **O grau de turbulência que a empresa enfrenta**

Para a empresa C, o resultado da aplicação da análise de turbulência do mercado levou a uma classificação da turbulência do mercado média (a somatória dos pontos dos 23 fatores analisados resultou em 101 pontos). Alguns fatores que levaram a este grau de turbulência foram: os gostos dos clientes da empresa são heterogêneos, mudando com uma certa frequência; a qualidade e a moda exercem grande influência na decisão dos clientes em comprar os produtos da empresa; o grau de concorrência entre a empresa e seus concorrentes é altíssima, sendo que esta competição é bastante baseada na diferenciação de produtos.

#### **A priorização dos objetivos estratégicos da manufatura na empresa**

Referente aos objetivos estratégicos da manufatura, a empresa C apresentou os seguintes objetivos na zona apropriada da matriz de importância desempenho: i) o objetivo custo precisa estar a pouca distância do restante do setor industrial (grau 6 na escala de importância dos clientes) e o desempenho da empresa neste objetivo é com frequência melhor que a maioria dos concorrentes (grau 4 com relação ao desempenho dos concorrentes); ii) o objetivo “customabilidade” é muito raramente considerado pelos clientes (grau 8 na escala de importância dos clientes) e o desempenho da empresa neste objetivo é aproximadamente o mesmo da maioria dos concorrentes (grau 5 com relação ao

desempenho dos concorrentes); iii) o objetivo agilidade nunca é considerado pelos clientes e provavelmente nunca o será (grau 9 na escala de importância dos clientes) e o desempenho da empresa com relação a este objetivo é aproximadamente o mesmo da maioria dos concorrentes (grau 5 com relação ao desempenho dos concorrentes).

A qualidade e a variedade se encontram na zona de melhoramento da matriz de importância-desempenho. Estes objetivos foram considerados como os objetivos de desempenho que proporcionam uma importante vantagem junto aos clientes, devendo portanto ser sempre considerado (grau 2 na escala de importância para os clientes) e o desempenho da empresa com relação a estes objetivos frente aos concorrentes foi avaliado como sendo com frequência melhor do que a maioria dos concorrentes (grau 4 na escala de desempenho dos concorrentes).

Já os objetivos pontualidade e velocidade se encontram na zona de ação drástica da matriz de importância-desempenho, uma vez que esses objetivos foram considerados como objetivos que proporcionam uma vantagem útil junto à maioria dos clientes (grau 3 com relação à importância para os clientes) e o desempenho da empresa neste objetivos foi considerado como estando a uma pequena distância atrás dos concorrentes (grau 6 na escala de desempenho dos concorrentes). Portanto a empresa está focando esforços para melhorar sua performance neste quesito.

### **A determinação do PEGEM mais adequado**

A partir dos resultados mostrados acima podemos determinar o PEGEM mais adequado para a empresa C, utilizando o algoritmo mostrado na figura 9.2.

De acordo com a primeira etapa do algoritmo (a qual relaciona um ou dois PEGEMs ao mercado onde a empresa atua), o PEGEM mais adequado para a empresa é a Manufatura Responsiva ou a Customização em Massa, uma vez que o mercado foi classificado como tendo um nível de turbulência média.

Já as etapas de 2 a 4 do algoritmo selecionam os PEGEMs mais adequados de acordo com os objetivos de desempenho que devem ser priorizados pelos clientes. Na zona de ação drástica foram encontrados os objetivos velocidade e pontualidade, objetivos estes relacionados à MR (também o objetivo variedade se encontra na zona de melhoramento)

Portanto, realizando a análise final, proposta na etapa 5 do algoritmo, concluímos que a Manufatura Responsiva é o PEGEM mais adequado para a empresa C, uma vez que os resultados das análises 1 e de 2 a 4 forneceram o mesmo resultado, sem incompatibilidades.

### **9.3.5 A Empresa D**

#### **O grau de turbulência que a empresa enfrenta**

Para a empresa D, o resultado da aplicação da análise de turbulência do mercado levou a uma classificação do mercado como tendo uma turbulência média (a somatória dos pontos dos 23 fatores analisados resultou em 112 pontos). Alguns fatores que contribuem para esta classificação são: gostos heterogêneos dos clientes da empresa; necessidades dos clientes mudando com alta frequência; moda exerce grande influência na decisão dos clientes em comprar os produtos da empresa; alto grau de concorrência entre a empresa e seus concorrentes; ciclo de vida dos produtos da empresa bastante curto (de dois a três meses em média) e atividade de projetar produtos na empresa complexa.

#### **A priorização dos objetivos estratégicos da manufatura na empresa**

Com relação aos objetivos estratégicos da manufatura, a empresa D apresentou os seguintes objetivos na zona apropriada da matriz de importância-desempenho: i) os objetivos custo e qualidade precisam estar em torno da média do setor industrial (grau 5 na escala de importância dos clientes) e o desempenho da empresa nestes objetivos é marginalmente melhor do que o concorrente mais próximo (grau 3 com relação ao desempenho dos concorrentes); ii) o objetivo “customabilidade” precisa estar a pouca distância do restante do setor industrial (grau 6 na escala de importância dos clientes) e o desempenho da empresa neste objetivo é com frequência melhor que a maioria dos concorrentes (grau 4 com relação ao desempenho dos concorrentes); iii) o objetivo agilidade nunca é considerado pelos clientes e provavelmente nunca o será (grau 9 na escala de importância dos clientes) e o desempenho da empresa com relação a este objetivo é aproximadamente o mesmo da maioria dos concorrentes (grau 5 com relação ao desempenho dos concorrentes).

Os outros 3 objetivos (variedade, pontualidade e velocidade) se encontram na zona de melhoramento da matriz importância-desempenho, uma vez que esses objetivos foram considerados como objetivos que proporcionam uma vantagem crucial junto aos clientes, representando portanto o principal impulso para a competitividade da empresa (grau 1 com relação à importância para os clientes) e o desempenho da empresa neste objetivos foi considerado como sendo com frequência melhor do que a maioria dos concorrentes (grau 4 com relação ao desempenho frente aos concorrentes).

Nenhum objetivo encontra-se na zona de ação drástica.

### **A determinação do PEGEM mais adequado**

A partir dos resultados mostrados acima pode-se determinar o PEGEM mais adequado para a empresa D, utilizando o algoritmo mostrado na figura 9.2.

De acordo com a primeira etapa do algoritmo (a qual relaciona um ou dois PEGEMs ao mercado onde a empresa atua), o PEGEM mais adequado para a empresa é a Manufatura Responsiva ou a Customização em Massa, uma vez que o mercado foi classificado como tendo um nível de turbulência média.

Já as etapas de 2 a 4 do algoritmo selecionam os PEGEMs mais adequados de acordo com os objetivos de desempenho que devem ser priorizados pelos clientes. Na zona de ação drástica não foi encontrado nenhum objetivo. Já na zona de melhoramento foram encontrados os objetivos velocidade, pontualidade e variedade, objetivos relacionados à MR. Portanto o resultado da etapa 3 do algoritmo é MR

Realizando a análise final, proposta na etapa 5 do algoritmo, concluímos que a Manufatura Responsiva é o PEGEM mais adequado para a empresa D, uma vez que os resultados das análises 1 e de 2 a 4 (especificamente a análise 3) forneceram o mesmo resultado, sem incompatibilidades.

### **9.3.6 A Empresa E**

#### **O grau de turbulência que a empresa enfrenta**

O resultado da aplicação da análise de turbulência do mercado na empresa D levou a uma classificação da turbulência do mercado como média (a somatória dos pontos dos 23 fatores analisados resultou em 124 pontos). Alguns fatores que levaram a um maior grau de turbulência foram: os produtos são basicamente de luxo, as necessidades dos clientes mudam com alta frequência; os preços e a qualidade exercem grande influência na decisão dos clientes em comprar os produtos da empresa; os clientes ditam os preços e as condições do negócio; as vendas da empresa são bastante influenciadas por ciclos econômicos; o grau de concorrência entre a empresa e seus concorrentes é muito alta e a atividade de projetar produtos na empresa é uma atividade considerada complexa.

## **A priorização dos objetivos estratégicos da manufatura na empresa**

A empresa D apresentou os seguintes objetivos estratégicos na zona apropriada da matriz de importância-desempenho: i) o objetivo qualidade proporciona uma vantagem útil junto à maioria dos clientes (grau 3 na escala de importância dos clientes) e o desempenho da empresa nestes objetivos é marginalmente melhor do que o concorrente mais próximo (grau 3 com relação ao desempenho dos concorrentes); ii) o objetivo agilidade nunca é considerado pelos clientes e provavelmente nunca o será (grau 9 na escala de importância dos clientes) e o desempenho da empresa com relação a este objetivo é aproximadamente o mesmo da maioria dos concorrentes (grau 5 com relação ao desempenho dos concorrentes).

Quatro objetivos se encontram na zona de melhoramento da matriz importância-desempenho. A variedade e o custo são considerados objetivos que proporcionam uma importante vantagem junto aos clientes, devendo portanto ser sempre considerado (grau 2 na escala de importância para os clientes) e o desempenho da empresa com relação a estes objetivos frente aos concorrentes foi avaliado como sendo com frequência melhor do que a maioria dos concorrentes (grau 4 na escala de desempenho dos concorrentes). A velocidade e a pontualidade também são objetivos que proporciona uma importante vantagem junto aos clientes, devendo portanto ser sempre considerados (grau 2 na escala de importância para os clientes), porém o desempenho da empresa nestes objetivos é marginalmente melhor do que o concorrente mais próximo (grau 3 na escala de desempenho dos concorrentes).

Um objetivo se encontra na zona de ação drástica da matriz de importância-desempenho: a customabilidade. Este objetivo foi considerado como um objetivo que proporciona uma vantagem crucial junto aos clientes, representando portanto o principal impulso para a competitividade da empresa (grau 1 com relação à importância para os clientes) e o desempenho da empresa neste objetivos foi considerado como sendo aproximadamente o mesmo da maioria dos concorrentes (grau 5 na escala de desempenho dos concorrentes)

## **A determinação do PEGEM mais adequado**

A partir dos resultados mostrados acima pode-se determinar o PEGEM mais adequado para a empresa E, utilizando o algoritmo mostrado na figura 9.2.

De acordo com a primeira etapa do algoritmo, o PEGEM mais adequado para a empresa é a Manufatura Responsiva ou a Customização em Massa, uma vez que o mercado foi classificado como tendo um nível médio de turbulência.

Já as etapas de 2 a 4 do algoritmo selecionam os PEGEMs mais adequados de acordo com os objetivos de desempenho que devem ser priorizados pelos clientes. Na zona de ação drástica encontra-se o objetivo customabilidade. Este objetivo está relacionado à Customização em Massa. Portanto o resultado da etapa 2 do algoritmo é CM.

Realizando a análise final, proposta na etapa 5 do algoritmo, concluímos que a Customização em Massa é o PEGEM mais adequado para a empresa E, uma vez que os resultados das análises 1 e de 2 a 4 (especificamente a análise 2) forneceram o mesmo resultado, sem incompatibilidades.

### **9.3.7 Empresa F**

#### **O grau de turbulência que a empresa enfrenta**

O resultado da aplicação da análise de turbulência do mercado para a empresa F levou a uma classificação de um mercado com baixa turbulência (a somatória dos pontos dos 23 fatores analisados resultou em 41). Alguns exemplos desta baixa turbulência são: as necessidades dos clientes são facilmente entendidas, os gostos são razoavelmente homogêneos, as necessidades dos clientes mudam muito lentamente, a moda tem pouca influência na compra dos produtos da empresa, a competição no mercado onde a empresa atua é ditada basicamente pelo preço e os ciclos de vida dos produtos são bastante longos (existem alguns modelos da empresa que estão no mercado há mais de 5 anos).

#### **A priorização dos objetivos estratégicos da manufatura na empresa**

A empresa F apresentou os seguintes objetivos na zona apropriada da matriz de importância desempenho mostrada na figura 9.1: i) os objetivos rapidez e pontualidade precisam estar a pouca distância do restante do setor industrial (grau 6 na escala de importância dos clientes) e o desempenho nestes objetivos na empresa é com frequência melhor que a maioria dos concorrentes (grau 4 com relação ao desempenho dos concorrentes); ii) os objetivos variedade e “customabilidade” são muito raramente considerados pelos clientes (grau 8 na escala de importância dos clientes) e o desempenho da empresa nestes objetivos é com frequência melhor que a maioria dos concorrentes (grau 4 com relação ao desempenho dos concorrentes); iii) o objetivo agilidade nunca é considerado pelos clientes e provavelmente nunca o será (grau 9 na escala de importância dos clientes) e o desempenho da empresa com relação a este objetivo é aproximadamente o mesmo da maioria dos concorrentes (grau 5 com relação ao desempenho dos concorrentes).



O objetivo qualidade se encontra na zona de melhoramento da matriz de importância-desempenho. A qualidade foi considerado como o objetivo de desempenho que proporciona uma importante vantagem junto aos clientes, devendo portanto sempre ser considerada (grau 2 na escala de importância para os clientes) e o desempenho da empresa frente aos concorrentes com relação a este objetivo foi avaliado como sendo com frequência melhor do que a maioria dos concorrentes (grau 4 na escala de desempenho dos concorrentes).

Já o objetivo custo encontra-se na zona de ação urgente da matriz desempenho-importância. Este objetivo proporciona uma vantagem crucial junto aos clientes, representando portanto o principal impulso para a competitividade da empresa (grau 1 na escala de importância para os clientes) e com relação aos concorrentes o desempenho em custo é usual e marginalmente pior do que os principais concorrentes (grau 7 na escala de desempenho dos concorrentes)

### **A determinação do PEGEM mais adequado**

A partir dos resultados mostrados anteriormente e utilizando o algoritmo mostrado na figura 9.2, podemos determinar o PEGEM mais adequado para a empresa F.

A primeira etapa do algoritmo relaciona um ou dois PEGEMs mais adequados ao mercado onde a empresa atua. O mercado apresenta baixa turbulência. Para este tipo de mercado a Manufatura em Massa Atual e a Manufatura Enxuta são os PEGEMs mais indicados.

Já as etapas de 2 a 4 selecionam PEGEMs mais adequados de acordo com os objetivos de desempenho que devem ser priorizados pelos clientes (resultado da matriz importância desempenho). Na zona de ação drástica foi encontrado o objetivo custo. Portanto a MMA é o PEGEM mais adequado para a empresa de acordo com as etapas de 2 a 4.

A etapa 5 do algoritmo realiza uma análise final baseada nas análises anteriores. As análises de 2 a 4 resultaram na MMA como PEGEM ideal para a empresa F, de acordo com o principal objetivo estratégico que a empresa deve priorizar. A análise 1 encontrou a MMA ou a ME como PEGEMs adequados ao mercado onde a empresa se encontra. Portanto não temos incompatibilidades, gerando uma situação ideal na qual podemos dizer que a Manufatura em Massa Atual é o PEGEM mais adequado para a empresa F.

No capítulo 8 mostramos que esta empresa está totalmente sem foco estratégico. Aqui mostramos que ela deve se estruturar de forma a alcançar a MMA.

### 9.3.8 Análise Intercasos

Nesta seção são resumidos os resultados dos seis estudos de caso apresentados. Estes estudos de caso, além de servir para validar a metodologia proposta neste capítulo, ainda mostrou que na indústria de calçados brasileira existe espaço para pelo menos quatro dos cinco PEGEMs tratados nesta tese (Manufatura em Massa Atual, Manufatura Enxuta, Manufatura Responsiva e Customização em Massa). Somente a Manufatura Ágil não foi considerado um PEGEM ideal para nenhuma das empresas de calçados estudadas. Uma das razões para este fato está certamente na turbulência do mercado de calçados. Como pudemos notar nos estudos de caso, nenhuma das empresas pesquisadas classificou o mercado como sendo de turbulências média alta ou alta. São exatamente estes mercados que acreditamos serem os mais adequados para a Manufatura Ágil. Portanto, o mercado calçadista, pelo menos atualmente, não é propício para a Manufatura Ágil. A tabela 9.5 resume os resultados de cada um dos seis estudos de caso.

Tabela 9.5: Resultados dos estudos de caso

<b>Empresa</b>	<b>PEGEM mais adequado</b>
A	Manufatura em Massa Atual
B	Manufatura Enxuta
C	Manufatura Responsiva
D	Manufatura Responsiva
E	Customização em Massa
F	Manufatura em Massa Atual

## 9.4 Considerações a respeito de uma utilização conjunta das metodologias desenvolvidas nos capítulos 8 e 9

As metodologias desenvolvidas nos capítulos 8 e 9 desta tese podem e devem ser utilizados em conjunto para fornecer um direcionamento estratégico às empresas. Isto pode ser feito comparando-se o resultado da aplicação da metodologia para identificação do PEGEM (capítulo 8) com os resultados da metodologia para identificação do PEGEM mais apropriado. Conforme sejam encontradas inconsistências, a empresa deve buscar a implantação do PEGEM mais adequado. O referencial teórico disponível nesta tese pode servir como referência para isto. Caso o PEGEM utilizado seja o PEGEM ideal, melhorias podem ser conseguidas aumentando o grau de implantação deste PEGEM na empresa. Isto

pode ser feito de três formas: i) aumentando o grau de importância dos princípios do PEGEM adequado para a empresa; ii) implementando mais capacitadores relativos ao PEGEM mais adequado e iii) configurando de acordo com o PEGEM adequado as áreas de decisão que ainda não estão de acordo com este paradigma.

A figura 9.4 resume o procedimento para a utilização conjunta das metodologias desenvolvidas nos capítulos 8 e 9.

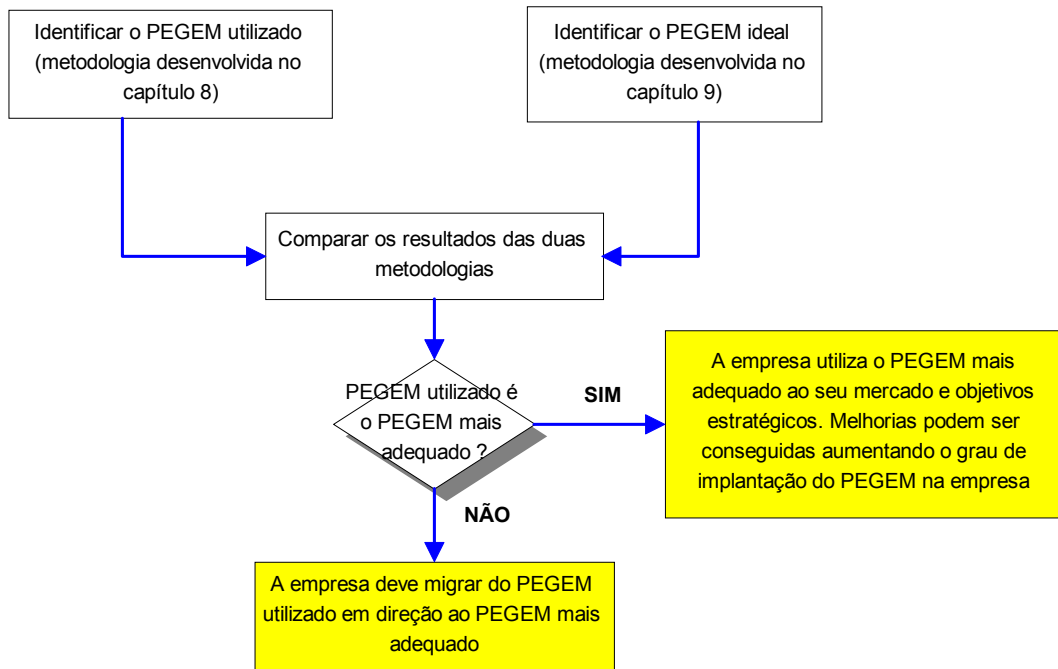


Figura 9.4: Procedimento para análise conjunta dos resultados das metodologias dos capítulos 8 e 9.

Um exemplo da análise conjunta das duas metodologias desenvolvidas pode ser vista na tabela 9.6. Nesta tabela comparamos os resultados das duas metodologias para os seis estudos de caso efetuados. Notamos nesta tabela que para as empresas A, B, D e E os resultados obtidos para as duas metodologias são corentes, ou seja, a empresa utiliza um PEGEM que é o mais adequado para o mercado e os objetivos estratégicos desta empresa. Melhorias nestas empresas podem ser conseguidas pelo aumento do grau de implantação destes paradigmas das três formas já descritas anteriormente. Já as empresas C e F não utilizam o PEGEM mais adequado. No caso da empresa C, como já salientamos no capítulo 8, ela está se reconfigurando para alcançar a Manufatura Responsiva, que é o PEGEM mais adequado para esta empresa. Já a empresa F, uma empresa caracterizada como não tendo um foco estratégico, esta empresa deve buscar alcançar a Manufatura em Massa Atual.

Tabela 9.6: Resultados conjuntos dos estudos de casos realizados nos capítulos 8 e 9

<b>Empresa</b>	<b>PEGEM utilizado</b>	<b>PEGEM mais adequado</b>
A	Manufatura em Massa Atual	Manufatura em Massa Atual
B	Manufatura Enxuta	Manufatura Enxuta
C	Manufatura Enxuta	Manufatura Responsiva
D	Manufatura Responsiva	Manufatura Responsiva
E	Customização em Massa	Customização em Massa
F	Sem foco estratégico	Manufatura em Massa Atual

## 9.5 Conclusões

O presente capítulo apresenta uma metodologia para a correta escolha do PEGEM que deve ser utilizado por uma determinada empresa. A metodologia é composta por três passos: i) determinação do grau de turbulência do mercado onde a empresa atua; ii) verificação de quais os objetivos estratégicos que devem ser priorizados pela empresa, através da utilização da matriz importância-desempenho proposta por SLACK (1993) e iii) analisa conjuntamente os dois resultados anteriores, determinando o PEGEM mais adequado para a empresa.

A metodologia é validada por meio de sua utilização em um estudo de múltiplos casos na indústria de calçados brasileira. Os PEGEMs mais adequados para as quatro empresas estudadas foram: Manufatura em Massa Atual (duas empresas), Manufatura Enxuta (uma empresa) e Manufatura Responsiva (duas empresas) e Customização em Massa (uma empresa).

Também neste capítulo apresentamos algumas considerações sobre a relação do PEGEM que a empresa utiliza (visto no capítulo 8) e o PEGEM que empresa deve utilizar. Desta forma por meio da comparação dos estudos de caso destes dois capítulos, temos um referencial de extrema importância para uma empresa avaliar onde está e onde deve chegar com relação à sua estratégia de produção. Portanto a utilização conjunta dos dois capítulos é fundamental.

Uma metodologia com tais objetivos e escopo não é encontrada atualmente na literatura de Gestão da Produção.

---

## Capítulo 10: Conclusões

---

Para um melhor entendimento, dividimos as conclusões desta tese em três seções. Primeiramente avaliamos os objetivos propostos; após isto trazemos as principais contribuições desta tese e finalmente listamos possibilidades de pesquisas futuras relacionadas ao tema desta tese.

### 10.1 Avaliação Geral dos Objetivos

Nesta seção verificamos se os objetivos da tese foram ou não atingidos. Concluímos que todos os objetivos desta tese foram plenamente satisfeitos. A razão para esta afirmação é explicitada abaixo:

O objetivo geral 1 foi plenamente alcançado, uma vez que esta tese realiza um completo estudo exploratório sobre os Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura (PEGEMs) encontrados atualmente na literatura de Gestão da Produção. Dentro deste estudo exploratório é proposta a própria nomenclatura PEGEM, bem como são identificados elementos chave destes paradigmas, o que possibilita a comparação entre os próprios paradigmas e entre estes paradigmas e outros termos utilizados em Gestão da Produção. Além disso, ainda dentro do escopo deste objetivo, são desenvolvidos modelos que relacionam os PEGEMs aos objetivos estratégicos da produção e a aspectos decisórios do Planejamento e Controle da Produção. Uma vez constatado que a Manufatura Responsiva é o PEGEM menos tratado na literatura e que mais relação apresenta com o Controle da Produção, é proposta uma metodologia para se alcançar a Manufatura Responsiva.

Também o objetivo geral 2 desta tese foi atingido, uma vez que foram desenvolvidos modelos para a identificação do paradigma utilizado e do paradigma mais adequado para uma empresa. Estes modelos foram validados em um estudo de múltiplos casos na indústria brasileira de calçados. Através da aplicação destes modelos conseguiu-se realizar um diagnóstico dos paradigmas utilizados em empresas da indústria de calçados, além de se identificar paradigmas mais adequados para estas empresas em função de seus objetivos estratégicos e do mercado onde estas atuam..

## 10.2 Contribuições do trabalho

Este trabalho apresenta uma série de contribuições para a literatura de Gestão da Produção. Estas contribuições são pormenorizadas no final de cada capítulo. Resumidamente estas contribuições são:

- uniformizar conceitos em Gestão da Produção através da proposição de uma nova conceituação (PEGEM), a qual abriga a maioria dos modernos paradigmas encontrados na literatura (Manufatura em Massa Atual, Manufatura Enxuta, Manufatura Responsiva, Customização em Massa e Manufatura Ágil);
- Comparar os PEGEMs à luz de revisões bibliográficas completas sobre estes paradigmas;
- Estabelecer um relacionamento entre os PEGEMs e os objetivos estratégicos da produção. Acreditamos que este relacionamento seja mais abrangente do que outros dois modelos anteriores disponíveis na literatura;
- Contribuir para o preenchimento de uma importante lacuna em Gestão da Produção que é a falta de integração entre Estratégia da Produção e Planejamento e Controle da Produção. Esta contribuição se deu por meio da proposta de um relacionamento entre os PEGEMs tratados nesta tese (e portanto entre os objetivos estratégicos da produção) e aspectos importantes do Controle da Produção;
- Mostrar evidências da utilização da Manufatura em Massa (com algumas diferenças em relação à Manufatura em Massa Fordista) em empresas brasileiras de calçados;
- Propor uma metodologia inédita para se alcançar a Manufatura Responsiva. A metodologia proposta enfatiza o Controle da Produção como atividade chave para se conseguir a responsividade. Esta metodologia está em implantação em uma grande empresa de calçados brasileira;
- Diferenciar claramente Manufatura Ágil e Customização em Massa, dois termos normalmente confundidos na literatura; dessa forma pretende-se facilitar o entendimento e a implantação desses paradigmas em empresas;
- Fornecer às empresas uma forma de avaliar onde ela está e onde ela deve chegar no tocante à sua estratégia da produção. Estas contribuições advêm da aplicação conjunta das metodologias inéditas propostas nos capítulos 8 e 9 desta tese.

Dessa forma, acreditamos que a tese apresenta uma série de contribuições à área da Gerência da Produção, mais especificamente aos campos de Estratégia da Produção e Planejamento e Controle da Produção.

### **10.3 Propostas de Pesquisas Futuras**

Ao longo dos capítulos desta tese inúmeras sugestões de trabalhos futuros foram propostas. Nesta seção apresentamos resumidamente algumas destas principais sugestões:

- Com relação à Manufatura em Massa, podem ser realizados estudos que comprovem a existência da Manufatura em Massa Atual em outros setores industriais;
- Com relação à Manufatura Responsiva pode-se implantar e avaliar nossa proposta, o que já está sendo feito em uma grande empresa (em nível de dissertação de mestrado);
- Com relação à Customização em Massa e a Manufatura Ágil pode-se estudar a fundo o Controle da Produção em tais PEGEMs;
- Com relação às metodologias desenvolvidas nos capítulos 8 e 9 elas podem ser utilizadas de várias formas: i) estudar um setor industrial como um todo; ii) realizar comparações entre setores industriais distintos; iii) realizar alinhamento estratégico em empresas sem foco estratégico (caso da empresa F estudada);
- Pode-se realizar um relacionamento entre cada um dos capacitadores propostos nesta tese e os objetivos estratégicos da produção. Desta forma outros paradigmas podem surgir;
- Os estudos de caso mostrados nos capítulos 8 e 9 foram utilizados com o propósito específico de validar as metodologias propostas. Estes estudos de caso podem ser mais explorados;
- Estudar mais a fundo a escala de turbulência do mercado proposta nesta tese. Talvez uma escala linear não seja verdadeira em muitas situações reais.

---

## Capítulo 11: Referências Bibliográficas

---

- ADAM JR, E.E.; SWAMIDASS P.M.: Assessing Operations Management from a strategic perspective. *Journal of Management*, vol. 15, n.2, pp. 81-203, 1989.
- AGARWAL, A. & SARKIS, J.: A review and analysis of comparative performance studies on functional and cellular manufacturing layouts. *Computers and Industrial Engineering*, vol. 34, n.1, pp. 77-89, 1998.
- AHLSTRÖM, P. and KARLSSON, C.: Change processes towards lean production: the role of the management accounting system, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 16, n° 11, pp.42-56, 1996.
- AHLSTRÖM, P. and WESTBROOK: Implications of Mass Customization for operations management: An explanatory survey. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 19, n° 3, pp.262-274, 1999.
- ALLEN, J.H.: Make lean manufacturing work for you. *Manufacturing Engineering*, vol. 6, pp. 54-64, 2000.
- ALVAREZ, R.R. & ANTUNES Jr., J.A.V.: Takt time: Contexto e Contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção, *Revista Gestão & Produção*, vol. 8, n° 1, abril de 2001.
- ALVES, R.: *Filosofia da Ciência*, 21ª Edição, Brasiliense, São Paulo, 1995.
- ALVES-MAZZOTI, A.J.: O método nas ciências naturais e sociais, 1ª Edição, Ed. Pioneira, 1998.
- ANDERSON, P.: Decision Making by objection and the Cuban missile crisis. *Administrative Science Quarterly*, vol.28, pp 201-222, 1983.
- APICS – American production and Inventory Control Society, Dictionary, Falls Church, VA, 1987.
- BAILEY, J.: Honeywell’s team approach to new product development. In: BLACKBURN, J. (editor): *Time-based Competition – The next Battleground in Manufacturing*. Business One Irwin, Homewood, IL, 1991.
- BAILEY, K.D.: *Methods of Social Research*. The Free Press, New York. 4<sup>th</sup> Ed, 1994.
- BAJGORIC, N.: Information Technologies for Virtual Enterprise and Agile Manufacturing. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- BALSMEIER, P.W. & VOISIN, W.J.: Rapid prototyping: State of the art manufacturing. *Industrial Management*, vol. 39, n. 1, pp.1-4, 1997.
- BARKMAN, F.D.: Team Discipline: Put performance on the line. *Personal Journal*, pp. 58-63, March 1987.
- BENDERS, J. & RIEZEBOUS, J.: Period Batch Control: Classic, not outdated. *Production Planning and Control*, vol. 13, n. 6, pp. 497-506, 2002.
- BERTO, R.M.V.S. & NAKANO, D.N.: “Metodologia da pesquisa e a engenharia de produção”. In (CD-ROM): *XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção(ENEGEP) e IV International Congress of Industrial Engineering(ICIE)*, Niterói, RJ, UFF/ABEPRO, Outubro 1998.
- BERTO, R.M.V.S. & NAKANO, D.N.: “ A produção científica nos anais do encontro nacional de engenharia de produção: um levantamento dos métodos e tipos de



- pesquisa ”. In (CD ROM): *XIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção(ENEGEP) e V International Congress of Industrial Engineering (ICIE)*, Rio de Janeiro, RJ, UFRJ/ABEPRO, Novembro 1999.
- BERTO, R.M.V.S. & NAKANO, D.N.: “ A produção científica nos anais do encontro nacional de engenharia de produção : um levantamento dos métodos e tipos de pesquisa ”. *Produção*, v. 9, n° 2, pp.65-75, Julho 2000.
- BESSANT, J; KNOWLES, D.; FRANCIS, D.; MEREDITH, S.: Developing the Agile Enterprise. in: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- BLACKBURN, J.: The time factor. In: BLACKBURN, J. (editor): *Time-based Competition – The next Battleground in Manufacturing*. Business One Irwin, Homewood, IL, 1991a.
- BLACKBURN, J.: New product development – The new time wars. In: BLACKBURN, J. (editor): *Time-based Competition – The next Battleground in Manufacturing*. Business One Irwin, Homewood, IL, 1991b.
- BLACKBURN, J.: The quick response movement in the apparel industry – a case study in time compressing supply chains. In: BLACKBURN, J. (editor): *Time-based Competition – The next Battleground in Manufacturing*. Business One Irwin, Homewood, IL, 1991c.
- BONNEY, M.C.: Reflections on Production Planning and Control. *Revista Gestão & Produção*, vol. 7, n. 3, 2000.
- BONNEY, M.C.; ZHANG, Z.; HEAD, M.A.; TIEN, C.C.; BARSON, R.J.: Are push and pull systems really so different? *International Journal of Production Economics*, vol. 59, pp. 53-64, 1999.
- BOOTH, R.: Agile Manufacturing. *Engineering Management Journal*, vol. 6, n.2, pp.105-112, April 1996.
- BOWER, J.L. & HOUT, T.M.: Fast Cycle capability for competitive power. *Harvard Business Review*, pp. 110-118, November-December, 1988.
- BOYER, K.K.: An assessment of managerial commitment to lean production. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 16, n° 9, pp.48-59, 1996.
- BRENNAN, R.W.: Computer control for agile manufacturing systems. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- BROWN, S.: New evidence on quality in manufacturing plants: a challenge to lean production. *Production and Inventory Management Journal*, first quarter, pp. 24-29, 1998.
- BRYMAN, A.: *Research methods and organization studies*, London, Uniwin Hyman, 1989.
- BUFFA, E.S.: *Meeting the Competitive Challenge*, Irwin, 1984.
- BUNCE, P. & GOULD, P.: From Lean to Agile Manufacturing. *IEE Colloquium (Digest)*, 278, 1996.
- BURBIDGE, J.L.: *The Introduction of Group Technology*. Heinemann London, 1975.
- BURBIDGE, J.L.: *Planejamento e Controle da Produção*. Ed. Atlas, São Paulo, 1988.
- BURBIDGE, J.L.: Production Control: a universal conceptual framework. *Production Planning and Control*, vol. 1, n.1, pp. 3-16, 1990.
- BURBIDGE, J.L.: The use of period batch control (PBC) in the implosive industries. *Production Planning and Control*, vol. 5, n.1, pp. 97-102, 1994.
- BURBIDGE, JOHN L.: *Production Flow Analysis*. Clarendon Press. Oxford, 1996.
- BURBIDGE, J.L. & HALSALL, J.: Group Technology and growth at Shalibane. *Production Planning and Control*, vol. 5, n.2, pp. 213-218, 1994.

- BURGESS, T.F.: Making the leap to agility: defining and achieving agile manufacturing through business process redesign and business network redesign. *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 14, n. 11, pp. 23-34, 1994.
- CALDAS, M.P.: Apresentação Fórum desenvolvimento da teoria. *Revista de Administração de Empresas – FGV*, vol. 43, n° 3, julho – setembro de 2003.
- CHAN, H.M. & MILNER, D.A.: Direct Clustering Algorithm for group formation in cellular manufacture. *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 1, n.1, pp. 65-75, 1982.
- CHENG, K.; PAN, P.Y.; HARRISON, D.K.: The internet as a tool with application to agile manufacturing – a web-based engineering approach and its implementation issues. *International Journal of Production Research*, vol. 38, n. 12, pp. 2743-2759, 2000.
- CHO, H.; JUNG, M.Y.; KIN, M.: Enabling technologies of Agile Manufacturing and its related activities in Korea. *Computers and Industrial Engineering*, vol. 30, pp. 323-334, 1996.
- CHOI, T.: Conceptualizing continuous improvement: Implications for organizational change. *Omega – International Journal of Management Science*, vol. 23, n. 6, pp.607-624, 1995.
- CHUNG, W.W.C. & CHAN, M.F.S.: Role of IT/IS in Physically Distributed Manufacturing Enterprises. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- CIAMPA, D.: The CEO's role in Time-based Competition. In: BLACKBURN, J. (editor): *Time-based Competition – The next Battleground in Manufacturing*. Business One Irwin, Homewood, IL, 1991.
- CONTADOR, J.C. (coordenador): *Gestão de Operações*. Ed. Edgard Blücher, 2<sup>a</sup> Edição, 1998.
- CORBETT, C. & WASSENHOVE, L.: *Trade offs ? What trade offs ?* Competence and competitiveness in manufacturing strategy. *California Management Review*, vol. 35, n.4, pp. 107-122, 1993.
- CORRÊA, H.L.: Agile Manufacturing as the 21<sup>st</sup> Century Strategy for Improving Manufacturing Competitiveness, in: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- CORRÊA, H.L. & GIANESI, I.G.N.: *Just in Time, MRP II e OPT – Um enfoque estratégico*. Ed. Atlas, 2<sup>a</sup> Edição, 1996.
- CORRÊA, H.L.; GIANESI, I.G.N.; CAON, M.: *Planejamento, Programação e Controle da produção*. 4<sup>a</sup> Ed. Editora Atlas, São Paulo, 2001.
- CRESWELL, J.W.: *Research design - qualitative & quantitative approaches*, London : Sage, 1994.
- CROSBY, P.B.: *Quality is free*. Mc Graw Hill, New York, 1979.
- CYMBALISTA, M.: Exportar é preciso. *Boletim Informativo da Fundação Carlos Alberto Vanzolini*, Ano IX, n.41, Jan/Fev, 2000.
- DA SILVEIRA, G.; BORENSTAIN, D.; FOGLIATTO, F.S.: Mass Customization: Literature review and research directions. *International Journal of Productions Economics*. Vol. 72, pp. 1-13, 2001.
- DA SILVEIRA, G & SLACK, N: Exploring the trade off concept. *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 21, n. 7, pp. 949-964. 2001.
- DA SILVEIRA, G.; BORENSTAIN, D.; FOGLIATTO, F.S.: Mass Customization: Literature review and research directions. *International Journal of Productions Economics*. Vol. 72, pp. 1-13, 2001.
- DAVIS, S.M.: *Future perfect*. Mass: Addison Wesley, 1987.

- DAVIS, M.M.; AQUILANO, N.J.; CHASE, R.B.: *Fundamentos da Administração da Produção*. 3ª Edição, Bookman Editora, Porto Alegre, 2001.
- DE TONI, A. & PANIZZOLO, R.: Repetitive and Intermittent Manufacturing: Comparison of Characteristics. *Integrated Manufacturing Systems*, vol. 3, nº 4, 1992.
- DE VOR, R.; GRAVES, R.; MILLS, J.J.: Agile manufacturing research: accomplishments and opportunities. *IIE Transactions*, vol. 29, pp. 813-823, 1997.
- DENNIS, S.; KING, B.; HIND, M.; ROBINSON, S.: Applications of business process simulation and lean techniques in British Telecommunications PLC. *Winter Simulation Conference Proceedings*, vol.2, pp.2015-2021, 2000.
- DILWORTH, J.B.: *Production and Operations Management – manufacturing and services*. 5ª Edição, Mc Graw Hill, 1993.
- DOUMEINGTS, G.; KROMM, H.; DUCQ, Y.; KLEIHANS, S.: Reengineering and Agile Manufacturing Development. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- DOWLATSHAHI, S.: Early Supplier Involvement – a design-based sourcing. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- DRAMAN, M.; ALTINEL, I.K.; BAJGORIC, N.; UNAL, A.T.; BIRGOREN, B.: An Object-Oriented Optimization-based Software for Agile Manufacturing in Process Industries. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- DUGWAY, C.R.; LANDRY, S.; PASIN, F.: From mass production to flexible/agile manufacturing. *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 17, n.12, pp. 1183-1195, 1997.
- DURAY, R. & MILLIGAN, G.W.: Improving customer satisfaction through Mass Customization. *Quality Progress*, August 1999.
- DURAY, R.; WARD, P.T.; MILLIGAN, G.W.; BERRY, W.L.: Approaches to mass customization: configurations and empirical validation. *Journal of Operations Management*, vol.18, pp.605-625, 2000.
- EASTWOOD, M.A.: Implementing mass customization. *Computers in Industry*, vol. 30, pp.171-174, 1996.
- EISENHARDT, K.M.: Building theories form case study research, *Academy of Management Review*, vol. 14, Nº 4, 532-550, 1989.
- ELMAGHRABY, H. A. & GU, P.: Feature based expert parts assignment in cellular manufacturing. *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 8, pp. 139-152, 1988.
- ENGSTRÖM, T.; JONSSON, D.; MEDBO, L.: The Method of Successive Assembly System Design Based on Case Studies within the Swedish Automotive Industry. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- ESCOTO, R.P.; MCDONNELL, L.R.; SALORT, V.; LARIO ESTEBAN, F.C.: Development of an algorithm for the application of Group Technology in the design of Manufacturing Systems. *Production Planning and Control*, vol. 9, n. 3, pp.267-274, 1998.
- FEITZINGER, E. & LEE, H: Mass Customization at Hewlett Packard: The power of postponement. *Harvard Business Review*, vol.75, n. 1, pp. 116-121, 1997.
- FENG, S.C. & ZHANG, C.C.: A modular architecture for rapid development of CAPP systems for Agile Manufacturing. *IIE Transactions*, vol. 30, pp. 893-903, 1998.
- FERNANDES, F.C.F.: Concepção de um Sistema de Controle da Produção para a manufatura celular. *Tese de Doutorado*, Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos – SP, 1991.

- FERNANDES, F.C.F.: Planejamento e Controle da Produção. *Material de aula da Planejamento e Controle da Produção 2*. Universidade Federal de São Carlos, 2003a.
- FERNANDES, F.C.F.: Coordenação de Ordens de Produção e Compra. *Material de aula da Planejamento e Controle da Produção 2*. Universidade Federal de São Carlos, 2003b.
- FERNANDES, F.C.F.: “A pesquisa em Gestão da Produção : evolução e tendências”. In (CD-ROM): *XIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção(ENECEP) e V International Congress of Industrial Engineering (ICIE)*, Rio de Janeiro, RJ, UFRJ/ABEPRO, Novembro 1999.
- FERNANDES, F.C.F. & MACCARTHY, B.L.: “Production Planning and Control: the gap between theory and practice in the light of modern manufacturing concepts”. *Proceedings of the 15<sup>th</sup> International Conference on CAD/CAM, Robotics & Factories of the Future(CARS&FOF'99)*, Aguas de Lindóia-Brazil, v. 1, pages from MF2-1 to MF2-6, August 1999.
- FERRAZ, J.C.; KUPFER, D.; HAGUENAUER, L.: *Made in Brazil – Desafios Competitivos para a Indústria*, Editora Campus, 3<sup>a</sup> edição, 1997.
- FILIPPINI, R.: Operations management research : some reflections on evolution, models and empirical studies in OM. *International Journal of Operations and Production Management*, v.17, n.7, pp.655-670, 1997.
- FLYNN, B.B.; SCHROEDER, R.G.; FLYNN, E.J.: *World Class Manufacturing: an investigation of Hayes and Wheelwright’s foundation*. Journal of Operations Management, vol.17, pp.249-269, 1999.
- FOGARTY, D.W.; BLACKSTONE, J.H.; HOFFMANN, T.R.: *Production and Inventory Management*, 2nd Ed, South Western Publishing Co., 1991.
- FRANCIS, D.: Managing People in Agile Organizations. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- GAITHER, N. & FRAZIER, G.: *Administração da Produção e Operações*. São Paulo. Thomson Learning – Pioneira, 8<sup>a</sup> Edição, 2001.
- GARVIN, D.A.: *Gerenciando a Qualidade: A visão Estratégica e Competitiva*. Ed. Qualitymark, 1992.
- GAY, L.R. & DIEHL, P.L.: *Research Methods for Business and Management*, 1992.
- GERSICK, C.: Time and transition in work teams: toward a new model of group development. *Academy of Management Journal*, vol. 31, pp 9-41, 1988.
- GIERACH, K.; THOMPSON, D.; BANERJEE, P.: An approach for facilitating service management in network virtual manufacturing environments. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, vol. 18, pp. 147-156, 2002.
- GIFFI, C.; ROTH, A.; SEAL, G.M.: *Competing in World Class Manufacturing: America’s 21<sup>th</sup> Century Challenge*. Business One Irwin, Homewood, IL, 1990.
- GILMORE, J. & PINE, J.: The four faces of mass customization. *Harvard Business Review*, vol. 75, n.1, pp.91-101, 1997.
- GINN, D.; ZAIRI, M.; AHMED, P.K.: Enhancing agility in manufacturing: The role of QFD. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- GODINHO FILHO, M.: *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de São Carlos, 2001.
- GODINHO FILHO, M.; CAMPANINI, L.; VITA, R.A.S.: A interação MRPII - PERT/CPM: estudo de caso e proposta de um sistema híbrido. *Produção*, Artigo aprovado para publicação, 2003.

- GODINHO FILHO, M. & FERNANDES, F.C.F.: Identificação e análise do foco de três abordagens para a produção enxuta. *Revista de Ciência & Tecnologia*, vol. 10, n. 19, pp. 39-50, 2002a.
- GODINHO FILHO, M. & FERNANDES, F.C.F.: Uma análise dos sistemas de planejamento e controle da produção em uma grande empresa de materiais de escrita. In (CD ROM): *XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP) e VIII International Congress of Industrial Engineering*, Curitiba, PR, ABEPRO, Outubro, 2002b.
- GODINHO FILHO, M. & FERNANDES, F.C.F.: Um sistema para classificar e codificar os trabalhos relacionados com o Controle da Produção e o Controle da Qualidade. *Revista Gestão & Produção*, vol.10, n.1, abril 2003a.
- GODINHO FILHO, M. & FERNANDES, F.C.F.: Metodologia para a redução da instabilidade e melhoria da performance de sistemas MRP: proposta, implementação e análise dos resultados. Artigo sendo finalizado, 2003b.
- GODINHO FILHO, M. & FERNANDES, F.C.F.: Manufatura Enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras. *Revista Gestão & Produção*. Artigo aprovado para publicação, submetido em 2003c.
- GODOY, A. S.: *Revista de Administração de Empresas*, v.35, n.4, EAESP, FGV, São Paulo, 1995.
- GOLDHAR, J.D. & JELINEK, M.: Plans for economies of scope. *Harvard Business Review*, vol. 61, n.6, November-December, pp. 141-148, 1993.
- GOLDMAN, S.L.; NAGEL, R.N.: Management, technology and agility: The emergence of a new era in manufacturing. *International Journal of Technology Management*, vol. 8, pp. 18-38, 1993.
- GOLDMAN, S.L.; NAGEL, R.N.; PREISS, K.: *Agile Competitors and Virtual Organizations*, Van Nostrand Reinhold, New York, 1995.
- GOLDMAN, S.L.; NAGEL, R.N.; PREISS, K.; DOVE, R.: Iacocca Institute: 21<sup>st</sup> Century Manufacturing Enterprise Strategy, An industrial Led View, vols. 1 & 2. Iacocca Institute, Bethlehem, PA, 1991.
- GONÇALVES, R.J.; GARÇÃO, A.S.: Putting the pieces together using standards. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- GORANSON, H.T.: *The Agile Virtual Enterprise – Cases, Metrics, Tools*. Quorum Books, Westport, Connecticut, London, 1999.
- GUERRA, M.A.P. & ZHANG, W.J.: Computer Applications in Agile Manufacturing. . In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- GUNASEKARAN, A.: Agile Manufacturing: enablers and na implementation framework. *International Journal of Production Research*, vol. 36, n. 5, 1998.
- GUNASEKARAN, A.: Agile manufacturing: A framework for research and development. *International Journal of Production Economics*, vol. 62, pp. 87-105, 1999.
- GUNASEKARAN, A. & LOVE, P.E.D.: A review of multimedia technology in manufacturing. *Computers in Industry*, vol. 38, pp.65-76, 1999.
- GUNASEKARAN, A.; MCGAUGHEY, R.; WOLSTENCROFT, V.: Agile Manufacturing – Concepts and Framework. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- GUPTA, Y.P.; GOYAL, S.: Flexibility trade offs in a random flexible manufacturing system: A simulation study. *International Journal of Production Research*, vol. 30, n. 3, 1992.

- GUTMAN, R.; GRAVES, R.; PREISS, K.: *Agile Competitors and Virtual Organizations*, Van Nostrand Reinhold, New York, 1995.
- GUTMAN, R. & GRAVES, R.: The agile manufacturing enterprise – both a new paradigm and a logical extension of flexible and lean. EAMRI Report # ER95-10. Rensselaer Polytechnic Institute. Troy, N.Y., 1995.
- HALL, R.W.: *Driving the Productivity Machine*, American Production and Inventory Control Society, Falls Church, VA, 1981.
- HANDFIELD, R.B.: *Reengineering for time-based competition*. Business One Irwin, Homewood, IL, 1995.
- HANDFIELD, R.B. & PANNESI, R.T.: An empirical study of delivery speed and reliability. *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 12, n.2, pp.58-72, 1992.
- HANDFIELD, R.B. & PANNESI, R.T.: Antecedents of *lead time* competitiveness in make-to-order manufacturing firms. *International Journal of Production Research*, vol. 41, n.4, pp. 511-537, 1995.
- HARRIS, S. & SUTTON, R.: Functions of parting ceremonies in dying organizations. *Academy of Management Journal*, vol. 29, pp. 5-30, 1986.
- HARTKOPF, H. & REICHERT, C.L.: A Globalização e a Indústria de Calçados. *Artigo técnico publicado no site da ABICALÇADOS ([www.abicalcados.com.br](http://www.abicalcados.com.br))*, 2002.
- HAUTANIEMI, P. & PIRTTILÄ, T.: The choice of replenishment policies in an MRP environment. *International Journal of Production Economics*, vol.59, pp.85-92, 1999.
- HAYES, R.H. & PISANO, G.: Beyond world class - the new manufacturing strategy. *Harvard Business Review*, vol. 72, n. 1, pp. 77-86, 1994.
- HAYES, R.H. & PISANO, G.: Manufacturing Strategy: at the intersection of two paradigm shifts. *Production and Operations Management*, vol. 5, n. 1, pp. 25-41, 1996.
- HAYES, R.H. & WHEELWRIGHT, S.C.: *Restoring Our Competitive Edge: Competing Through Manufacturing*. Wiley, New York, 1984.
- HAYES, R.H.; WHEELWRIGHT, S.C.; CLARK, K.B.: *Dynamic Manufacturing, Creating the Learning Organization*. Free Press, New York, 1988.
- HE, D.; BABAYAN, A.: Scheduling manufacturing systems for delayed product differentiation in Agile Manufacturing. *International Journal of Production Research*, vol. 40, n. 11, pp. 2461-2481, 2002.
- HE, D.; BABAYAN, A.; KUSIAK, A.: Scheduling manufacturing systems in an agile environment. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, vol. 17, pp. 87-97, 2001.
- HENDERSON, B.A. & LARCO, J. L.: *Lean Transformation*. The Oaklea Press. Richmond. Virgínia, 2000.
- HERER, Y.T. & MASIN, M.: Mathematical programming formulation of CONWIP based production lines; and relationship to MRP. *International Journal of Production Research*, vol. 35, n. 4, pp. 1067-1076, 1997.
- HILL, C.W.: Differentiation versus low cost or differentiation and low cost: a contingency framework. *Academic Management Review*, vol. 13, n. 3, pp. 401-412, 1988.
- HILL, T.: *Manufacturing Strategies – Text and cases*, Irwin, 1989.
- HILTON, P.D. & GILL, G.K.: Achieving agility: Lessons from the leaders. *Manufacturing Review*, vol. 7, n. 2, 1994.
- HOUNSHELL, D.A.: *From the American System to Mass Production*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, 1984.

- HUA, Z.S. & BANERJEE, P.: Aggregate capacity planning and production line design/redesign in agile manufacturing in: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- HUANG, M.; WANG, D.; IP, W.H.: A simulation and comparative study of the CONWIP, Kanban and MRP production control systems in a cold rolling plants. *Production Planning and Control*, vol. 9, n. 8, pp. 803-812, 1998.
- IGNALL, E. & SCHRAGE, L.E.: Application of the Branch and Bound technique to some flow shop scheduling problem. *Operations Research*, vol. 13, n. 3, 1965.
- ILYASOV, B.; ISMAGILOVA, L.; VALEEVA, R.: The Control Problems of Agile Manufacturing. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- IRANI, Z.; SHARP, J.M.; RACE, P.: A case experience of new product introduction within a once traditional subcontract manufacturing environment. *Production and Inventory Management Journal*, vol. 38, n. 2, pp.47-51, 1997.
- IYER, S. & NAGI, R.: Automated retrieval and ranking of similar parts in agile manufacturing. *IIE Transactions*, vol. 29, pp. 859-876, 1997.
- JACKSON, J.R.: Scheduling a production line to minimize maximum tardiness. Research Report 43, *Management Sciences Research Project*, UCLA, Jan. 1955.
- JAGDEV, H. & BROWNE, J.: The extended enterprise – a context for manufacturing. *Production Planning and Control*, vol. 9, n.3, pp.216-229, 1998.
- JAIN, N.K. & JAIN, V.K.: Computer Aided Process Planning for Agile Manufacturing Environment. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- JAMES-MOORE, S.M. and GIBBONS, A.: Is lean manufacture universally relevant ? An investigate methodology. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 17, n° 9, pp. 899-911, 1997.
- JIAO, J.; TSENG, M.M.; DUFFY, V.G.; LIN, F.: Product family modeling for mass customization. *Computers and Industrial Engineering*, vol. 35, n. 3-4, pp. 495-498, 1998.
- JOHNSON, S.M.: “Optimal two and three stage Production Schedules with set up times included. *Naval Research Logistics Quarterly*, vol. 1, n. 1, 1954.
- JONEJA, A. & LEE, N.: A modular, parametric vibratory feeder: a case study for flexible assembly tools for mass customization. *IIE Transaction*, vol.30, pp. 923-931, 1998a.
- JONEJA, A. & LEE, N.: Automated configuration of parametric feeding tools for mass customization. *Computers & Industrial Engineering*, vol.35, ns. 3-4, pp. 463-466, 1998b.
- KAKU, B.K. & KRAJEWSKI, L.J.: Period Batch Control in group technology. *International Journal of Production Research*, vol. 33, n. 1, pp. 79-99, 1995.
- KARLSSON, C. and AHLSTRÖM, P.: Change processes towards lean production: the role of the remuneration system. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 15, n°11, pp.80-99, 1995.
- KATAYAMA, H. and BENNETT, D.: Agility, adaptability and leanness: a comparison of concepts and a study of practice. *International Journal of Production Economics*, 60-61, pp.43-51, 1999.
- KHOUSA, M., & MEHREZ, A.: Economic Production Lot Size Model with Variable Production Rate and Imperfect Quality; *Journal of the Operational Research Society*, vol.45, n° 12, 1405-1417, 1994.
- KIM, Y.; JO, J.Y.; VELASCO Jr. V.B.; BARENDT, N.A.; PODGURSKY, A.; OZSOYOGLU, G.; MERAT, F.L.: Flexible software architecture for agile

- manufacturing. *Proceedings – IEEE International Conference on Robotics and Automation*, vol. 4, pp. 3043-3047, 1997.
- KOCHAN, T.A.: Automotive industry looks for lean production. *Assembly Automation*, vol.18, n.2, pp. 132-137, 1998.
- KOTHA, S.: Mass Customization: implementing the emerging paradigm for competitive advantage. *Strategic Management Journal*, vol.16, pp. 21-42, 1995.
- KOTHA, S.: From mass production to mass customization: the case of the National Industry Bicycle Company of Japan. *European Management Journal*, vol.14, n.5, pp. 442-450, 1996a.
- KOTHA, S.: Mass Customization: a strategy for knowledge creation and organizational learning. *International Journal of Technology Management*, vol.11, n.7/8, pp.846-858, 1996b.
- KOUFTEROS, X.A.; VONDEREMBSE, M.A.; DOLL, W.J.: Developing measures of time-based manufacturing. *Journal of Operations Management*, vol.16, pp. 21-41, 1998.
- KOSTE, L.L. & MALHOTRA, M.K.: *Trade offs among the elements of flexibility: a comparison from the automotive industry. OMEGA – The International Journal of Management Science*, vol. 28, pp. 693-710, 2000.
- KRITCHANCHAI, D. & MACCARTHY, B.L.: Responsiveness and strategy in manufacturing. *Proceedings of the workshop Responsiveness in Manufacturing*, digest n° 98/213, IEE, London, 1998.
- KUSIAK, A.: The generalized group technology problem. *International Journal of Production Research*, vol. 25, pp. 561-569, 1987.
- LAKATOS, E.M. & MARCONI, M.A.: *Fundamentos de metodologia científica*, 3ª Ed., São Paulo, Atlas, 1995.
- LAMPEL, J. & MINTZBERG, H.: Customizing customization. *Sloan Management Review*, vol. 38, pp. 21-30, 1996.
- LAU, R.: Mass Customization: The next industrial revolution. *Industrial Management*, vol.37, n.5, pp.8-9, 1995.
- LAU, H.C.W. & WONG, E.T.T.: Application of Information Technology in Agile Manufacturing. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- LEE, G.H.: Designs of components and manufacturing systems for agile manufacturing. *International Journal of Production Research*, vol. 36, n.4, pp. 1023-1044, 1998.
- LEITE, R.B. & FERNANDES, F.C.F.: Perfil dos pequenos e médios fabricantes de calçados da cidade de Birigui. *Tecnicouro*, outubro 2003.
- LEWIS, M.A.: Lean Production and sustainable competitive advantage. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 20, n° 8, pp.959-978, 2000.
- LI, M.: The algorithm for integrating all incidence matrices in multi-dimensional group technology. *International Journal of Production Economics*, vol. 86, n.2, pp. 121-131, nov. 2003.
- MACCARTHY, B.L. & FERNANDES, F.C.F.: “A multi-dimensional classification of production systems for the design and selection of production planning and control systems”. *Production Planning & Control*, v.11, no 5, pp. 481-496, 2000.
- MAGRETTA, J.: The power of virtual integration: An interview with Dell Computer’s Michael Dell. *Harvard Business Review*, vol.76, n.2, pp.72-84, 1998.
- MANTHOU, V. & VLACHOPOULOU, M.: Agile Manufacturing Strategic Options. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.



- MARTINICH, J.S.: *Production and Operations Management – an applied modern approach*. John Wiley & Sons Inc., 1997.
- MASKWELL, B.H.: An introduction to Agile Manufacturing. Internet: <http://www.maskwell.com/agile/htm>, 1997.
- MASKWELL, B. H.: Lean accounting for lean manufacturers. *Manufacturing Engineering*, n° 12, pp.46-53, 2000.
- MASON-JONES, R., NAYLOR, B., and TOWILL, D. R.: Lean, agile or leagile? Matching your supply chain to the marketplace. *International Journal of Production Research*, Vol. 38, n° 17, pp.4061-4070, 2000.
- MCCUTHEON, D.M.; RATURI, A.S.; MEREDITH, J.R.: The customization responsiveness squeeze. *Sloan Management Review*, vol. 35, n. 2, pp. 89-99, 1994.
- MCGAUGHEY, R.E.: Application of Multimedia in Agile Manufacturing. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- MEADE, L.M. & SARKIS, J.: Analyzing organizational project alternatives for agile manufacturing processes: na analytical network approach. *International Journal of Production Research*, vol. 37, n° 2, 1999.
- MEYER, M.H.; TERTZAKIAN, P.; UTTERBACH, J.M.: Metrics for managing research and development in the context of product family. *Management Science*, vol. 43, pp.88-11, 1997.
- MILEHAM, A.R.; CULLEY, S.J.; OWEN, G.W.; MCINTOSH, R.I.: Rapid Changeover - a pre-requisite for responsive manufacture. *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 19, n.8, pp.785-796, 1999.
- MILLEN, R.: Time-based Logistics. In: BLACKBURN, J. (editor): *Time-based Competition – The next Battleground in Manufacturing*. Business One Irwin, Homewood, IL, 1991.
- MILLER, S.S.: Make your plant manager's job manageable. *Harvard Business Review*, vol. 61, n.1, pp. 69-74, 1983.
- MILTENBURG, J.: Comparing JIT, MRP and TOC, and embedding TOC into MRP. *International Journal of Production Research*, v.35, no 4, pp.1147-1169, 1997.
- MOHANTY, R.P.: Towards Building of Knowledge-Base in Indian Corporations: some Strategic Directions. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- MONDEN, Y.: *Sistema Toyota de Produção*. São Paulo, IMAM, 1984.
- MONTREUIL, B.; FRAYRET, J. & D'AMOURS, S.: A strategic framework for networked manufacturing. *Computers in Industry*, 42, 2000.
- MOORE, M.: An n job, one machine sequencing algorithm for minimizing the number of late jobs. *Management Science*, vol. 15, n. 1, September 1968.
- MOREIRA, D.A.: *Administração da Produção e Operações*. Pioneira Thomson Learning, 2001.
- MUKHOPADHYAY, S.K.; RAMESH BABU, K.; VIJAI SAI, K.V.: Modified Hamiltonian chain: a graph theoretic approach to group technology. *International Journal of Production Research*, vol. 38, n.11, 2000.
- NELSON, R.; SARIN, R.; DANIELS, R.: Scheduling with multiple performance measures – the one machine case. *Management Science*, vol. 32, n. 4, April 1986.
- NEW, C.: World-class Manufacturing versus Strategic trade-offs. *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 12, n° 6, pp.19-31, 1992.
- NEWMAN, W.S.; PODGURSKI, A.; QUINN, R.D.; MERAT, F.L.; BRANICK, M.S.; BARENDT, N.A.; CAUSEY, G.C.; HAASER, E.L.; KIM, Y.; SWAMINATHAN, J.; VELASCO JR., V.B.: Design Lessons for Building Agile Manufacturing

- Systems. *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, vol. 16, n.3, pp.228-238, June 2000.
- NIEPCE, W. and MOLLEMAN, E.: Characteristics of work organization in lean production and sociotechnical systems. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 16, nº 2, pp.77-90, 1996.
- OFFODILE, O.F.; ABDEL-MALEK, L.L.: The virtual manufacturing paradigm – the impact of IT/IS outsourcing on manufacturing strategy. *International Journal of Production Economics*, vol. 75, pp. 147-159, 2002.
- OWEN, D. & KRUSE, G.: Follow the customer. *Manufacturing Engineering*, vol. 118, n. 4, pp. 65-68, 1997.
- PACHECO, R.F.: A adoção de modelos de programação da produção nas empresas: um estudo do processo de decisão. *Tede de doutoramento*. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- PACHECO, R.F.; SANTORO, M.C.: A adoção de modelos de Scheduling no Brasil - deficiências no processo de escolha. *Gestão & Produção*, vol. 8, n. 2, pp. 128-138, 2001.
- PANDIARAJAN, V. & PATUN, R.: Agile Manufacturing initiatives at concurrent technologies corporation. *Industrial Engineering*, pp.44-49, 1994.
- PANIZZOLO, R.: Applying the lessons learned from 27 lean manufacturers. The relevance of relationships management. *International Journal of Production Economics*, 55, pp.223-240, 1998.
- PEDROSO, M.C.; CORREA, H.L.: Sistemas de programação da produção com capacidade finita: uma decisão estratégica ? *Revista de Administração de Empresas – FGV*, v. 36, n. 4, 1996.
- PÉREZ, M. P., and SANCHEZ, A. M.: Lean production and supplier relations: a survey of practices in the Aragonese automotive industry. *Technovation*, 20, pp.665-676, 2000.
- PINE, B. J.: *Mass Customization: The New Frontier in Business Competition*, Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts, 1993.
- PINE, B. J.; VICTOR, B.; BOYTON, A.: Making mass customization work. *Harvard Business Review*, vol.71, n.5, pp.108-111, 1993.
- PINFIELD, L.: A field evaluation of perspectives on organizational decision making. *Administrative Science Quarterly*, vol. 31, pp 365-388, 1986.
- PIRES, S.: *Gestão Estratégica da Produção*. Editora UNIMEP, 1995.
- PLONKA, F.E.: Developing a lean and agile work force. *International Journal of Human Factors in Manufacturing*, vol. 7, n.1, pp.11-20, 1997.
- PORTER, M.: *Estratégia Competitiva*. Ed. Campus, 24<sup>a</sup> Edição, 1986.
- PORTER, M.: From Competitive Advantage to Corporate Strategy. *Harvard Business Review*, May-June, pp. 43-59, 1987.
- POWELL, S. & GALEGOS, F.: Securing virtual corporations. *Information Structure: The Executive's Journal*, vol.14, n.4, pp. 34-38, 1998.
- PRAHALAD, C.H. & HAMEL, G.: The core competence of the corporation. *Harvard Business Review*, pp.79-91, May-June, 1990.
- PUTNIK, G.D.: BM\_ Virtual Enterprise Architecture Reference Model in: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- QUINN, R.D.; CAUSEY, G.C.; MERAT, F.L.; SARGENT, N.A.; BARENDT, N.A.; NEWMAN, W.S.; VELASCO Jr.; V.B.; PODGURSKY, A.; JO, J.Y.; STERLING, L.S.; KIN, Y.: Agile manufacturing workcell design. *IIE Transactions*, vol.29, n.10, pp.901-909, 1997.

- RAJAGOPALAN, R. & BATRA, J.: Design of cellular production system – a graph theoretic approach. *International Journal of Production Research*, vol. 13, pp. 56-68, 1975.
- RAO, S.S. & NAHM, A.: Information Systems for Agile Manufacturing Environment in the Post-Industrial Stage. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- REYNOLDS, K.T.: Cellular manufacturing and the concept of total quality. *23<sup>rd</sup> International Conference on Computers and Industrial Engineering*, Vol. 35, n<sup>o</sup> 1-2, pp. 89-92, 1998.
- RIIS, J.O. & JOHANSEN, J.: A Strategic Approach to develop Agile Manufacturing in: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- ROTHER, M. & SHOOK, J.: *Aprendendo a enxergar*. Lean Institute Brasil, 1998.
- RUMMLER, G.A. ; BRACHE, A.P.: *Melhores Desempenhos das Empresas : Ferramentas para a melhoria da qualidade e da competitividade*, São Paulo: MAKRON Books do Brasil Editora L.T.D.A., 1994.
- SAAD, S.M. & GINDY, N.N.: handling internal and external disturbances in responsive manufacturing environments. *Production Planning and Control*, vol. 9, n.8, pp. 760-770, 1998.
- SALOMON, D.V.: *Como fazer uma monografia*, Ed. Martins Fontes, 1991.
- SÁNCHEZ, A.M. & PÉREZ, M.P.: Lean Indicators and Manufacturing Strategies. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol.21, n<sup>o</sup> 11, pp.1433-1451, 2001.
- SARKIS, J. & TALLURI, S.: Agile Supply Chain Management. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- SCHONBERGER, R.J.: *World Class Manufacturing: The lessons of Simplicity Applied*. Free Press, New York, 1986.
- SCHONBERGER, R.J.: *Building a Chain of Customers: Linking Business Functions to Create the World Class Company*. Free Press, New York, 1990.
- SCHONBERGER, R.J.: *World Class Manufacturing: The Next Decade*. Free Press, New York, 1996.
- SCHRAGE, D.P. & MAVRIS, D.N.: Integrated Product/Process Development (IPPD) through robust design simulation in: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- SELIM, H.M.; ASKIN, R.G.; VAKHARIA, A.J.: Cell formation in group technology: review, evaluation and directions for future research. *Computers and Industrial Engineering*, vol. 34, n. 1, pp. 3-20, 1998.
- SEVEGNANI, F.X. & SACOMANO, J.B.: As máquinas operatrizes no processo produtivo como estratégia de manufatura na indústria coureiro calçadista. *XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP)*, Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de outubro de 2003.
- SHAFFER, S.M.; ROGERS, D.F.: A goal programming approach to cell formation problem. *Journal of Operations Management*, vol. 10, pp. 28-43, 1991.
- SHAH, R. and WARD, P.T.: Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, vol. 335, pp. 1-21, 2002.
- SHAHMANESH, N.: The lean machine, *Manufacturing Review*, pp.56-59, January 1999.

- SHARIFI, S. & PAWAR, K.S.: Product Development Strategies for Agility. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- SHARIFI, H. & ZHANG, Z.: A methodology for achieving agility in manufacturing organizations: An Introduction. *International Journal of Production Economics*, vol. 62, pp. 7-22, 1999.
- SHARP, J.M.; IRANI, Z.; DESAI, S.: Working towards agile manufacturing in the UK industry. *International Journal of Production Economics*, vol. 62, pp. 155-169, 1999.
- SHEKHAR, I. & NAGI, R.: Automated retrieval and ranking of similar parts in agile manufacturing. *IIE Transactions*, vol. 29, n.10, pp.859-876, 1997.
- SHUKLA, C.; VAZQUEZ, M.; CHEN, F.F.: Virtual Manufacturing: An Overview. *Computers and Industrial Engineering*, vol. 31, n.1/2, pp.79-82, 1996.
- SIDNEY, J.B.: An extension of Moore's due date algorithm. *Symposium on the theory of scheduling and its applications*. Edited by Elmaghraby; Springer – Verlag, 1973.
- SILVA, F.M.: Um sistema de Planejamento e Controle da Produção para indústrias de calçados infantis pertencentes a um *industrial cluster*. *Dissertação de mestrado*. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos – SP, 2002.
- SIPPER, D. & BULFIN JR.; R.L.: *Production : Planning, Control and Integration*, New York : Mc Graw Hill, 1997.
- SKINNER, W.: Manufacturing – missing link in corporate strategy. *Harvard Business Review*, vol. 47, n. 3, pp.136-145, 1969.
- SKINNER, W.: The focused factory. *Harvard Business Review*, May-June, 1974.
- SKINNER, W.: *Manufacturing – the formidable competitive weapon*. New York. John Wiley and Sons, 1985.
- SKINNER, W.: Missing the links in manufacturing strategy. In: C.A. Voss (ed.). *Manufacturing Strategy Process and content*. Chapman and Hall, London, pp.13-25, 1992.
- SLACK, N., CHAMBERS, S., HARLAND, C., HARRISON, A. & JOHNSTON, R. (1997). *Administração da Produção*. Ed. Atlas, 1997.
- SLACK, N.: *Vantagem Competitiva em Manufatura*. Ed. Atlas, São Paulo, 1993.
- SMIRNOV, A.V. & CHANDRA, C.: Information Technologies for Supply Chain Management. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- SONG, S.J.: Contingency-Driving Autonomous Cellular Manufacturing – Best Practice in the 21<sup>st</sup> Century. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- SONG, L. & NAGI, R.: Design and Implementation of a virtual information system for agile manufacturing. *IIE Transactions*, vol. 29, n.1, pp.839-857, 1997.
- SPEARMAN, M.L.; WOODRUFF, D.L.; HOPP, W.J.: CONWIP – a pull alternative to kanban. *International Journal of Production Research*, vol. 28, n. 5, pp. 879-894, 1990.
- SPEARMAN, M.L. & ZANZANIS, M.A.: Push and pull production systems – issues and comparison. *Operations Research*, vol. 40, pp. 521-532, 1992.
- SPIRA, J.: Mass customization through training at Lutron Electronics. *Computers in Industry*, vol. 30, n.3, pp. 171-174, 1996.
- STALK, G.: Time – The next source of competitive advantage. *Harvard Business Review*, pp. 41-51, July-August, 1988.
- STALK, G. & HOUT, T.: *Competing against time*. The Free Press, New York, 1990.

- STARR, M.K.: Global Competitiveness : Getting the U.S. back on track, W.W. Norton, New York, 1988.
- STEELE, D.C.; BERRY, W.L.; CHAPMAN, S.N.: Planning and Control in multi-cell manufacturing. *Decision Sciences*, vol. 26, n.1, pp. 1-34, 1995.
- STEELE, D.C. & MALHOTRA, M.K.: Factors affecting performance of period batch control systems in cellular manufacturing. *International Journal of Production Research*, vol. 35, n. 2, pp. 421-446, 1997.
- STEINER, E.L.: Importance of the supplier in the lean manufacturing process. *Proceedings of the Electrical Electronics Insulation Conference, IEEE*, Piscataway, NJ, USA, pp. 853-856, 1997.
- STORCH, R.L. and LIM, S.: Improving flow to achieve lean manufacturing in shipbuilding, *Production Planning & Control*, vol. 10, n. 2, pp. 127-137, 1999.
- SULEMAN, T. & ZAIRI, M.: Gaining Agility Through Supply Chain Management. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- SULLIVAN, W. G., MCDONALD, T.N., and VAN AKEN, E. M.: Equipment replacement decisions and lean manufacturing, *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 18, pp.255-265, 2002.
- SUTTON, R.I.; STAW, B.M.: O que não é teoria. *Revista de Administração de Empresas – FGV*, vol. 43, n° 3, julho – setembro de 2003.
- SZCZERBICKI, E.: Management of Complexity and Information Flow. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- THIE, M.; STOKIC, D.: Corporate Knowledge Management in Agile Manufacturing. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- THIOLLENT, M.: *Pesquisa-ação nas organizações*, Ed. Atlas, 1<sup>a</sup> Ed., 1997.
- TOWILL, D.R.: Engineering the Agile Supply Chain. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- TSENG, M.M. & JIAO, J.: Case-based evolutionary design for mass customization. *Computers and Industrial Engineering*, vol. 33, n. 1-2, pp. 319-323, 1997.
- TU, Y.: Production planning and control in a virtual one of a kind Production company. *Computers in Industry*, vol. 34, pp. 271-283, 1997.
- TU, Q.; VONDEREMBSE, M.A.; RAGU-NATHAN, T.S.: The impact of time-based manufacturing practices on mass customization and value to customer. *Journal of Operations Management*, vol.19, pp.201-217, 2001.
- TUROWSKY, K.: A virtual electronic all center solution for mass customization. *Proceedings of the 32<sup>nd</sup> Annual Hawaii International Conference on Systems Sciences*, pp.152-164, 1999.
- TUROWSKY, K.: Agent-based e-commerce in case of mass customization. *International Journal of Production Economics*, vol.75, pp.69-81, 2002.
- VENUGOPAL, V.: Soft-computing-based approaches to the group technology problem: a state-of-the-art review. *International Journal of Production Research*, vol. 37, n. 14, pp. 3335-3357, 1999.
- VERNADAT, F.B.: Enterprise Integration and Management in Agile Organizations. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- VINCENTI, A., Lean machine, *Automotive Engineer*, pp.58-59, janeiro 2002.
- VOLMANN, T.E.; BERRY, W.L.; WHYBARK, D.C.: *Manufacturing Planning and Control Systems*, 4<sup>th</sup> Ed, Mc Graw Hill, 1997.

- WANG, K.: Computational Intelligence in Agile Manufacturing Engineering. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- WEMMERLÖV, U. & HYER, N.L.: Procedures for the part family/machine group identification problem in cellular manufacturing. *Journal of Operations Research*, vol. 6, pp. 125-147, 1986.
- WENTZ, T.K.: *Transformational Change: how to transform mass production thinking to meet the challenge of mass customization*, Corporate Performance Systems, Westerville, Ohio, 1999.
- WESTON, R.H.; HARRISON, R.; WEST, A.A.: Virtual Enterprise Engineering in Support of Distributed and Agile Manufacturing. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- WESTON, R.H.; HODGSON, A.: Enterprise Integration and Management. In: GUNASEKARAN, A. (editor): *Agile Manufacturing: the 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, 2001.
- WETBROOK, R.: "Action Research ; a new paradigm for research in production and operations management." *International Journal of Operations & Production Management*, v.15, n.12, pp.6-20, 1995
- WEYRICH, M. & DREWS, P.: An interactive environment for virtual manufacturing: the virtual workbench. *Computers in Industry*, vol. 38, pp.5-15, 1999.
- WHEELWRIGHT, S.C.: Manufacturing Strategy – defining the missing link. *Strategic Management Journal*, vol. 5, pp. 77-91, 1984.
- WHETTEN, D.: O que constitui uma contribuição teórica ? *Revista de Administração de Empresas – FGV*, vol. 43, n° 3, julho – setembro de 2003.
- WHITE, R.E. and PRYBUTOK, V.: The relationship between JIT practices and type of production system. *Omega - The International Journal of Management Science*, vol. 29, pp. 113-124, 2001.
- WILD, R.: *Mass Production Management*. John Wiley & Sons Ltda. London, 1972
- WOMACK, J., JONES, D. & ROSS, D.: *A Máquina que Mudou o Mundo*. Ed. Campus. 14<sup>o</sup> Edição, 1992.
- WOMACK, J.P. & JONES, D.T.: *A Mentalidade Enxuta nas Empresas*. Ed. Campus, 5<sup>o</sup> Edição, 1998.
- YIN, R.K.: *Case study research - design and methods*, Sage Publications, 2<sup>nd</sup> Ed., 1994.
- YOUSSEF, M.A.: Agile manufacturing: a necessary condition for competing in global markets. *Industrial Engineering*, pp. 18-20, December 1992.
- YUSUF, Y.Y.; SARHADI, M. & GUNASEKARAN, A.: Agile manufacturing: The drivers, concepts and attributes. *International Journal of Production Economics*, vol. 62, 1999.
- ZACCARELLI, S.B.: *Programação e Controle da Produção*. Ed. Pioneira, São Paulo, 8<sup>a</sup> Edição, 1987.
- ZACCARELLI, S.B.: *Administração Estratégica da Produção*. São Paulo: Atlas, 1990.
- ZELENOVIC, D.M. & TESIC, Z.M.: Period Batch Control and group technology. *International Journal of Production Research*, vol. 26, n. 3, pp. 539-552, 1988.

### **Referências citadas por meio de *apud***

- CLARKE, L.: The Essence of Change. *Essence of Management Series*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA, 1994.

- GOLDMAN, S.L.: *An Agility Primer*, Agility Report, Agile Manufacturing Enterprise Forum, pp.1-4, November, 1994.
- GUNNESON, A.O.: *Transition to AGILITY – Creating the 21<sup>st</sup> century enterprise*. Addison-Wesley Publishing Company, 1996.
- PATTON, M.Q.: *Qualitative Evaluation and Research Methods*. Newbury Park, 1990.
- ULRICH, K; TUNG, K.: Fundamentals of product modularity. *Proceedings of the 1991 ASME Winter Annual meeting Symposium on Issues in Design/Manufacturing Integration*. Atlanta, 1991.

# APÊNDICE 1: QUESTIONÁRIO UTILIZADO NA TESE

## DADOS INICIAIS

Nome da Empresa: .....

Endereço Completo: .....

Responsável pelo preenchimento do questionário: .....

Cargo que ocupa na empresa: .....

Fone: ..... Fax: ..... email: .....

### 1) Características da empresa

1.1 A empresa está no mercado:

- a) menos de 5 anos
- b) entre 5 e 10 anos
- c) mais de 10 anos

1.2 Tipo da empresa:

- a) empresa limitada
- b) sociedade anônima

1.3 Tipo de capital da empresa

- a) nacional
- b) internacional

1.4 Número total de trabalhadores:

1.5 Número de trabalhadores na produção:

1.6 Faturamento durante 2002

- a) menor que R\$ 1 milhão
- b) entre R\$ 1 e R\$ 5 milhões
- c) entre R\$ 5 e R\$ 20 milhões
- d) entre R\$ 20 e R\$ 50 milhões
- e) acima de R\$ 50 milhões



# Questionário 1: referente ao capítulo 8 da tese

## PARTE 1: REFERENTE AO PASSO 1 DA METODOLOGIA

**Questão:** Por favor, nas questões de F1 a F38 assinale a importância que cada fundamento abaixo têm dentro de sua organização. Utilize a escala a seguir para medir este grau de importância.

Escala relativa a parte 1 da pesquisa (para medir importância que cada fundamento têm para a empresa), lembrando que a importância ou não de cada fundamento está relacionado a sua aplicabilidade na empresa :

**1 = não tem importância alguma**

**2 = pequena importância**

**3 = média importância**

**4 = muita importância**

**5 = é imprescindível para a empresa**

F1: Especialização do trabalho

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F2: A empresa direciona seus esforços para as classes sociais menos favorecidas, visando reduzir preços e atender especificamente este segmento

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F3: Os produtos da empresa são padronizados, com nenhuma diversidade

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F4: A empresa usa conscientemente altos estoques de segurança de matérias primas ou até mesmo estoques entre os processos para evitar que as máquinas parem e ocorram perdas de produtividade

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F5: A empresa busca a qualidade dos seus produtos a principal fonte de vantagens competitivas

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F6: A empresa busca alta diferenciação, com pouca diversidade

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F7: Combate total aos desperdícios: estoques, espera, superprodução, transporte, movimentação, defeitos, deficiências no processo.

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F8: Filosofia just in time

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F9: A atividades de melhoria contínua são vistas como vitais por todos na empresa

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F10: Busca do zero defeito a qualquer custo

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F11: A produção deve parar ao menor sinal de defeito e as causas devem ser buscadas, analisadas e corrigidas

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F12: Gerenciamento Visual voltado à qualidade

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F13: A empresa tem na rapidez e na pontualidade do atendimento dos pedidos dos clientes a principal fonte de vantagens competitivas;

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F14: A empresa busca fornecer aos clientes ampla diversidade de produtos

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F15: A empresa direciona seus esforços para os clientes sensíveis ao tempo, ou seja, aqueles clientes que estão dispostos a pagar mais por maior velocidade e pontualidade

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F16: A empresa é extremamente inovadora, estabelecendo o ritmo da inovação em seu setor industrial

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F17: Todos na empresa e na cadeia de valor estão imbuídos em esforços de integração e redução de tempos

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F18: A programação da produção é sincronizada em toda a cadeia de suprimentos

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F19: A empresa foca bastante a utilização de SICOPROCs responsivos

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F20: A empresa foca a utilização de sistemas de programação com capacidade finita

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F21: A empresa tem na customabilidade, ou seja, “na habilidade de fornecer ao cliente exatamente o que ele quer” e no uso intensivo de tecnologia e sistemas de informação a principal fonte de vantagens competitivas.

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F22: Devido a uma grande customabilidade, os preços cobrados pela empresa estão acima dos concorrentes.

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F23: A empresa usa intensivamente novas tecnologias e sistemas de informação (por exemplo; CAD, CAM, FMS, sistemas ERP, EDI, internet, etc.), focando estas tecnologias no contato com o cliente.

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F24: A empresa direciona sua área de desenvolvimento de produtos à customização de produtos aos clientes

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F25: Existe uma rede de fornecedores próxima a empresa e que constantemente trocam informações entre si.

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F26: O desenvolvimento dos produtos é feito com a colaboração dos fornecedores.

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F27: O cliente participa nas etapas do ciclo de vida do produto (mostrar os sete níveis de participação do cliente de DA SILVEIRA et al (2001))

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F28: Ferramentas de comunicação entre o cliente e a empresa são de extrema importância para a empresa; para tal são oferecidos catálogos de opções para os clientes, as informações sobre a escolha do cliente são armazenadas em um banco de dados específico, etc...

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F29: A empresa utiliza bastante módulos padrões com a finalidade de atingir a customização pela combinação ou modificação destes módulos

**Resposta:**      1                      2                      3                      4                      5

F30: Os ganhos de escala na empresa são conseguidos através da economia de escopo, ou seja, um mesmo equipamento é capaz de produzir uma variedade de produtos com um custo menor do que se estes produtos fossem produzidos separadamente em diversas máquinas.

**Resposta:**        1                    2                    3                    4                    5

F31: A empresa tem na agilidade, ou seja, “na habilidade de lidar, responder e tirar vantagens das mudanças, sejam elas constantes ou inesperadas” e no uso intensivo de tecnologia e sistemas de informação a principal fonte de vantagens competitivas

**Resposta:**        1                    2                    3                    4                    5

F32: Existe na empresa um forte comprometimento social e ambiental, com a existência de diversos programas nestas áreas.

**Resposta:**        1                    2                    3                    4                    5

F33: A empresa usa intensivamente novas tecnologias e sistemas de informação (por exemplo; CAD, CAM, FMS, sistemas ERP, EDI, internet, etc.), principalmente focando estas tecnologias no desenvolvimento de parcerias virtuais.

**Resposta:**        1                    2                    3                    4                    5

F34: A empresa participa de parcerias virtuais momentâneas com outras empresas, desenvolvendo produtos inteiramente novos que não pertencem a sua habitual gama de produtos a fim de aproveitar uma oportunidade nova que o mercado está oferecendo

**Resposta:**        1                    2                    3                    4                    5

F35: A empresa se preocupa em “fornecer soluções” para seus clientes, soluções estas que se encontram muitas vezes na realização de parcerias virtuais com outras empresas

**Resposta:**        1                    2                    3                    4                    5

F36: Existe uma grande ênfase na cooperação dentro (entre funcionário) e principalmente fora da empresa (entre empresas)

**Resposta:**        1                    2                    3                    4                    5

F37: A capacidade de reconfiguração (mudar de foco, diversidade, nicho) é tida como vital na empresa

**Resposta:**        1                    2                    3                    4                    5

F38: A área de desenvolvimento de produtos é direcionada a criação de novos produtos, produtos estes, na maioria das vezes, totalmente fora da gama de produtos da empresa

**Resposta:**        1                    2                    3                    4                    5

## **PARTE 2: REFERENTE AO PASSO 2 DA METODOLOGIA**

**Questão: Por favor, identifique o grau de aplicação na empresa dos seguintes capacitadores (metodologias, ferramentas e tecnologias), identificados pelos códigos C1 até C39 . Utilize a escala a seguir para medir este grau de aplicação.**

Escala relativa a parte 2 da pesquisa (para medir o grau de aplicabilidade dos capacitadores):

**1 = não utilização/desconhecimento do capacitador**

**2 = estágio de conhecimento e avaliação para implantação do capacitador**

**3 = capacitador em implantação**

**4 = capacitador implantado recentemente**

**5 = capacitador implantado integralmente**

C1: Economia de escala

**Resposta:**        1                    2                    3                    4                    5

C2: Uso intensivo de máquinas especializadas

<b>Resposta:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
C3: Sistemas de produção em massa					
<b>Resposta:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
C4: Roteiros estritamente fixos e inflexíveis					
<b>Resposta:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
C5: Mapeamento do Fluxo do Valor					
<b>Resposta:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
C6: Sistemas de produção repetitivos					
<b>Resposta:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
C7: Trabalho em fluxo contínuo					
<b>Resposta:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
C8: Ferramentas de troca rápida					
<b>Resposta:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
C9: Kaizen					
<b>Resposta:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
C10: Programas Zero Defeito/Seis sigma					
<b>Resposta:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
C11: Ferramentas Poka Yoke (à prova de erros)					
<b>Resposta:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
C12: 5S					
<b>Resposta:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
C13: Cartazes, placas e medidas com objetivos e resultados referentes à qualidade					
<b>Resposta:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
C14: Utilização de medidas de desempenho baseadas no tempo					
<b>Resposta:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
C15: Escolha de fornecedores baseado no grau de atendimento de pedidos no prazo devido					
<b>Resposta:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
C16: A empresa utiliza fortemente sistemas de informação, os quais se focam bastante na integração da empresa					
<b>Resposta:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
C17: Metodologias para a redução do tempo de desenvolvimento de novos produtos: engenharia simultânea, DFMA, CAD, CAM					
<b>Resposta:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
C18: Utilização de sistemas de produção basicamente semi repetitivos; sistemas repetitivos e não repetitivos também são possíveis					
<b>Resposta:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
C19: Utilização de SICOPROCs responsivos: CONWIP H, PBC, OPT ou sistema de alocação de cargas por encomenda					
<b>Resposta:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
C20: Utilização de sistemas de programação com capacidade finita voltados a redução dos <i>lead times</i> e obtenção de pontualidade nas entregas					
<b>Resposta:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

C21: Rede de informações entre fornecedores, e entre a empresa e fornecedores, com utilização de EDI, internet, dentre outros

**Resposta:**        1                    2                    3                    4                    5

C22: Ampla participação dos fornecedores e dos clientes no desenvolvimento de produtos

**Resposta:**        1                    2                    3                    4                    5

C23: Manutenção de banco de dados sobre projetos passados

**Resposta:**        1                    2                    3                    4                    5

C24: Modelagens de família de produtos como uma forma de balancear o nível de variedade que os clientes acham atrativo com o nível de complexidade que ainda permitem custos aceitáveis

**Resposta:**        1                    2                    3                    4                    5

C25: EDI, internet, voltados ao estabelecimento de contato com clientes

**Resposta:**        1                    2                    3                    4                    5

C26: Empresa virtual

**Resposta:**        1                    2                    3                    4                    5

C27: Manufatura virtual

**Resposta:**        1                    2                    3                    4                    5

C28: Integração da cadeia de suprimentos, chegando as empresas a verificar estoques e programação dos seus fornecedores, inclusive colocando pedidos

**Resposta:**        1                    2                    3                    4                    5

C29: Amplo desenvolvimento de competências chave, as quais possibilitem a empresa entrar em uma ampla variedade de mercados

**Resposta:**        1                    2                    3                    4                    5

C30: Gestão baseada na incerteza e na mudança, isto é, cultura da empresa não é baseada em valores e práticas tradicionais

**Resposta:**        1                    2                    3                    4                    5

C31: Gestão baseada no conhecimento, ou seja, a empresa entende que o conhecimento e a informação são os verdadeiros diferenciais; na prática utiliza sistemas especialistas e enfatiza o “conhecimento dinâmico”

**Resposta:**        1                    2                    3                    4                    5

C32: Tecnologias de informação para estabelecimento de parcerias virtuais tipo internet, EDI, comércio eletrônico

**Resposta:**        1                    2                    3                    4                    5

C33: Sistemas de projeto auxiliados por prototipação rápida

**Resposta:**        1                    2                    3                    4                    5

C34: Sistemas de planejamento e controle da produção auxiliados por algoritmos que sustentem a empresa virtual

**Resposta:**        1                    2                    3                    4                    5

C35: Inteligência Artificial (redes neurais, lógica difusa, algoritmos genéticos)

**Resposta:**        1                    2                    3                    4                    5

C36: Novas tecnologias de informação como programação orientada a objetos e multimídia

**Resposta:**        1                    2                    3                    4                    5

### **PARTE 3: REFERENTE AO PASSO 3 DA METODOLOGIA**

**Questão: Por favor, identifique na escala abaixo a frase que melhor representa a configuração para cada uma das áreas de decisão de sua empresa (cada questão de AD1 até AD 11 representa uma área de decisão)**

**AD1: ÁREA DE DECISÃO => INSTALAÇÕES**

(1) A empresa tem no *layout* por produto seu principal tipo de arranjo físico, sendo que o balanceamento da linha de produção é uma preocupação constante.

(2) A empresa apresenta o *layout* por produto e linhas de produção/montagem, porém devido a um certo grau de variedade dos produtos, o *layout* celular também é utilizado (na maioria dos casos o padrão de fluxo é *flow shop* e em alguns casos *job shop*).

(3) A empresa utiliza o *layout* por produto, linhas de produção/montagem e *layout* celular com padrões de fluxo *flow shop* (preferencialmente) e *job shop*; o *layout* funcional somente é utilizado onde não foi possível a utilização do *layout* celular.

(4) Devido a uma altíssima variedade de produtos, o *layout* funcional se torna necessário; porém os *layouts* por produto, celular e linhas de fabricação/montagem continuam a existir sempre que possível; na medida do possível as instalações utilizam alta tecnologia a fim de tornar o processo produtivo mais flexível (alimentador de partes flexíveis, ferramentas de troca rápida, robôs, etc.); alta utilização de módulos padrões.

(5) Idem ao item 4, porém neste caso as instalações suportam mudanças totais na linha de produtos (produtos diferentes dos costumeiramente produzidos pela empresa), enquanto que no item 4 as instalações suportam altíssima flexibilidade dentro de uma gama de opções predeterminada pela empresa.

(6) nenhuma das anteriores

**AD2: ÁREA DE DECISÃO => TECNOLOGIA**

(1) A empresa utiliza a tecnologia em prol de uma alta produtividade, com sistemas e máquinas grandes e dedicadas

(2) A empresa foca a tecnologia de processo na redução dos tempos de troca entre máquinas e reduções do tamanho de lote e estabelecimento de fluxo contínuo entre máquinas, além de focar também tecnologias no combate aos refugos no processo (ferramentas poka yoke, etc.); além disso há uma ênfase em máquinas menores e mais flexíveis

(3) Idem ao item 2, com a única diferença de que existe uma preocupação na escolha de tecnologias que forneçam maior rapidez e flexibilidade na produção e respostas mais rápidas na tomada de decisão (como correios internos e intranet), desenvolvimento mais rápido de produtos (engenharia simultânea, CAD/CAM, etc..) e variedade.

(4) Alta utilização de tecnologias de flexibilização no processo produtivo (robôs, ferramentas de troca rápida, etc...); tecnologias de informação visando estabelecimento de contato com clientes a fim de estabelecer nível de customização dos produtos (internet, correio eletrônico, etc..) e tecnologias para desenvolvimento rápido de novos produtos (CAD/CAM, banco de projetos, etc.)

(5) Alta utilização de tecnologias de flexibilização do processo produtivo; alta utilização de tecnologias de informação como internet, EDI, correios internos, a fim de dar suporte a empresas virtuais, além da utilização de tecnologias de prototipação rápida, CAD/CAM e engenharia simultânea para rápido e flexível desenvolvimento e lançamento de novos produtos. A diferença entre este item e o anterior está na utilização da tecnologia de informação (no item quatro esta tecnologia é usada para contatos com clientes e fornecedores, enquanto que neste item esta tecnologia é utilizada prioritariamente para formação de parcerias virtuais).

(6) nenhuma das anteriores

**AD3: ÁREA DE DECISÃO => INTEGRAÇÃO VERTICAL**

(1) A empresa, para tomar decisões sobre o grau de verticalização, toma como principal medida os custos envolvidos

(2) A empresa, no momento em que toma a decisão sobre o grau de verticalização, apesar de se preocupar com os custos, tem, no impacto que este nível de verticalização causa no nível de qualidade dos produtos, sua principal fonte decisória; em outras palavras, a decisão quanto ao grau de verticalização é definida principalmente com relação à qualidade dos produtos

(3) A empresa, para tomar decisões sobre o grau de verticalização, apesar de se preocupar com os custos e a qualidade, tem como principal parâmetro decisório a velocidade e pontualidade no fornecimento dos produtos

(4) O principal parâmetro decisório referente ao grau de verticalização é a flexibilidade no fornecimento

(5) O principal parâmetro decisório referente ao grau de verticalização é a capacidade de lidar com mudanças dos seus fornecedores, além de sua disponibilidade em participar de parcerias

(6) nenhuma das anteriores

**AD4: ÁREA DE DECISÃO => ORGANIZAÇÃO**

- (1) A organização e as tomadas de decisão estão extremamente comprometidas com aumentos de produtividade e reduções de custos
- (2) A organização e as tomadas de decisão estão extremamente comprometidas com a qualidade
- (3) A organização e as tomadas de decisão estão extremamente comprometidas com a velocidade no atendimento aos clientes, com o cumprimento dos prazos estipulados e com a variedade
- (4) A organização e as tomadas de decisão estão extremamente voltadas a produção customizada, porém também existe uma grande preocupação com os custos, os quais devem ser mantidos a um nível aceitável apesar da customização
- (5) A organização e as tomadas de decisão estão extremamente voltadas para a captação de novas oportunidades de negócio e a transformação destas oportunidades em novos produtos
- (6) nenhuma das anteriores

**AD5: ÁREA DE DECISÃO => GESTÃO DE NOVOS PRODUTOS**

- (1) A empresa foca sua área de novos produtos no redesenho de produtos visando a redução de custos de produção e aumentos de produtividade
- (2) A empresa foca sua área de novos produtos na eliminação de etapas desnecessárias na produção, melhoria de aparência dos produtos e a correção dos produtos no tocante a defeitos de fabricação
- (3) A empresa foca sua área de novos produtos na redução do *time-to-market* (tempo de lançamento dos novos produtos ao mercado) ; existe também uma preocupação no lançamento de novos produtos.
- (4) A empresa foca sua área de novos produtos no projeto de produtos customizados
- (5) A empresa foca sua área de desenvolvimento de novos produtos no projeto de novos modelos que atendam a novas condições do mercado ou até mesmo que atendam a mercados totalmente novos.
- (6) nenhuma das anteriores

**AD6: ÁREA DE DECISÃO => FORÇA DE TRABALHO**

- (1) Pessoal especializado, comprometido a diminuição de custos
- (2) Pessoal multi habilitado, treinado, trabalhando em equipes e comprometido com programas de qualidade do tipo TQM, *kaizen*, 5S, etc..
- (3) Pessoal multi habilitado, treinado, trabalhando em equipes e comprometido com programas de redução do tempo de ciclo e atendimento de prazos de clientes
- (4) Pessoal multi habilitado, treinado, trabalhando em equipes e comprometido a oferecer produtos customizados aos clientes e aumentar flexibilidade no processo, sem se esquecer de um grande comprometimento com a redução de custos, os quais não podem crescer exageradamente como resultado da customização
- (5) Pessoal multi habilitado, treinado, trabalhando em equipes e comprometido a oferecer “soluções” aos clientes; a inovação é extremamente importante
- (6) nenhuma das anteriores

**AD7: ÁREA DE DECISÃO => CAPACIDADE**

- (1) A empresa entende que a alta utilização da capacidade e dos recursos produtivos é vital; é dada ênfase em economias de escala; é baixíssima a capacidade de alocar alterações na demanda; a política alternativa de capacidade mais utilizada é a política da capacidade constante; as decisões sobre capacidade são simples, uma vez que os produtos são padronizados
- (2) A empresa entende que a utilização de capacidade não é vital, ela depende dos requisitos do cliente; a política alternativa de capacidade mais utilizada é a política de acompanhamento da demanda
- (3) A empresa entende que a tem alta utilização de capacidade prejudica a velocidade no atendimento e a pontualidade na entrega (para HUA & BANERJEE, 2001: “o congestionamento no processo aumenta com o aumento de utilização da capacidade”); portanto a empresa deixa capacidade excedente com a finalidade de fornecer maior velocidade e pontualidade
- (4) A capacidade é altamente flexível para atender a mudanças no mix de produtos
- (5) Decisões sobre capacidade são extremamente difíceis, uma vez que produtos totalmente novos são lançados; portanto novos produtos são considerados no planejamento de capacidade
- (6) nenhuma das anteriores

**AD8: ÁREA DE DECISÃO => RELACIONAMENTO COM FORNECEDORES**

- (1) A empresa enfatiza a abordagem competitiva entre fornecedores, visando diminuição de custos dos componentes comprados

- (2) A empresa enfatiza uma abordagem cooperativa com fornecedores, visando melhorias de padrões de qualidade
- (3) Ambas as abordagens existem na empresa, porém o objetivo requerido dos fornecedores são entregas rápidas e confiáveis
- (4) A empresa enfatiza a abordagem cooperativa com os fornecedores os quais devem se adaptar rapidamente as mudanças do mix de produção; além disso existem redes de comunicação entre a empresa e os fornecedores e entre os próprios fornecedores e participação ativa dos fornecedores no projeto de novos produtos
- (5) A ênfase é total na abordagem cooperativa; esta cooperação não é restrita somente aos fornecedores mas também a outras empresas, as quais são entendidas como parceiros virtuais em potencial
- (6) nenhuma das anteriores

#### AD9: ÁREA DE DECISÃO => **ESTOQUES**

- (1) A empresa tem na política *make to stock* (produzir para estoque) sua principal política de estoques, existindo portando altos níveis de estoque de produtos acabados
- (2) Ênfase na redução dos estoques desnecessários e em sistemas JIT; apesar disso a política *make to stock* ainda é preponderante, existindo políticas *make to order* 1 e *assembly to order* na tentativa de redução dos estoques.
- (3) Devido a uma grande variedade de produtos, a política *make to stock* se torna difícil; portanto sobressaem as políticas *assembly to order* e *make to order* (1 e/ou 2)
- (4) As políticas *make to order* e *engineering to order* são preponderantes devido à altíssima necessidade de customização dos produtos
- (5) As políticas *make to order* e *engineering to order* também são preponderantes; a diferença com relação ao item anterior é que, com relação ao *engineering to order*, as variações de projeto são muito maiores que no caso anterior.
- (6) nenhuma das anteriores

#### AD10: ÁREA DE DECISÃO => **SISTEMAS DE CONTROLE DA PRODUÇÃO**

- (1) A empresa utiliza SPCP simples, como por exemplo planilhas, para controlar sistemas contínuos ou de produção em massa
- (2) A empresa utiliza sistemas de fluxo contínuo (programação de taxas de produção), e o sistema *kanban* onde não é possível o fluxo contínuo
- (3) A empresa entende que os SICOPROCs são o ponto vital para a empresa. Portanto utiliza SICOPROCs responsivos: *kanban* (em ambientes repetitivos), CONWIP/PBC/OPT (em ambientes semi repetitivos) ou sistema de alocação de carga por encomenda (em ambientes não repetitivos); utiliza também sistemas de programação da produção com capacidade finita com o intuito de melhorar a velocidade e pontualidade das entregas
- (4) A empresa trabalha em ambientes semi repetitivos, não repetitivos e grande projeto; portanto se utiliza dos SICOPROCs adequados a estes ambientes: PBC/CONWIP/OPT (ambientes semi repetitivos), MRP ou sistema de alocação de cargas sob encomenda (ambientes não repetitivos) e PERT/CPM (ambientes grande projetos).
- (5) Idem ao item anterior com o diferencial de que a empresa dispõe de uma estrutura de controle dinâmico e flexível para lidar e reagir a incertezas do mercado; estrutura de programação da produção e algoritmos que trabalhem com incertezas na produção em uma empresa virtual e dispõem de sistemas de modelagem da situação da produção e de sistemas de controle compatíveis com uma empresa virtual
- (6) nenhuma das anteriores

#### AD11: ÁREA DE DECISÃO => **GESTÃO DA QUALIDADE**

- (1) A empresa entende que existe um nível de conformidade ótimo (nem sempre é o zero defeito) e enfatiza inspeções de qualidade e controle de defeitos na saída do processo
- (2) A empresa entende que o nível de conformidade ótima é o zero defeito e não mede esforços para alcançá-lo; ênfase em programas TQM, ISSO, seis sigma e *kaizen*, além do uso de ferramentas estatísticas
- (3) A empresa tem um alto foco na gestão da qualidade até os níveis em que ela passa a prejudicar os esforços de velocidade e pontualidade dos processos
- (4) A empresa tem um alto foco na gestão da qualidade até o momento em que ela passa a representar uma ameaça a flexibilidade e customabilidade de produção
- (5) A empresa tem um alto foco na gestão da qualidade até o momento em que ela passa a representar uma ameaça ao lançamento de novos produtos
- (6) nenhuma das anteriores



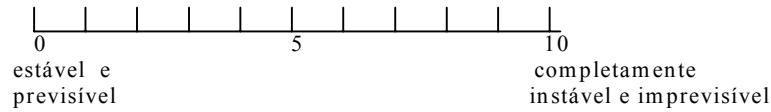
## Questionário 2: referente ao capítulo 9 da tese

### PARTE 1: Análise da Turbulência do mercado

Por favor responda as 23 questões seguintes sobre o ambiente de negócios no qual sua empresa se insere. Marque um X num ponto em uma escala de 0 a 10 (somente marque números inteiros) sobre sua percepção a respeito de cada uma das questões.

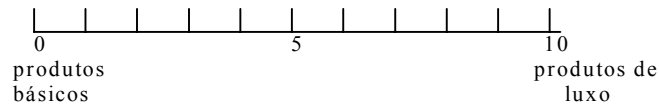
1. Em que nível a demanda dos produtos de sua empresa são instáveis e imprevisíveis ?

Resposta:



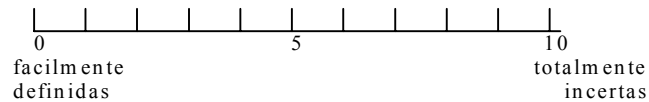
2. Os produtos de sua empresa são de necessidade básica, são artigos de luxo ou se encontram em um ponto intermediário ?

Resposta:



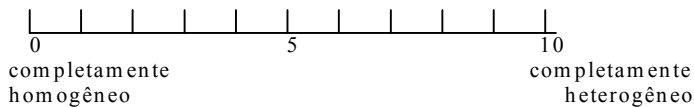
3. Em que grau as necessidades dos clientes de sua empresa são facilmente entendidas e definidas ?

Resposta:



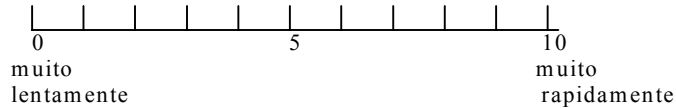
4. Os clientes da empresa desejam basicamente os mesmos produtos (gostos homogêneo), produtos únicos (gostos heterogêneos) ou algo intermediário ?

Resposta:



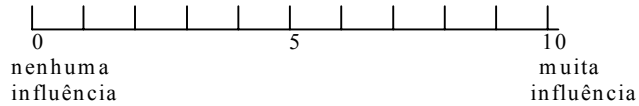
5. Com que rapidez as necessidades dos clientes de sua empresa mudam ?

Resposta:



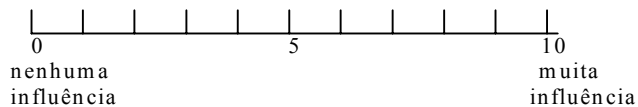
6. Em que grau os preços dos produtos influenciam os clientes na decisão de comprar produtos de sua empresa ?

Resposta:



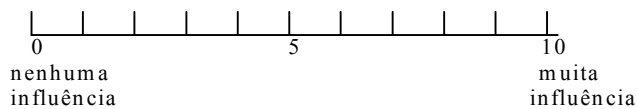
7. Em que grau a qualidade dos seus produtos influenciam os clientes na decisão de comprar produtos de sua empresa ?

Resposta:



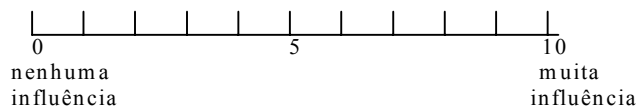
8. Em que grau a moda influencia os clientes a comprar produtos de sua empresa ?

Resposta:



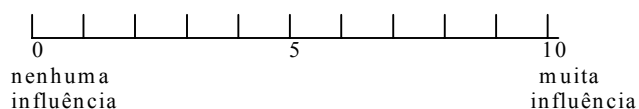
9. Em que grau o nível de serviço pré e pós vendas influencia os clientes na decisão de comprar produtos de sua empresa ?

Resposta:



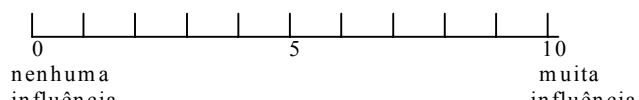
10. Em que grau os clientes de sua empresa ditam os preços, condições e características de seu negócio ?

Resposta:



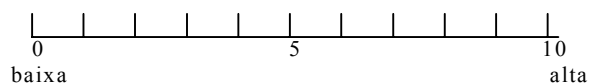
11. Em que grau as vendas de sua empresa são influenciadas por ciclos econômicos de recessão, recuperação e expansão ?

Resposta:



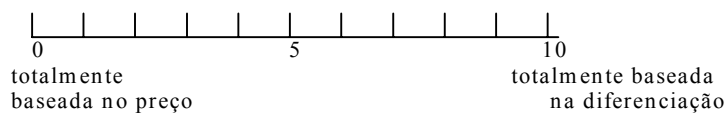
12. Em que grau é a concorrência entre sua empresa e os principais concorrentes ?

Resposta:



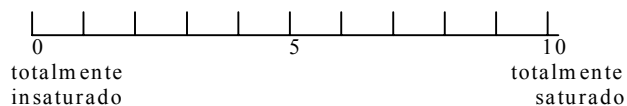
13. A competição, dentro do mercado em que sua empresa atua é baseada totalmente no preço dos produtos, na diferenciação ou é algo intermediário ?

Resposta:



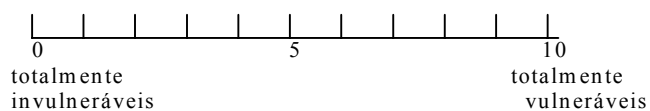
14. O mercado onde sua empresa atua se encontra totalmente insaturado, totalmente saturado ou numa situação intermediária ?

Resposta:



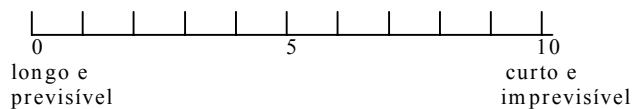
15. Em que grau os produtos de sua empresa são vulneráveis a serem substituídos por produtos substitutos ?

Resposta:



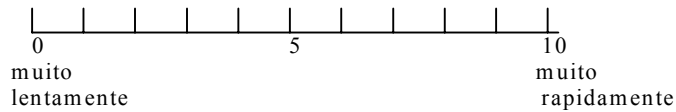
16. O ciclo de vida dos produtos de sua empresa é longo e previsível, curto e imprevisível ou algo intermediário ?

Resposta:



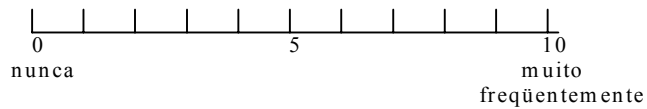
17. Com que velocidade ocorrem as mudanças tecnológicas com relação ao ambiente de sua empresa ?

Resposta:



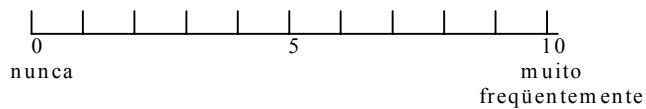
18. Com que frequência são introduzidas tecnologias totalmente novas no ambiente em que sua empresa atua ?

Resposta:



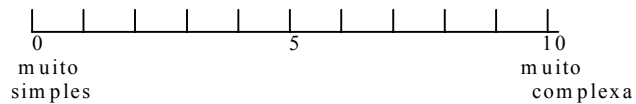
19. Com que frequência os fornecedores tem problemas em realizar entregas no tempo, quantidades e níveis de qualidades desejados ?

Resposta:



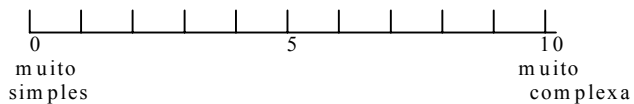
20. Como você avaliaria a complexidade da atividade de se projetar novos produtos em sua empresa ?

Resposta:



21. Como você avaliaria a complexidade da atividade de se produzir novos produtos em sua empresa ?

Resposta



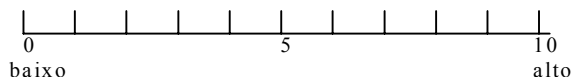
22. Qual o nível de pressões relativos a preservação ambiental no mercado em que sua empresa atua ?

Resposta:



23. Como você avalia o poder de resposta de seus concorrentes frente a promoções, inovações e outras estratégias de sua empresa ?

Resposta:



## PARTE 2: Identificação dos Objetivos de Desempenho da Produção que devem ser priorizados pela empresa

**Questão 1:** Por favor; baseado na escala a seguir, identifique na tabela a importância para os clientes de cada um dos objetivos de desempenho da produção mostrados

### Escala utilizada:

1. O objetivo de desempenho proporciona uma vantagem crucial junto aos clientes, representando portanto o principal impulso para a competitividade da empresa
2. O objetivo de desempenho proporciona uma importante vantagem junto aos clientes, devendo portanto ser sempre considerado
3. O objetivo de desempenho proporciona uma vantagem útil junto à maioria dos clientes
4. O objetivo de desempenho na empresa precisa estar pelo menos no nível do bom padrão do setor industrial
5. O objetivo de desempenho na empresa precisa estar em torno da média do padrão do setor industrial
6. O objetivo de desempenho na empresa precisa estar a pouca distância do restante do setor industrial
7. O objetivo de desempenho normalmente não é considerado pelos clientes. Mas pode se tornar mais importante no futuro
8. O objetivo de desempenho é muito raramente considerado pelos clientes
9. O objetivo de desempenho nunca é considerado pelos clientes e provavelmente nunca será

Tabela para a identificação da importância dos objetivos de desempenho

<b>Objetivos de desempenho</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>Custo</b>									
<b>Qualidade</b>									
<b>Rapidez</b>									
<b>Pontualidade</b>									
<b>Variedade</b>									
<b>“Customabilidade”</b>									
<b>Agilidade</b>									

**Questão 2:** Por favor; baseado na escala a seguir, identifique na tabela o desempenho relativo aos principais concorrentes de cada um dos objetivos de desempenho da produção mostrados

### Escala utilizada:

1. O desempenho do objetivo de desempenho na empresa é consistentemente e consideravelmente melhor do que o do concorrente mais próximo
2. O desempenho do objetivo de desempenho na empresa é bem melhor do que o concorrente mais próximo
3. O desempenho do objetivo de desempenho na empresa é marginalmente melhor do que o concorrente mais próximo
4. O desempenho do objetivo de desempenho na empresa é com frequência melhor do que a maioria dos concorrentes
5. O desempenho do objetivo de desempenho na empresa é aproximadamente o mesmo da maioria dos concorrentes
6. O desempenho do objetivo de desempenho na empresa está a uma pequena distância atrás dos concorrentes
7. O desempenho do objetivo de desempenho na empresa é usual e marginalmente pior do que os principais concorrentes
8. O desempenho do objetivo de desempenho na empresa é usualmente pior do que a maioria dos concorrentes
9. O desempenho do objetivo de desempenho na empresa é consistentemente pior do que a maioria dos concorrentes

