

ROBERTO LOPES DE CASTRO

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO E ESTOQUES: UM
SURVEY COM FORNECEDORES DA CADEIA AUTOMOBILÍSTICA
BRASILEIRA**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção de Título de Mestre em
Engenharia

São Paulo
2005

ROBERTO LOPES DE CASTRO

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO E ESTOQUES: UM
SURVEY COM FORNECEDORES DA CADEIA AUTOMOBILÍSTICA
BRASILEIRA**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção de Título de Mestre em
Engenharia

Área de Concentração:
Engenharia de Produção

Orientador:
Prof. Dr. Marco Aurélio de Mesquita

São Paulo
2005

Para a Mari

AGRADECIMENTOS

Agradeço aqueles que de alguma forma me ajudaram a concluir este trabalho, em especial às seguintes pessoas:

- Prof. Dr. e amigo Marco Aurélio de Mesquita, que acreditou, motivou e orientou, sem o qual seria impossível desenvolver esta dissertação;

- Prof. Dr. Dario Myiake e Prof. Dr. Mauro Zilbovicius, pelas contribuições e críticas incorporadas no trabalho;

- amigos do trabalho: Antonio Cassará, Ernesto Rauter, Luiz Figueiredo, Regina Helena e José Loriato, pelo incentivo e troca de idéias;

- Roni Oliveira, da biblioteca da EPUSP Produção, sempre prestativo e amigo;

- todos que dispensaram alguns minutos de seu tempo no trabalho para responder o questionário e participar da amostra desta pesquisa;

- meus pais José e Suely, pelo exemplo, educação, apoio e incentivo de sempre;

- Mariúcha, pelo apoio, carinho, compreensão e paciência.

RESUMO

As empresas fornecedoras para o segmento automotivo estão inseridas em um mercado de constante variação e sujeitas às oscilações da economia. As montadoras, principais influenciadoras do restante da cadeia de suprimentos, aderiram às práticas do *just in time*, que objetiva a alta eficiência e estoques reduzidos. Este trabalho procura identificar como os fornecedores ao longo da cadeia automotiva se adequaram às novas práticas das montadoras no que se refere ao planejamento e controle da produção e estoques. É realizado um *survey*, em que se verifica que os profissionais de PCP dos fornecedores respondem satisfatoriamente à demanda, porém de maneira não uniforme, com baixa coordenação com o elo mais próximo, baixa acuracidade de estoque e nível de estoque de produto acabado e matéria-prima elevado. É realizada uma comparação entre o desempenho dos fornecedores mais próximos da montadora com os mais longes, verificando-se que não há diferenças significativas entre ambos.

ABSTRACT

Automotive segment suppliers are part of a constant changing that is subject to oscillations in the economy. Automobile assemblers, the major influence over the rest of the supply chain, have adopted Japanese just in time practices, in order to achieve high levels of efficiency and low inventory. This paper seeks to identify how suppliers along the chain have adjusted to these new practices relating to production and inventory planning and control activities. A survey is conducted, showing that suppliers PPCs fulfill demand requests satisfactorily, although in a non-uniform way, with poor coordination between adjacent links in the chain, low inventory accuracy and high stock level of raw materials and finished goods. It is concluded that there are no significant performance differences between the suppliers close to the assemblers and those further from them.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE SIGLAS / ABREVIATURA

	PG
1 INTRODUÇÃO	01
1.1 Formulação do problema	02
1.2 Questões da pesquisa	05
1.3 Objetivos	06
1.4 Relevância	07
1.5 Estrutura do trabalho	09
2 MODELOS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO E ESTOQUES	10
2.1 Gestão da cadeia de suprimentos	10
2.2 Sistemas de planejamento da produção e estoques	16
2.2.1 Modelagem matemática	22
2.2.2 <i>Material Requirement Planning</i> – MRP e <i>Manufacturing Resources Planning</i> – MRP II	27
2.2.3 <i>Just in Time</i> - JIT	32
2.2.4 <i>Optimized Production Technology</i> - OPT	37
2.3 Conclusão do capítulo	38
3 PANORAMA DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA BRASILEIRA	40
3.1 Cadeia automotiva brasileira	40
3.2 Principais elos da cadeia automotiva	45
3.3 Estudos anteriores na área de planejamento da produção e estoques na cadeia automotiva brasileira	48
4 MÉTODO DE PESQUISA	50
4.1 Escolha do método de pesquisa	52
4.2 Aplicação do método <i>survey</i>	55
4.3 Formulação das hipóteses	59
4.4 Questionário comentado	60

5 RESULTADOS OBTIDOS	64
5.1 Teste piloto	64
5.2 Caracterização da amostra	65
5.3 Previsão de demanda	69
5.4 Programação da produção	72
5.5 Gestão de estoques	79
5.6 Informações complementares sobre o PCP	83
6 CONCLUSÃO	87
6.1 Análise das questões e hipóteses de pesquisa	87
6.2 Resumo das conclusões e recomendações	91
6.3 Desdobramentos futuros	93
ANEXOS	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103

LISTA DE FIGURAS

	PG	
Figura 1.1	Produção nacional de veículos	2
Figura 1.2	Exportação brasileira de veículos	7
Figura 2.1	Ciclo fechado do MRP	30
Figura 2.2	Hierarquia MRP II	31
Figura 3.1	Faturamento das indústrias brasileiras de autopeças	44
Figura 4.1	O método de pesquisa “tradicional”	51
Figura 4.2	Processo de pesquisa baseada em <i>survey</i>	58
Figura 5.1	Distribuição de famílias de produtos produzidos	67
Figura 5.2	Distribuição da amostra conforme posição predominante na cadeia	67
Figura 5.3	Faturamento por posicionamento na cadeia	68
Figura 5.4	Frequência das previsões de demanda	69
Figura 5.5	Horizonte das previsões de demanda	70
Figura 5.6	Fluxo de produção	72
Figura 5.7	Lógica para programação	73
Figura 5.8	Horizonte da programação	75
Figura 5.9	Grau de importância das informações	75
Figura 5.10	Práticas de colaboração	76
Figura 5.11	Práticas de colaboração por nível	77
Figura 5.12	Troca de informações	77
Figura 5.13	Utilização de EDI (por nível)	78
Figura 5.14	Ferramentas de gestão de estoques	79
Figura 5.15	Acuracidade dos registros de estoques	81
Figura 5.16	Acuracidade de estoque de produto acabado por nível	82

Figura 5.17	Opinião sobre o nível de estoques	83
Figura 5.18	Atividades de PCP em ordem de importância	84

LISTA DE TABELAS

	PG	
Tabela 1.1	Produção mundial de veículos	7
Tabela 2.1	Padrões de fornecimento x Pressão dos clientes/fornecedores	16
Tabela 2.2	Diferenças entre os modelos americanos e japoneses	35
Tabela 3.1	Faturamento das autopeças brasileiras, por destino da produção	44
Tabela 5.1	Empresas participantes da amostra	66
Tabela 5.2	Métodos de previsão de demanda utilizados	71
Tabela 5.3	Previsão de demanda de forma sistemática por nível	71
Tabela 5.4	<i>Softwares</i> mais usados para programação da produção	74
Tabela 5.5	Como melhorar o nível de informação para o PCP na visão dos respondentes	78
Tabela 5.6	Cobertura de estoques	80
Tabela 5.7	Cobertura oferecida pelos estoques por nível	80
Tabela 5.8	Pontualidade de entrega – por nível	81
Tabela 5.9	Formação acadêmica do principal responsável pelas atividades de PCP	83
Tabela 5.10	Principais problemas enfrentados pelo PCP – por nível	85
Tabela 5.11	Síntese dos dados quantitativos da pesquisa	86

LISTA DE SIGLAS / ABREVIATURA

APICS	<i>American Production and Inventory Control Society</i>
APS	<i>Advanced Planning and Scheduling</i>
CSCMP	<i>Council of Supply Chain Management Professionals</i>
CRP	<i>Capacity Requirement Planning</i>
DBR	<i>Drum-Buffer-Rope</i>
EDI	<i>Electronic Data Interchange</i>
ERP	<i>Enterprise Resources Planning</i>
FCS	<i>Finite Capacity System</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
m	Número de máquinas
MES	<i>Manufacturing Execution Systems</i>
MPS	<i>Master Production Scheduling</i>
MRP	<i>Material Requirement Planning</i>
MRP II	<i>Manufacturing Resources Planning</i>
MTO	<i>Make to Order</i>
MTS	<i>Make to Stock</i>
OPT	<i>Optimized Production Technology</i>
PCP	<i>Planejamento e Controle da Produção e Estoques</i>
Q	Quantidade de reposição de estoque
r	Patamar ponto de pedido
RCCP	<i>Rough Cut Capacity Planning</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
TQM	<i>Total Quality Management</i>

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

O presente estudo teve início em um curso Planejamento e Controle da Produção e Estoques (PCP), cursado pelo autor como parte integrante do programa de pós-graduação da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Neste curso, foi verificada a diversidade de modelos analíticos de apoio à decisão nos processos de planejamento da produção e estoques e o baixo nível de adoção destes pelas empresas. Em resumo, na teoria existem diversas técnicas disponíveis e nem todas são aplicadas e, na prática, cada empresa busca solucionar os problemas de planejamento da produção de forma empírica e que melhor convenha, sem existir um padrão entre fornecedores do mesmo ramo (Mesquita; Santoro, 2004; Azeka, 2003).

Com a retomada do crescimento da produção de veículos a partir de 2.000 (vide Figura 1.1), aumentou a pressão feita pelas montadoras por fornecimento com prazos mais curtos, melhor qualidade dos insumos e preços competitivos. A pressão se estende para níveis mais distantes das montadoras, onde os fornecedores atendem a um número maior de clientes, com maior variedade de produtos fabricados. O ambiente se torna mais turbulento, com constantes alterações dos pedidos já colocados e introdução de pedidos urgentes, o que dificulta o planejamento da produção e provoca um acúmulo de estoques de alguns itens e falta de outros (desequilíbrio de estoques).

Ao se fazer a análise dos modelos disponíveis para o planejamento da produção juntamente com as dificuldades dos fornecedores da indústria automobilística em tomar as decisões de PCP em um ambiente cada vez mais turbulento, é que se identificou uma oportunidade de se estudar as práticas de planejamento da produção nas empresas do segmento, avaliação e comparação com a teoria, para melhor compreender o problema e propor melhorias.

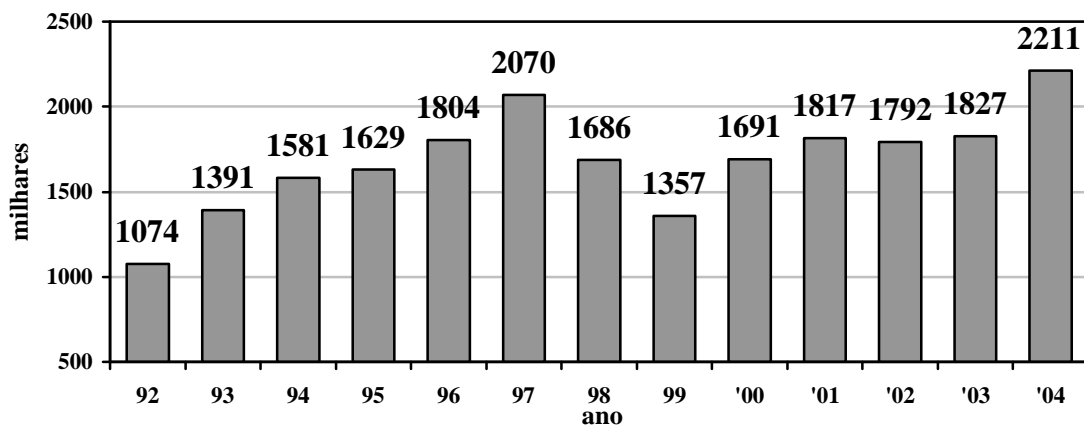


Figura 1.1 Produção nacional de veículos

Fonte: Sindipeças (2005)

1.1 Formulação do problema

Segundo Salerno; Marx; Zilbovicius (2003), que realizaram uma pesquisa focada nas práticas de gestão da produção nas indústrias da cadeia automotiva, existe uma maior distância das “melhores práticas” nos fornecedores de segundo e terceiro nível deste setor, indicando que pode haver problema de acúmulo de estoques, giro de capital e custo financeiro. Estes fornecedores, de acordo com os autores, sofrem pressão dupla: por um lado, a pressão dos clientes (nível um na cadeia) por prazo, custo e qualidade e, por outro lado, a pressão dos fornecedores oligopolistas de matéria-prima, que impõem suas condições comerciais de fornecimento, como prazo de entrega, lotes mínimos de fornecimento e preços.

O problema tratado neste estudo origina-se no aparente desempenho insatisfatório das áreas de planejamento e controle da produção e estoques de fornecedores de nível dois na indústria automotiva, seja pelo atraso das entregas e conseqüentemente perda do pedido ou multa, seja pelo alto custo de manutenção de estoques de produto acabado e matéria-prima. Os fornecedores de primeiro nível na indústria automotiva nem sempre colocam pedidos de forma regular e com antecedência adequada para seus fornecedores, o que dificulta o planejamento da produção.

As ordens podem sofrer alterações repentinas de quantidade e/ou prazo, canceladas ou complementadas por pedidos urgentes. Para atender a este padrão de demanda com alto nível de serviço, os fornecedores irão arcar com altos custos de estoque de produto acabado ou investir em *buffers* de capacidade, regulando a mão-de-obra de acordo com a

necessidade, isto é, contratando ou demitindo pessoas, pagando horas extras, abrindo vagas para empregos temporários, aplicando redução ou extensão da jornada, entre outras alternativas. O problema avança ao analisar os estoques de matéria-prima, uma vez que não raro o fornecedor deve manter um nível que seja adequado a uma determinada necessidade e que atenda a mudanças repentinas de *mix* de produto acabado. Tal alternativa pode ser agravada com a dificuldade de encontrar um determinado item, especialmente se este tiver alto *lead time* de fornecimento, caso de itens importados, ou se estiver sujeito às imposições de mercado, caso de grandes fornecedores nacionais de matéria-prima básica.

O problema de PCP apresentado pode ser detalhado em:

- dificuldade de previsão de demanda – por estarem voltados para um mercado em constante variação e alta pressão dos clientes, os pequenos e médios fornecedores da cadeia do setor automotivo podem utilizar estratégia voltada para a reposição de estoques (*make to stock* – MTS) ou para o atendimento de pedidos (*make to order* – MTO), ou ainda um híbrido entre os dois sistemas. A questão que se segue é como melhorar a previsão de demanda, especialmente em ambientes voltados para a reposição de estoques, de modo a refinar as decisões do quê, quanto e quando produzir, bem como nos dois casos (MTO e MTS) gerenciar a capacidade de produção para atender à demanda;
- dificuldade de gerenciar prazos e prioridades das ordens – o prazo de entrega de produto deveria ser determinado não somente pelo tempo operação (gasto somente com a produção) como também pelo tempo de fila que a ordem (ou o *job*) irá aguardar para entrar nas máquinas ou centros de produção, que é muito difícil de prever. Se o padrão de produção é variável, mais difícil será a estimativa do *lead time* de entrega, pois os *set ups* são variáveis e freqüentes, além do quê ordens urgentes podem ocupar um lugar no começo da “fila” e dificultar o atendimento de outra ordem no prazo combinado com o cliente. Em geral, o prazo de entrega é imposto pelo cliente, o fornecedor tem pouca informação para verificar se o prazo estipulado é viável e o PCP deve coordenar o cumprimento das ordens programadas com antecedência e acomodar os pedidos urgentes, estabelecendo as prioridades. *Lead times* longos prejudicam o atendimento de

prazos, o que diminui a competitividade da empresa;

- perda de eficiência devido a constantes mudanças na programação – o dimensionamento de lotes para atendimento à carteira de pedidos e reposição de estoques de produto acabado pode não ter uma regra específica, especialmente nos casos em que a estratégia seja MTO. Como o padrão de demanda é variável neste segmento, a produção é obrigada a preparar a máquina constantemente para iniciar a fabricação de produtos diferentes, gerando ineficiência e custo de *set up* elevado. Este problema reflete no menor índice de produtividade (constantes *set ups*) e em um aumento de estoque de material em processo;
- recursos humanos – o aumento repentino de pedidos obriga as pessoas responsáveis pelo planejamento da produção a continuamente administrar o contingente de mão-de-obra direta, estendendo turnos, contratando ou dispensando funcionários ou pagando horas extras, o que causa aumento de custos de produção;
- estoque de matéria-prima – o profissional de PCP terá dificuldade em estabelecer datas e quantidade de compra de matéria-prima devido à baixa previsibilidade da demanda, uma vez que ficará com excesso de material em estoque caso haja compra exagerada ou uma diminuição abrupta da demanda e, por outro lado, ficará sem matéria-prima caso a demanda aumente repentinamente. Não raro o pessoal de administração de materiais decide pela aquisição de matéria-prima mesmo sem ter sido gerada uma necessidade por parte do sistema adotado, com base em previsão de demanda ou de acordo com modelos de reposição de estoques.

1.2 Questões da pesquisa

Para uma melhor precisão do problema apresentado e dos objetivos da pesquisa, foram elaboradas as seguintes questões de pesquisa:

Questão 1 - “Quais os desdobramentos da adoção da lógica *just in time* pelas montadoras

do ponto de vista das práticas de reposição de estoques e planejamento da produção a montante da cadeia de suprimentos?”

Este questionamento é feito por Posthuma (1995), que realizou uma pesquisa de campo na indústria de autopeças brasileira sobre a difusão de programas *just in time* (JIT) e verificou que as autopeças têm dificuldade em planejar a produção e as entregas para atender aos pedidos das montadoras, pois não recebem uma perspectiva de médio prazo, o que dificulta a adoção do sistema JIT. Ao mesmo tempo, “as montadoras passaram a exigir entregas mais frequentes e em lotes menores, numa tentativa de aproximação de um *just in time*”, conforme Salerno (1997). O autor salienta que os fatores: integração das montadoras com os fornecedores diretos, proximidade física destes com as montadoras, compartilhamento de projetos de produto e fornecimento de módulos ou subconjuntos *just in time* são práticas consolidadas na indústria automobilística. Assim, surge o questionamento de como essas práticas se refletem no planejamento da produção e estoques no nível 2 da cadeia automotiva.

Questão 2 - “Qual a diferença que existe entre os fornecedores no que se refere aos problemas e práticas de PCP?”

Conforme comentado anteriormente, existe uma certa uniformidade entre as montadoras no que tange à questão da aplicação de conceitos do *just in time*, tendo o sistema Toyota de produção (TPS) como referência. E seus fornecedores ao longo da cadeia? Há diferenças significativas dos problemas e práticas entre os níveis 1 e 2?

1.3 Objetivos

Este trabalho tem dois objetivos:

- levantar as dificuldades e expectativas de fornecedores de nível 1 e 2 no segmento automotivo brasileiro quanto ao planejamento da produção e estoques, dada a pressão por prazos curtos de entrega e redução de custos de produção e estoques;
- aprofundar a análise do problema de PCP neste setor e, se possível, apresentar

propostas de melhoria para o planejamento da produção e estoques.

Esta pesquisa pode ser entendida como um desdobramento do trabalho desenvolvido por Salerno; Marx; Zilbovicius (2003), que pesquisaram 224 empresas do segmento automotivo no Brasil com o foco nas relações de gestão e organização entre fornecedores e montadoras. Neste trabalho, pretende-se aprofundar os aspectos de planejamento da produção e estoques deste importante segmento industrial.

1.4 Relevância

Acredita-se que o tema desenvolvido apresenta grande relevância, uma vez que, de acordo com o Sindipeças (2005), o Brasil ocupa a nona posição entre os fabricantes de veículos no mundo, tendo produzido 2,2 milhões de unidades em 2004 (Tabela 1.1).

Tabela 1.1 Produção mundial de veículos
Fonte: Sindipeças (2005)

Ordem	País	Produção 2004 (milhões de unidades)
1	Estados Unidos	11.989
2	Japão	10.512
3	Alemanha	5.570
4	China	5.071
5	França	3.666
6	Coréia do Sul	3.469
7	Espanha	3.011
8	Canadá	2.711
9	Brasil	2.211
10	Reino Unido	1.856
11	México	1.565
12	Índia	1.511

Outro ponto importante a ser salientado é que o ritmo das exportações de veículos cresce

ano após ano, como pode ser observado na Figura 1.2.

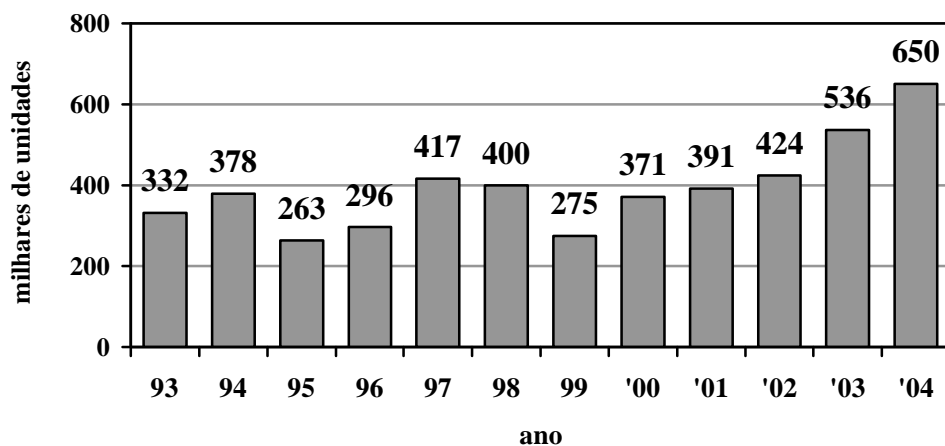


Figura 1.2 Exportação brasileira de veículos
Fonte: Sindipeças (2005)

Para sustentar este crescimento, o setor deve se desenvolver como um todo e os elos da cadeia devem estar alinhados, de tal forma que não haja nenhum elo fraco que fragilize a cadeia inteira. Assim, além dos investimentos em capacidade e gestão da produção, o PCP de cada *player* assume um papel extremamente importante para o crescimento da cadeia.

Outro ponto importante a ser salientado é que o setor nacional de autopeças emprega vários trabalhadores. Dentre as 468 empresas filiadas ao Sindipeças, os dados referentes a 2004 apontam para 187 mil empregados e faturamento anual de cerca de US\$ 16,5 bilhões. Estima-se que o faturamento do setor de autopeças corresponde a 2,7% do produto interno bruto do Brasil, reforçando a importância que este setor possui para a economia do país (Sindipeças, 2005)..

Além disso, a situação de intensa pressão por redução de preços e prazos de entrega, somada à complexidade que o alto *mix* de produtos proporciona, fazem com que o planejamento da produção e estoques seja um fator de extrema importância para a competitividade das empresas deste segmento. Soma-se a estes fatores o fato de que, além das imposições dos clientes, os fornecedores de matéria-prima básica muitas vezes se caracterizam pelo oligopólio, fazendo com que este elo também imponha determinadas condições de fornecimento (como preço, prazo de entrega e lotes mínimos), que obriga os

fornecedores de nível 2 a comprar obedecendo os padrões impostos pelos fornecedores de matéria-prima básica.

Outro fator que justifica este estudo é que poucas pesquisas são voltadas para os fornecedores de segunda e terceira camada, como salientam Marx (1995); Miranda (1995); Salerno; Marx; Zilbovicius (2003). Uma vez que a montadora tenha sua demanda aumentada, pode ocorrer de não conseguir atender tal aumento, por limitação de capacidade de sua cadeia de suprimentos, especialmente nos elos mais distantes.

Este trabalho pretende atuar no campo da descrição dos modelos de planejamento da produção e estoques utilizados pelos fornecedores do segmento automotivo, contribuindo com um quadro descritivo das práticas deste segmento.

1.5 Estrutura do trabalho

Este trabalho está dividido em seis capítulos, sendo este o primeiro. Os demais são os seguintes:

- Capítulo 2: apresentação da revisão bibliográfica, iniciando-se pela gestão da Cadeia de Suprimentos como um todo, seguida pela descrição da evolução histórica de modelos de PCP, principais técnicas e conceitos de planejamento da produção e estoques disponíveis na literatura.
- Capítulo 3: breve descrição da indústria automotiva no Brasil, apresentação de como os conceitos de gestão da cadeia de suprimentos se verificam na cadeia automotiva e o levantamento de pesquisas da cadeia automotiva com foco nas práticas de PCP.
- Capítulo 4: escolha e detalhamento do método de pesquisa, onde são discutidos o método de pesquisa usado, a validade do *survey* como técnica eficiente para alcance dos objetivos deste trabalho e o processo de elaboração do questionário. Neste capítulo são descritas as hipóteses de pesquisa.
- Capítulo 5: apresentação do teste piloto, do planejamento da coleta de dados,

detalhando quais as empresas incluídas na amostragem e como a amostra ficou caracterizada. São mostrados os resultados obtidos.

- Capítulo 6: fechamento do trabalho, com a análise das questões e verificação das hipóteses de pesquisa, conclusões e desdobramentos para pesquisas futuras.

CAPÍTULO 2 – MODELOS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO E ESTOQUES

2.1 Gestão da Cadeia de Suprimentos

A competição entre empresas não monopolistas faz com que a busca pela qualidade e redução de custos seja um objetivo a ser conquistado todos os dias. As organizações devem a cada dia buscar o aperfeiçoamento de suas atividades, como uma tentativa de se manterem atuantes e “sobreviverem” no mercado.

Chopra; Meindl (2001) argumentam que esta competição cada vez mais será observada entre cadeias produtivas, e não mais entre empresas isoladas. Como consequência, clientes e fornecedores precisam ter estratégias voltadas para a formação de parcerias e troca de informação, de modo a crescerem e se beneficiarem mutuamente. Em outras palavras, quando a ponta da corrente “puxa”, todos os elos se beneficiam e crescem, desde que estejam alinhados e tenham políticas e estratégias bem definidas de parceria e colaboração. Do ponto de vista das relações de poder entre os elos, pode ocorrer do elo mais forte fazer constantes pressões em seus fornecedores diretos pela redução de custos, seja na forma de redução dos preços dos produtos propriamente dito, seja pela redução dos estoques, imposição de entregas frequentes e assim por diante.

As incertezas sobre a economia representam uma variável importante, uma vez que a instabilidade pode retrair os investimentos por parte dos fornecedores de menor porte, fazendo com que a busca pelo aperfeiçoamento e crescimento da cadeia como um todo sejam prejudicados pela existência de gargalos na cadeia. Além disso, podem existir entraves dentro da organização para a formação de parcerias e troca de informação entre os elos, seja por causa de política interna da empresa compradora, seja pelo custo de investimento em tecnologia da informação.

Aplicando estes conceitos para o caso de uma cadeia de suprimentos voltada para a produção de automóveis, as montadoras são as empresas que “puxam” os outros elos da cadeia e possuem maior interesse na eficiência da cadeia como um todo, de modo a obter

vantagens nos quesitos de custos, qualidade, pontualidade e disponibilidade de entrega.

De acordo com a definição do *Council of Supply Chain Management Professionals - CSCMP* (2005), o gerenciamento da cadeia de suprimentos envolve todas as atividades de logística e manufatura, de modo a direcionar a coordenação dos processos de *marketing*, vendas, engenharia de produto, finanças e tecnologia da informação. Do ponto de vista do gerenciamento de logística, o CSCMP define que corresponde ao planejamento, implementação e controle efetivo e eficiente do fluxo de matérias-primas, material em processo, produto acabado e de informações pertinentes, do ponto de origem ao ponto de consumo, atendendo aos requisitos dos clientes quanto a prazos, quantidades e qualidade.

Esta definição é questionada por Ballou (2001), que afirma que ela dá a impressão de que os profissionais de logística se preocupam apenas com as empresas de manufatura, onde ocorrem transformações físicas. Porém, empresas de serviços podem ter problemas de logística e, portanto, também se beneficiam de uma boa gestão da cadeia de suprimentos. Além disso, segundo Ballou, a definição do CSCMP implica que os profissionais de logística estariam preocupados não apenas com o fluxo de materiais para dentro da empresa (como as atividades de suprimentos) e da empresa para fora (distribuição ou expedição), mas também com as atividades relacionadas ao processo de produção, tais como: controle de estoque em processo, programação de máquinas e controle da qualidade, atividades que certamente, de acordo com o autor citado, não estariam relacionadas às atividades destes profissionais. Ballou contrapõe-se ao CSCMP, afirmando que “a logística é um conjunto de atividades repetidas várias vezes ao longo de um canal de suprimentos” e que uma empresa individualmente tem pouco controle do fluxo dos produtos no canal inteiro, desde as fontes de matéria-prima até o cliente final.

Chase *et al.* (1998) definem a cadeia de suprimentos como “grupo de empresas que utilizam todos os processos necessários para a fabricação e transporte de um produto acabado”. Esta definição pode parecer ampla demais, porém ela dá a idéia exata do cuidado que as empresas de manufatura devem ter com seus fornecedores para a continuidade e viabilidade do negócio, reforçando a idéia de que uma cadeia produtiva não pode ter elos fracos. Porém, esta definição não leva em consideração os aspectos de

concorrência entre fornecedores dos mesmos produtos ao longo da cadeia. Do ponto de vista dos autores, gerenciar a cadeia de suprimentos significa tratar os fornecedores como parceiros estratégicos para prover produtos de alta qualidade, baixo custo e entregas dentro do prazo. Como consequência, as relações comerciais entre cliente-fornecedor tendem a se tornar relações de longo termo e número reduzido de fornecedores.

Tal prática foi iniciada no setor automotivo com o desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção (TPS), descrito em detalhe por Ohno (1988). Anteriormente, o conceito de parceria na cadeia produtiva não estava claro e fornecedores competiam sob o enfoque de custos mais baixos, relevando a qualidade dos produtos e serviços prestados para segundo plano. Além disso, os fornecedores dispunham de pouca informação sobre os clientes e, conseqüentemente, carregavam alta quantidade de matéria-prima e produto acabado em estoque, além de possuírem grande incerteza sobre a continuidade do negócio. O TPS defende a prática de desenvolver poucos fornecedores, mas altamente confiáveis, do ponto de vista da qualidade e da pontualidade de entrega. O fornecedor passa a ser um parceiro tanto na operação quanto no desenvolvimento de produtos e processos, e participa das decisões estratégicas de seus clientes, expandindo a característica essencialmente transacional que antes caracterizava as atividades de logística. A filosofia Toyota assume a idéia de que, se um fornecedor entrega produtos com alta qualidade e dentro dos prazos estipulados, os lotes de entrega podem ser menores e, portanto, os estoques podem ser muito menores. Para isso, o TPS pressupõe um nivelamento da demanda (feito pela montadora), isto é, a demanda de um mês é dividida igualmente por todos os dias, fabricando-se na mesma seqüência, independente dos picos de pedidos. Esta idéia passou a ser conhecida como *just in time*, e posteriormente como sistema de produção enxuta (*“lean production”*).

Alves Filho et al. (2004) abordam a gestão da cadeia de suprimentos através de diversos pressupostos, agrupados em quatro subconjuntos, a saber:

- ambiente competitivo: de que a competição será entre cadeias de suprimentos e não mais entre empresas isoladas;
- alinhamento estratégico e divisão de ganhos: não deve haver empresas “ganhadoras e

perdedoras”;

- estrutura da cadeia: os fornecedores devem estar organizados hierarquicamente, com um número reduzido de fornecedores e terem suas atividades integradas, com fluxos de materiais e informações bidirecionais, em todas as empresas;
- relação de parceria e de longo prazo entre elos.

Mesmo que haja um alinhamento estratégico entre cliente e fornecedor, pode haver variações nas vendas ao consumidor final, seja por promoções, eventos, conjuntura econômica e outros indicadores macroeconômicos, de tal forma que o fabricante mais próximo do consumidor final irá se adequar à esta variação, definindo novos volumes de produção e estoque. Estas variações se estendem e se amplificam ao longo da cadeia inteira, modificando os padrões de demanda e estoques de cada elo participante, caracterizando um efeito que ficou conhecido como efeito chicote (*bullwhip effect*). Quando este efeito ocorre, significa que a partir de um aumento (ou diminuição) de demanda no cliente final – mesmo que de forma branda - toda a cadeia tende a sentir o efeito de forma amplificada como um mecanismo de defesa para atender a novas possíveis variações. Em outras palavras, mesmo com a demanda final relativamente estável, podem ocorrer grandes distorções ao longo da cadeia. Este fenômeno foi originalmente estudado por Forrester (1961), através de seu estudo de dinâmica de sistemas. De acordo com Simchi-Levi; Kaminsky; Simchi-Levi (2000), são diversos os fatores que contribuem para a ocorrência do efeito chicote em uma cadeia de suprimentos, a saber:

- *controle de estoques* - se cada nível da cadeia de suprimento praticar técnicas de controle de estoques tradicionais – como, por exemplo, a reposição contínua com ponto de pedido - os valores do estoque de segurança, ponto de pedido e formação de lotes de fabricação (ou ordens de compra) tendem a ser diferentes ao longo da cadeia, já que cada elo poderá adotar parâmetros diferentes para seu próprio controle, causando a distorção. Outro ponto importante a ser destacado neste tópico é a prática de compra em lotes fixos: se um cliente pratica lotes fixos de compra, seja devido à política de estoques ou para fins de transporte, o fornecedor poderá ficar sem colocar pedidos por um longo período e receber uma ordem grande de forma irregular. A etapa anterior e as outras que dependem dela ficam com uma visão distorcida do padrão de demanda;

- *dificuldade de previsão do “lead time”* - os parâmetros de gerenciamento de estoques e, portanto, da formação dos estoques ao longo da cadeia dependem da incerteza e extensão do *lead time* - que corresponde ao tempo de resposta desde a emissão da ordem de fabricação até a conclusão do produto, quando se trata de operações de manufatura ou de atendimento a uma ordem de compra. Se o *lead time* for superestimado, maior será a quantidade de estoque e maior a possibilidade de ocorrer antecipações de pedidos desnecessárias; se for subestimado, os riscos de não atendimento aumentam, resultando em atrasos. Em outras palavras, a incerteza da demanda pode ocasionar a estocagem de um item comprado por um tempo excessivamente longo.
- *formação de lotes decorrentes do MRP* – o MRP (*Material Requirement Planning*), como será detalhado mais adiante neste capítulo, possibilita a formação de lotes de componentes intermediários (ordens de produção) e de matéria-prima (ordens de compra), que devem atender às necessidades de prazo e de transporte. Se cada elo da cadeia administra os materiais baseado em MRP com formação de lotes, maior será a chance de amplificar a distorção da demanda na ponta da cadeia;
- *preço* – a formação de estoques de forma irregular, de modo a tirar proveito comercial, seja pela promoção de produtos de consumo ou mesmo pela falta de um produto no mercado, pode provocar distorções no padrão de consumo.

De acordo com Simchi-Levi; Kaminsky; Simchi-Levi. (2000), para reduzir o efeito chicote, as empresas devem reduzir as incertezas através de troca e descentralização de informação sobre a demanda do consumidor final e lançar mão de parcerias estratégicas, mudando o padrão de controle de estoque ao longo da cadeia e mudando práticas comerciais convencionais, além de investir em ferramentas de tecnologia da informação.

Vale ressaltar que, do ponto de vista prático, nem sempre um fornecedor participa de apenas uma cadeia de suprimentos. Isto implica que a variação na ponta da cadeia provoca uma variação de forma mais ou menos acentuada nos elos mais distantes, dependendo do *mix* de clientes que o fornecedor possui. Se uma empresa fornecedora tiver uma carteira de clientes formada somente por aqueles voltados para o mercado automobilístico, irá “sentir”

as oscilações do mercado automobilístico diretamente e ficar sujeita às imposições deste setor; se possuir outros clientes fora deste segmento, o efeito geral de uma “perturbação” poderá ser absorvido mais suavemente. Pode-se concluir que um fornecedor está incluído em uma das seguintes situações, no que tange às pressões e imposições dos clientes:

- fornecimento para um cliente só: pressão constante e direta, a exclusividade de atendimento obriga o fornecedor a se desdobrar para atender a todas as imposições do cliente;
- fornecimento a vários clientes, mas um só mercado: impacto reduzido na variabilidade de um ou outro cliente, porém se a “perturbação” é de mercado, como por exemplo variação de ordem econômica que afete diretamente o segmento em que o fornecedor atua, o efeito também é sentido de maneira direta;
- fornecimento a vários mercados – é o perfil de fornecimento que melhor proporciona absorção das variações dos clientes e de cada mercado isoladamente.

A análise é análoga se for feita também para padrões de relação com fornecedores. A Tabela 2.1 ilustra o que foi dito.

Tabela 2.1 Padrões de fornecimento x Pressão dos clientes / fornecedores
 Fonte: elaborado pelo autor

	UNITÁRIO / POCOS CLIENTES / FORNECEDORES	VÁRIOS CLIENTES / FORNECEDORES
VÁRIOS MERCADOS	- situação pouco provável	- situação ideal para “compensar” as variações e pressões dos clientes e fornecedores isoladamente
MERCADO UNITÁRIO	- alta pressão (preço, prazo, qualidade) - variação demanda altamente dependente da outra empresa	- pressão / demanda dependem de oscilações macroeconômicas do segmento de atuação

2.2 Sistemas de planejamento da produção e estoques

Dada a complexidade do ambiente descrito anteriormente, torna-se importante realizar uma

revisão teórica de como as empresas de manufatura pertencentes à cadeia automotiva podem resolver os problemas de atendimento à demanda, mantendo baixo nível de estoques, baixo custo de produção, alta produtividade e *lead times* reduzidos.

A manufatura é um sistema dinâmico, complexo, multi objetivo e inserida em um ambiente externo de alta competitividade e pressão por resultados. Arnold (1998) descreve que os fatores mais relevantes que afetam a manufatura são as leis governamentais, economia, competição e expectativas dos clientes.

Wild (1977) define o sistema de manufatura como a combinação de recursos para a criação de bens e serviços, de forma eficaz e eficiente, satisfazendo as necessidades dos clientes. Buffa; Miller (1979) definem dois sistemas distintos para descrever a manufatura: o primeiro é o sistema físico, constituído de partes tangíveis, que incluem as fábricas, máquinas, pessoas, matérias-primas, almoxarifados e equipamentos de movimentação e transporte; o segundo sistema é constituído de partes intangíveis e corresponde ao sistema lógico, que envolve toda a parte de planejamento e coordenação do sistema físico. É o sistema lógico que engloba as decisões relativas à produção e estoques.

De acordo com Hax; Candea (1984) existem três dimensões que foram propostas para classificar as decisões de produção e estoques. A primeira é uma classificação de acordo com a atividade da empresa. Os autores a dividem em quatro sistemas, a saber:

- sistemas de estoque puro: é a forma mais simples do ponto de vista logístico, uma vez que não há transformação física, somente aborda aspectos transacionais de compra e venda, movimentação e armazenagem dos produtos e materiais;
- sistemas contínuos de produção: envolvem poucos produtos que são fabricados em larga quantidade. Exemplos de sistemas contínuos são: indústrias químicas, petroquímicas e siderurgias. Outros exemplos, como linha de montagem de automóveis, podem ser definidos como sistemas contínuos de produção “com diferenciação”;
- sistemas intermitentes de produção: caracterizados pela produção em lotes e por alta variedade de produtos, que compartilham os mesmos recursos para a produção;

- sistemas de produção por projeto: é um caso específico da produção intermitente, envolve a coordenação da aquisição de um número complexo de itens que devem ser programados de acordo com requisitos pré determinados. Este tipo de sistema é caracterizado pela produção unitária (ou poucas unidades) e por *lead times* longos.

A segunda dimensão, conforme Robert Anthony *apud* Hax; Candea (1984), consiste no sistema de planejamento hierárquico, que classifica as decisões de uma empresa em três categorias: “planejamento estratégico”, que envolve as políticas e recursos necessários para a empresa satisfazer os requisitos externos de forma consistente; o “planejamento tático”, também chamado de planejamento agregado, que envolve o uso efetivo e eficiente dos recursos por parte dos gerentes; por fim, o “controle operacional”, relacionado à programação detalhada da produção e decisões do dia-a-dia e detalhamento dos planejamentos efetuados nos níveis superiores.

A terceira dimensão apresentada por Hax e Candea é o que os autores chamaram de modelo da estrutura do produto, que considera três categorias que irão definir as atividades de suporte do sistema de produção, a saber: compras, produção (fabricação e montagem) e distribuição.

Assim, se a dimensão anterior (planejamento estratégico, tático e operacional) dá uma idéia de verticalização das decisões nas empresas (hierarquização), esta dimensão dá idéia de fluxo de informação e produção, descrevendo as decisões de forma horizontal.

Os sistemas de produção podem ser divididos de acordo com o posicionamento do produto frente às necessidades de mercado. Assim, os sistemas de produção são classificados como voltados para estoque (MTS), quando a empresa produz em antecipação ao recebimento de pedidos dos clientes, e contra pedido (MTO), quando um pedido de cliente “dispara” a aquisição de matéria-prima e a autorização para produzir (Buffa; Miller, 1979; Hax; Candea, 1984; Chase *et al.*, 1998).

Baseado nas definições acima, conclui-se que os estoques assumem uma grande importância nas decisões de manufatura, uma vez que estão presentes em várias fases do sistema físico e podem ser classificados de diversas maneiras. A primeira classificação é

quanto ao tipo de estoque na manufatura. O dicionário da APICS – *American Production and Inventory Control Society* (Cox; Blackstone; Spencer, 1995) define estoque como “itens usados para dar suporte para a produção (matéria-prima e produtos em processo), atividades de suporte (peças de manutenção, para reparos e materiais auxiliares) e serviços de atendimento ao consumidor (produtos acabados e peças de reposição)”.

Buffa; Miller (1979) classificam os estoques de acordo com a função que exercem no sistema físico da produção. Eles apresentam a classificação como se segue:

- estoque do canal de suprimentos: compreende à quantidade de material que está em trânsito;
- estoque de ciclo: corresponde ao material a ser mantido para atender à necessidade entre dois períodos de suprimento. Pode-se associar este componente ao tamanho do lote de fornecimento;
- estoque de segurança: quantidade de material a ser mantida para acomodar a incerteza da demanda;
- estoque sazonal: quando a demanda não é constante ao longo do ano e é considerado vantajoso antecipar a produção em quantidade que atenda à demanda futura em um determinado período quando a demanda é mais baixa (ou inexistente);
- estoque pulmão (*buffer*): é o estoque que irá garantir a independência entre as fases do processo.

Wild (1997) acrescenta que a atividade de controle de estoque é caracterizada pela organização da disponibilidade de itens para os clientes. Tal atividade coordena as funções de compra, manufatura e distribuição de modo a satisfazer as necessidades do mercado. O autor propõe uma classificação similar à anterior, explicando que os estoques provavelmente existem por diversas razões, destacadas a seguir:

- *quantidade de compra* - depende do lote de venda do fornecedor, restrições técnicas e transporte. Está associada ao estoque de ciclo, definido anteriormente;

- *estoque de segurança* - para acomodar as variações de demanda. O autor acrescenta o fator competitividade e poder de compra do cliente como razões para definir o patamar de estoque de segurança;
- *mudanças do mercado* - formação de estoques devido a mudanças no padrão de disponibilidade de um produto, promoções ou para tirar alguma forma de vantagem comercial;
- *obsolescência* - devido a causas internas, como por exemplo a substituição de um item sem avisar o departamento de Vendas ou controle de materiais, ou a promoção de um item em detrimento de outro;
- *responsabilidades mal definidas* - quando por exemplo o departamento de Compras procura otimizar um custo de compra em detrimento das atividades de produção e vendas;
- *localização das plantas* - relativo à quantidade de centros de distribuição, armazéns e distância entre eles e o local de produção;
- *restrições tecnológicas* - o estoque pode acomodar variações provenientes da falta de confiança nos resultados do sistema de informação da própria empresa ou dos fornecedores. Se o tempo de reação para processar informações for excessivo, pode gerar excesso de estoques.

As definições apresentadas até o momento não levam em consideração o ideal do *just in time*, que objetiva a operação com estoques reduzidos, como será abordado mais adiante neste capítulo, mas uma ressalva deve ser feita na medida em que a busca pela redução ou mesmo eliminação de estoque representa uma “quebra de paradigma” da função estoque tratada pelos autores até então, uma vez que a necessidade de manter estoques é vista como um fator de ineficiência operacional pelo sistema *just in time*.

Voltando à definição de sistema de manufatura como uma combinação de recursos para criação de bens e serviços de Wild (1977), tem-se que para criar bens e serviços de forma eficaz e eficiente é necessário que seja desenvolvido um sistema de planejamento e controle da produção que possibilite a coordenação de todas as atividades da produção e

bom nível de serviço aos clientes. Para Hopp; Spearman (2000), cada empresa desenvolve uma estratégia de manufatura particular que é sustentada por um conjunto de políticas e procedimentos melhorados ao longo do tempo. Como a manufatura é um sistema complexo e cada empresa possui suas peculiaridades, não há uma solução simples e uniforme para o planejamento e controle da produção que sirva para todas as empresas e ambientes de produção. De acordo com Correa; Pedroso (1996), o desempenho interno da manufatura condiciona o desempenho externo da empresa, aquele percebido pelo cliente e, para obter um bom desempenho interno, se torna necessário um bom sistema de suporte para decisões de planejamento da produção. Tais decisões se caracterizam pelo curto e médio prazo e constituem um problema de combinação de variáveis, de tal forma que as soluções intuitivas são inadequadas, pela própria limitação humana de administrar todas as informações.

Neste contexto, se torna útil descrever os principais sistemas de planejamento e controle da produção. Rondeau; Litteral (2001) dividem em 5 grandes estágios de evolução destes sistemas, a saber: sistemas de reposição com ponto de pedido, planejamento das necessidades de material (MRP), planejamento dos recursos de manufatura (MRP II), MRPII com sistemas de execução de manufatura (MES) e planejamento dos recursos da empresa (ERP). Os autores não apresentam a abordagem japonesa como uma “solução” viável, mas apresentam um bom histórico da visão “ocidental” sobre os sistemas de planejamento e controle da produção.

De forma semelhante, a literatura relativa ao planejamento da produção e estoques pode ser dividida em 3 abordagens dominantes, como ressaltam Hopp; Spearman (2000):

- Modelagem matemática (ou Pesquisa Operacional), que envolve a teoria clássica de estoques, planejamento agregado (e programação linear) e programação de operações (teoria de *scheduling*);
- *Material Requirement Planning* – MRP, seguido pelos “sucedâneos” MRP II e ERP. Estão associados ao aprimoramento das técnicas computacionais (tecnologia da informação) e sistematização das atividades de manufatura;

- *Just in time* - JIT, que se refere ao enfoque dado pelos japoneses como uma alternativa para coordenar as atividades da fábrica. Não é um modelo de PCP propriamente dito, mas altera significativamente a sua atuação. Envolve a melhoria do sistema físico como uma forma de melhorar o sistema lógico, isto é, se refere à busca da redução de custos operacionais, reduzindo a ineficiência e as perdas de processo. O JIT representa um “desafio” aos pesquisadores, uma vez que o ideal é representado pela busca da redução dos tempos de *set up* e *lead time* e o menor lote de produção possível.

Correa; Gianesi (1996) acrescentam o *Optimized Production Technology* (OPT) como um sistema de administração recente e viável, cuja abordagem é programar a produção com base nos gargalos de produção (as restrições).

2.2.1 Modelagem matemática

A origem da teoria clássica de estoques, um dos pilares da tradição de modelagem matemática na solução de problemas de produção e estoques, pode ser atribuída à Administração Científica de Taylor no início do século XX. Erlenkotter (1990) comenta o trabalho de Harris de 1913, como um dos primeiros trabalhos para dimensionamento do lote de produção. O modelo de Harris evoluiu e chamou a atenção para a utilidade de modelos quantitativos, na medida em que procuravam traduzir os problemas encontrados na fábrica em linguagem e rigor matemático, de forma a gerar soluções otimizantes ou geradas por métodos heurísticos. Os problemas de estoque ocuparam um espaço de destaque no meio acadêmico, provando o desenvolvimento de uma vasta gama de modelos e métodos matemáticos, notadamente a partir dos anos 1950, com o desenvolvimento da área de pesquisa operacional. Pode-se citar os trabalhos de Winston (1995), Wild (1997), Silver; Peterson; Pyke (1998) como obras didáticas que servem como consolidação e aprimoramento da teoria matemática. Porém, seu complexo entendimento e o próprio rigor matemático (que impõe várias restrições) os transformam em modelos de difícil compreensão e baixa aceitação e utilização pelos “práticos”, conforme evidenciado por Mesquita; Santoro (2004) e Hopp; Spearman (2000). A seguir serão apresentados os principais modelos matemáticos desenvolvidos.

Lote Econômico

Desenvolvido por Harris em 1913, se baseava na lógica de que a quantidade ótima a ser produzida é aquela que possui simultaneamente o menor custo de pedido e de estoque. Custo de pedido corresponde ao processo em si de preparação do produto (*set ups*), carregamento (frete) e emissão do pedido. Portanto, quanto maior a quantidade produzida, menor o custo de preparação devido ao ganho de escala. Inversamente, o custo de estoque se relaciona ao capital investido em estoque e, portanto, quanto maior a quantidade, maior o custo de estoque. Para maiores detalhes, vide o trabalho de Harris transcrito em Erlenkotter (1990). Hopp; Spearman (2000) relacionam os seguintes pontos como as contribuições mais positivas do modelo de Harris: reconhecimento de um *trade-off* entre tamanho de lote e pedido, uma vez que, se o tamanho de lote aumenta, o estoque aumenta também, mas a frequência de entregas e *set ups* diminuem.

Porém, o modelo do lote econômico possui algumas limitações. O modelo exige que a demanda seja determinística e constante, o custo de preparação fixo e assume que não pode haver ganho de *set up*, de acordo com o seqüenciamento das ordens. Inicialmente proposto como uma solução para determinar lotes de fabricação, este modelo serviu como base para modelos de reposição de estoques.

Formação dinâmica de lotes

Estes modelos têm sua origem no lote econômico e premissas parecidas, com a exceção de que demanda não precisa ser constante. Dentre os modelos “dinâmicos”, vale ressaltar o de Wagner; Whitin (1958) *apud* Hopp; Spearman (2000), que usam um algoritmo otimizador que considera que a produção é autorizada somente quando o estoque for igual a zero e na quantidade ótima para minimizar o custo de *set up* mais custo de estoque, item a item, isoladamente.

Na vida real, porém, a demanda além de variável, não é conhecida com antecedência, o que tornaria os dois modelos apresentados (lote econômico e dinâmico) sem utilidade

prática, apenas acadêmica. Com relação ao modelo formação dinâmica dos lotes, na prática pode haver peculiaridades técnicas que limitam o tamanho dos lotes, como por exemplo: o lote pode ser limitado à capacidade da máquina, número de moldes por corrida, quantidade mínima para homogeneização e assim por diante.

Modelos probabilísticos

Wilson (1934) *apud* Hopp; Spearman (2000) divide o problema de estoques em duas partes: determinar a quantidade de uma ordem de produção e quando a ordem deve ser iniciada. Os modelos anteriores estavam mais voltados à primeira preocupação de Wilson (com a quantidade) e, portanto, havia a carência de desenvolver modelos em que o ponto de pedido fosse uma variável, eliminando a premissa de que as entregas fossem imediatas. Além do quê, por definição, os modelos determinísticos presumiam que a demanda era conhecida. Os modelos probabilísticos são muito mais sofisticados e complexos e levam em conta algumas das deficiências dos modelos anteriores. Os mais significativos são os seguintes:

- *modelo do jornaleiro*: este modelo procura resolver situações em que haja a necessidade de determinar a quantidade certa para atender à determinada demanda em um período específico, como salientam Hopp; Spearman (2000). Por exemplo, para um vendedor de lâmpadas de Natal poderá haver perda de venda, caso compre em quantidade inferior à demanda e sobra de material em estoque após as festas, caso o vendedor compre em quantidade acima da demanda. O modelo do jornaleiro procura minimizar a relação de custos relacionados ao excesso e à falta;
- *modelo de reposição contínua de estoque*: neste modelo, o estoque é monitorado continuamente enquanto a demanda ocorre aleatoriamente; quando o estoque alcança um determinado patamar “r”, o ponto de pedido, uma ordem de produção (ou pedido) “Q” é colocada. Este modelo teve origem com Wilson (1934) *apud* Hopp Spearman (2000), que salientou que os parâmetros Q e r têm diferentes associações: “Q” está relacionado com o *trade-off* entre a frequência dos pedidos e custo de estoque (mesma associação com o lote econômico de Harris), enquanto que “r” afeta o risco de desabastecimento (ou nível de serviço) estabelecendo um *trade-off* entre nível de

serviço e quantidade mantida em estoque. O parâmetro Q pode-se associar ao estoque de ciclo, enquanto que o parâmetro r associa-se ao estoque de segurança;

- *modelo de revisão periódica de estoque*: neste modelo o estoque é monitorado em intervalos regulares e uma ordem é colocada de duas formas: com “Q” variável e suficiente para atingir um patamar de estoque máximo fixo sempre que houver análise do estoque; combinando o intervalo de análise com o ponto de pedido, isto é, só acrescentando uma ordem se o patamar de estoque for igual ou inferior a “r”. Silver; Peterson; Pyke (1998) salientam que este modelo é particularmente interessante para empresas que não utilizam um sistema computacional para controle ou para controle de vários itens adquiridos do mesmo fornecedor;
- *modelo estoque base*: a lógica é manter o estoque sempre no mesmo patamar. Para isto ocorrer, o estoque é abastecido conforme o consumo ocorre, de modo a restabelecer o patamar objetivo, ou seja, a quantidade de reposição de estoque é igual ao consumo. Neste modelo, é aceitável que o cliente possa esperar a entrega, os tempos de atendimento são fixos e conhecidos e as ordens de suprimento são feitas uma de cada vez. A quantidade de estoque em mãos somada aos pedidos a receber deve ser sempre constante.

Para Silver; Peterson; Pyke (1998) os modelos clássicos de gerenciamento de estoques devem levar em consideração três questões fundamentais: qual a frequência de avaliação de estoque? quando emitir um pedido? e quanto deve ser pedido? Para responder estas questões propõem um método baseado em novas indagações, a saber:

- *quão importante é o item?* Neste quesito, os autores de administração de materiais, como Silver; Peterson; Pyke (1998), Wild (1997), Arnold (1998); Hax; Candea (1984), definem que uma boa abordagem é a classificação ABC (ou de Pareto), que estabelece que itens mantidos em estoque em uma empresa têm diferentes perfis de giro de estoque e, portanto, devem ser agrupados em 3 grupos: A, B e C, que devem ter políticas de estoque diferenciadas para cada grupo;
- *a revisão de estoque deve ser periódica ou contínua?* A revisão contínua permite uma tomada de decisão a qualquer momento e requer menor nível de estoque de segurança,

porém tem maior custo de controle de estoque. Já a revisão periódica é boa para casos onde haja interação entre itens e tem menor custo de controle, mas provoca maior nível de estoque de segurança;

- qual fórmula adequada que atenda a política de estoque estabelecida, com os objetivos para custo e nível de serviço? Além de definir se a revisão deve ser periódica ou contínua, os modelos básicos definem se a quantidade do lote deve ser fixa ou variável. Para Silver; Peterson; Pyke a quantidade fixa é mais simples de entendimento e possui melhor aderência a todas as classes de produto ABC, mas proporcionam maior custo total de estoque. Os parâmetros variáveis têm menor custo de estoque e são adequados para itens muito caros, porém proporcionam maior variação na colocação de pedidos.

Os modelos de reposição de estoques clássicos (revisão contínua e periódica, estoque base) apresentados têm como aspectos positivos a geração de pedidos para a reposição de estoques conforme uma política pré-estabelecida, tratando múltiplos produtos com o objetivo de atender à demanda e reduzir o custo total. Porém, são modelos reativos, que utilizam a base histórica nos cálculos e, portanto, não incorporam previsão de demanda aos pedidos já colocados. Outra crítica ao modelo de reposição de estoques é que tratam de itens separadamente, não considerando nenhum tipo de interação entre produtos (vantagens de *set up*, promoções de venda e de compra e economia com transporte). Para a aplicação destes modelos na reposição de estoque de produto acabado, existe a deficiência de não levar em conta as restrições de capacidade e não estabelecer prioridades na produção, uma vez que apenas geram as necessidades de reposição, sem considerar a seqüência de produção.

Modelos de *Scheduling*

Scheduling pode ser traduzido como programação e envolve a utilização de recursos limitados em um determinado período de tempo para atendimento às ordens de clientes ou reposição de estoques. Gupta (2002) define que o problema de *scheduling* é “determinar a seqüência em que as ordens de produção devem ser processadas em cada uma das *m* máquinas, com seus tempos de início e fim de processamento em cada máquina”. Morton; Pentico (1993) descrevem que o problema de *scheduling* pode ser resumido no

atendimento às datas de entrega, minimização da utilização de tempo de fluxo e/ou de estoques em processo e na maximização da utilização da capacidade disponível.

As premissas para o delineamento do problema de *scheduling* são resumidas a seguir, adaptadas de Conway *et al.* (1967) *apud* Gupta (2002):

- as tarefas a serem desenvolvidas são bem definidas e conhecidas;
- todas as ordens de produção programadas devem ser processadas;
- os recursos utilizados totalmente especificados
- a utilização da capacidade produtiva e outros parâmetros de *scheduling* não são afetados por nenhum fator de causa de demora (falta de matéria-prima, mão-de-obra, quebra de máquina, interrupção da seqüência de programação para inclusão de ordens urgentes etc).

Existem vários modelos matemáticos para solução de problemas de *scheduling*, uma vez que tais problemas têm inúmeras causas e combinações. Dentre os principais, vale citar: seqüenciamento de uma máquina, máquinas em paralelo, *flow shop* e *general flow shop*. Para uma descrição mais detalhada dos principais modelos de *scheduling*, vide Pacheco; Santoro (1999).

2.2.2 *Material Requirement Planning* – MRP e *Manufacturing Resources Planning* – MRP II

De acordo com Plossl (1994), antes do MRP, a maioria dos sistemas de controle de materiais e estoques na manufatura era baseada em alguma variação do modelo do ponto de pedido. Isto significa que tanto as ordens para produção de produtos acabados quanto as de compra de matéria-prima eram realizadas conforme os respectivos estoques fossem consumidos, sem analisar qualquer relação entre os itens e sub itens. O MRP foi desenvolvido por volta dos anos 60 por Orlick (1975), que quebrou este paradigma dos modelos baseados no ponto de pedido. O novo modelo propunha que a demanda de

produtos acabados deveria ser analisada diferentemente da demanda de matéria-prima, uma vez que a primeira é gerada fora do sistema e, portanto, chamada de demanda independente por estar sujeita à variações aleatórias. A demanda de matéria-prima (e também a de componentes) deveria ser tratada como uma função da demanda final e, portanto, “conhecida” ou “dependente”.

A lógica básica do MRP é planejar e programar e conforme as datas finais de entrega, levando em conta os *lead times* de produção e de fornecimento, as quantidades em estoques e a lista de materiais, considerando o maior prazo possível para atendimento dos pedidos (Correa; Gianesi; Caon, 2000). A saída são as ordens geradas para dentro do sistema de produção – os *jobs* – e as ordens de compra.

O procedimento básico do MRP pode ser descrito da seguinte forma (Chase *et al.*,1998, Correa; Gianesi; Caon, 2000):

- *netting*: determinar as necessidades líquidas, subtraindo o valor do estoque em mãos e ordens programadas das necessidades brutas;
- explosão da lista de materiais: expande os cálculos anteriores para gerar a programação dos itens seguintes, de demanda dependente;
- *time phasing*: considera o prazo final de entrega e os tempos de produção para determinar o máximo de tempo para início. A saída desta fase é o *Master Production Scheduling* (MPS);
- *lot sizing*: é o resultado da divisão da demanda líquida (dada pelo horizonte de programação) em tamanho de lotes apropriados para formar os *jobs*.

Hopp; Spearman (2000) relatam algumas deficiências dos sistemas MRP, a saber:

- capacidade infinita: o MRP supõe que a capacidade de produção é infinita (por considerar o *lead time* como constante), criando programas irrealistas quando a Produção opera próxima ao máximo da capacidade;
- *lead times* grosseiros: no MRP, os *lead times* são considerados fixos. Porém, na “vida

real” eles são variáveis, devido principalmente aos tempos de fila, pois dependem do seqüenciamento da produção. Para contornar esta deficiência, no MRP há incentivo para considerar os *lead times* como mais longos que a realidade, aumentando o tempo de conclusão da etapa posterior e, portanto, gerando maior estoque de produto em processo, programação detalhada da produção pouco eficiente e nível de serviço baixo;

- nervosismo do sistema: tendência do programador de produção em alterar o MPS com frequência, proporcionando alterações constantes na produção e no reabastecimento de estoques.

Arnold (1998) mostra que, devido à necessidade de verificação da capacidade de produção, o MRP evoluiu para as etapas apresentadas na Figura 2.1, conhecida como ciclo fechado do MRP.

A evolução natural do sistema MRP foi a inclusão dos módulos de gerenciamento de demanda, módulo de previsão de demanda, planejamento da capacidade, expedição e controle de entradas e saídas. A este novo sistema foi dado o nome de MRP II – *Manufacturing Resources Planning*. Wong; Kleiner (2001) entendem que o MRP II surgiu da tentativa e erro das aplicações de MRP no mundo funcional da produção. Também ressaltam que a maior contribuição é a integração de todas as atividades de uma empresa, gerenciadas por tecnologia da informação.

Porém, cabe aqui uma ressalva, no sentido de que os *softwares* desenvolvidos para integração de uma empresa têm um custo elevado, especialmente para companhias de menor porte ou com restrição de investimento, dificultando sua aquisição ou mesmo a atualização para uma versão mais moderna. Outra crítica é a quantidade de empresas de *software* no mercado, o que dificulta a padronização e compatibilidade entre dois sistemas. Conseqüentemente, a integração entre empresas, troca eletrônica de dados e colaboração para formação de parcerias estratégicas integradas por computador pode se tornar mais complexa.

O dicionário da APICS (Cox; Blackstone; Spencer, 1995) define o MRP II da seguinte forma: “método para um efetivo planejamento de todos os recursos de uma empresa de

manufatura. Idealmente, detalha o planejamento operacional em unidades de produção, planejamento financeiro em unidade monetária, e proporciona a possibilidade de simular situações do tipo ‘e se?’. É desenvolvido a partir de várias funções, todas ligadas entre si: planejamento de negócio, planejamento agregado, MPS, MRP, planejamento da necessidade de capacidade, e sistema de suporte para execução das tarefas.”

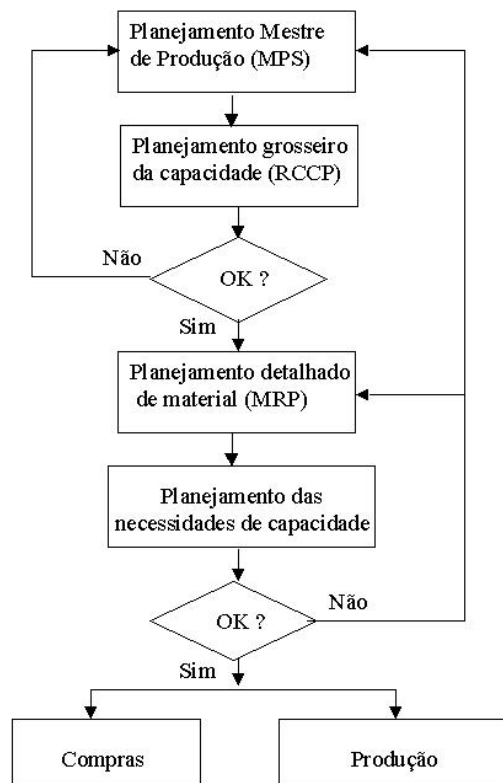


Figura 2.1 Ciclo fechado do MRP.

Adaptado de Arnold (1998)

O MRP II é apresentado Vollmann; Berry; Whybark (1992) de forma hierarquizada, que divide o planejamento da produção em longo, médio e curto prazo. A Figura 2.2 ilustra a idéia de hierarquia de planejamento introduzida pelo MRP II e seus módulos disponíveis.

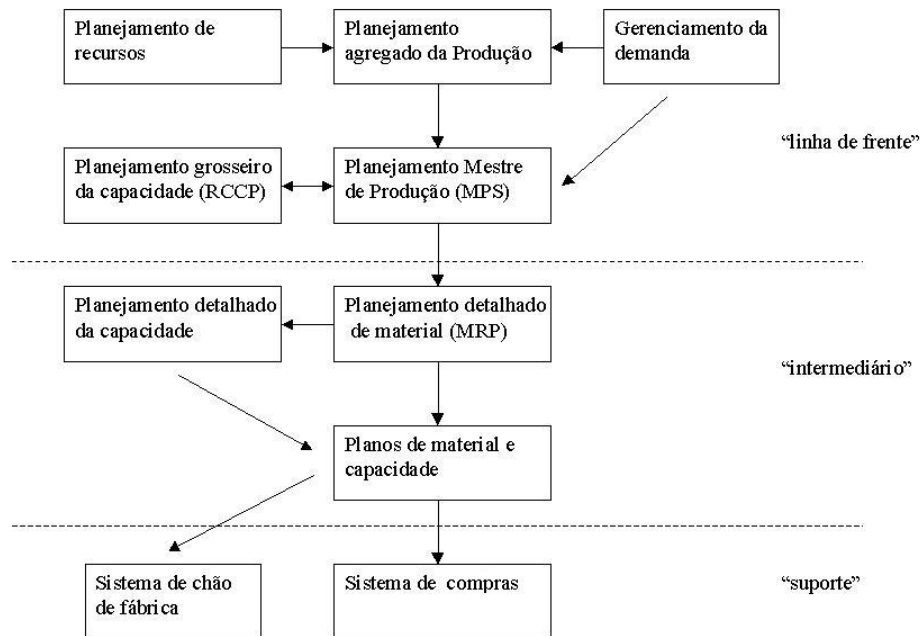


Figura 2.2 Hierarquia MRP II
Adaptado de Volmann; Berry; Whybark (1992)

O trabalho de Wong; Kleiner (2001) aponta diversas vantagens do uso do MRP II, como: redução de estoques, melhoria do nível de serviço e produtividade da mão-de-obra, menor custo de aquisição, transporte, obsolescência, horas extras e melhor qualidade de vida. Os autores também apresentam vários exemplos de sucesso na implantação e aplicação do MRP II.

A evolução dos *softwares* de gestão, agregando os controles gerenciais da empresa toda (como módulos de recursos humanos, contabilidade, finanças, custos etc), deu origem aos modelos ERP (*Enterprise Resources Planning*), conforme salientam Laurindo; Mesquita (2000).

Porém, o MRP II possui algumas deficiências, pois não otimiza o *Master Production Scheduling*, assumindo a programação da produção como um dado de entrada, isto é, o MRP II não realiza a programação de produção detalhada. De acordo com Laurindo; Mesquita (2000), que apresentam um histórico da evolução do MRP, uma alternativa para preencher esta lacuna é a integração de sistemas denominados *Finite Capacity Scheduling* (FCS), que são modelos oriundos da pesquisa operacional e correspondem a simuladores de produção que permitem uma melhor visualização e programação das atividades na produção, levando-se em consideração a disponibilidade dos recursos, o MPS, as prioridades e seqüenciamento das ordens. Simchi-Levi; Kaminsky; Simchi-Levi (2000) relacionam os modelos computacionais para apoio à decisão chamados de *Advanced Planning and Scheduling* (APS). Tais modelos utilizam a inteligência artificial como uma ferramenta para integração entre as áreas de planejamento (traduzidos pelo MRP) e programação da produção com capacidade finita. Para esta ferramenta, são usadas técnicas da área de pesquisa operacional e métodos heurísticos. Os *softwares* APS utilizam informações quantificáveis para gerar várias soluções possíveis, isto é, são softwares de apoio à decisão. Cabe ao usuário avaliar e tomar a decisão que julgar mais conveniente. Os principais benefícios dos *softwares* cobrem as seguintes áreas, de acordo com os autores:

- planejamento de demanda: previsões de demanda baseadas em dados históricos. Também envolve aspectos de colaboração entre os clientes e fornecedores;
- planejamento de entregas: envolve as decisões sobre alocação de recursos logísticos para satisfazer à demanda, estratégia de gestão da cadeia de suprimentos, estoques, distribuição e transportes;
- planejamento e programação da manufatura: envolve as decisões de alocação de recursos como: mão-de-obra necessária, materiais (MRP), *scheduling* e estimativas do *lead time*.

2.2.3 Just in Time - JIT

O *just in time* surgiu para o mundo nos anos 1970 no Japão, com Taiichi Ohno e o Sistema Toyota de Produção. Ohno (1988) explica que o JIT era baseado em uma idéia similar à realidade dos supermercados norte americanos: o cliente compra da prateleira exatamente

o quê deseja, na quantidade e no instante em que necessita. No supermercado, o estoque é repostado de acordo com o consumo. Analogamente, na fábrica, o cliente interno (e externo) deverá ser atendido da mesma forma que no supermercado (definindo o quê, quando e quanto quer comprar) e o estoque será repostado conforme o consumo (da etapa posterior) for realizado.

Estes ideais representam uma “quebra de paradigma” dos modelos gerenciais tradicionais, pois assumem que dados como: os *lead times*, tempo de *set up* e não conformidade, que anteriormente eram considerados fixos, no JIT são variáveis e há a cultura de que podem ser melhorados continuamente.

O JIT é um sistema que, em linhas gerais, preconiza que a fábrica idealmente deve trabalhar com zero estoque e entregar na hora certa e na quantidade certa. Edwards (1983) *apud* Hopp; Spearman (2000) descreve um conjunto de filosofias que seriam necessárias para uma empresa alcançar o zero estoque. Ele as denominou de “os sete zeros”, descritos a seguir:

- zero defeito: a excelente qualidade ajuda a evitar a interrupção do processo produtivo;
- zero excesso de produção: como a finalidade é repor o estoque ao haver o consumo da fase seguinte, se o tamanho de lote for super estimado, poderá ocupar o recurso para a fabricação de outro pedido sem necessidade, gerando atraso e excesso de estoque. Idealmente, o tamanho de lote é exatamente igual ao consumo;
- zero *set ups*: quanto mais demorado for o *set up*, maior será a chance de ocorrer um atraso para atendimento de uma ordem ou pedido e, conseqüentemente, menor a flexibilidade do sistema;
- zero quebra: a conseqüência das quebras não planejadas é a formação de estoques em processo para “acomodar” as variações;
- zero manuseio: evitar transportes desnecessários, minimizando pausas ou demoras durante o processo de produção;
- zero *lead time*: o fluxo de material em *just in time* deve ser contínuo e as etapas são

supridas imediatamente quando há necessidade;

- zero emergências: quando o *just in time* funciona perfeitamente é necessário que o planejamento de produção seja estável e o *mix* de produto uniforme.

Hopp; Spearman (2000) criticam os “sete zeros” descritos por Edwards, afirmando que eles são tão pouco prováveis na prática quanto o “zero estoque”. O propósito destes objetivos é muito mais para estabelecer uma “filosofia” e um ambiente voltado para a melhoria contínua, fixando a idéia de que “sempre haverá espaço para a melhoria”. Na realidade, a idéia do JIT é que a empresa opere com estoques reduzidos, mantendo constante o estoque em processo. Como uma comparação, poderia-se associar o ideal do JIT ao modelo “estoque base” descrito anteriormente, porém de tal forma que o suprimento seja o mais rápido possível e altamente coordenado.

As principais diferenças entre o modelo americano e o japonês são resumidas na Tabela 2.2, adaptadas de Hoop; Spearman (2000). Cabe a crítica de que a generalização proposta seja complicada, uma vez que pode-se encontrar casos em que uma empresa americana adote conceitos do modelo japonês e vice-versa, o que descaracterizaria a afirmação sobre modelos japoneses e americanos.

A movimentação de material e a coordenação da produção no modelo JIT é feita através de *kanban*, que em japonês quer dizer “cartão”. Em cada estação de trabalho, quando há consumo, uma autorização de produção / pedido é emitida para a etapa anterior para repor o estoque através do *kanban*. Deleersnyder *et al.* (1989) descrevem que o sistema *kanban* deve ser implementado em sistemas de produção puxada, como forma de promover a integração entre as etapas de produção e determinar níveis constantes de estoque em processo. Afirmam que o desafio é definir (através de técnicas matemáticas) o número ideal de *kanbans* que devem ser usados em sistemas de manufatura, já que fatores como confiabilidade de máquina e demanda são variáveis.

Tabela 2.2: Diferenças entre os modelos americanos e japoneses

Fonte: adaptado de Hopp; Spearman (2000)

	Americano	Japonês
<i>Set ups</i>	Considerados fixos	Busca constante pela diminuição / eliminação
Datas de entrega	Fixadas externamente. Solução: modelos otimizantes para seqüenciamento da produção	Negociáveis com os clientes: integração entre marketing e manufatura
	Objetivo: ganho de escala	Objetivo: nivelamento da produção
Frequência de entregas	Não freqüentes, caras e de acordo com a necessidade	Freqüentes e uso de acordos de longo termo
Qualidade	Peças não conforme são tratadas como dados do problema	Envolvimento de todas as pessoas para garantir a qualidade
Especificação de engenharia	Exigências que devem ser atendidas	Projeto que deve ser prático para a manufatura

White; Prybutok (2001) comentam que o JIT também ficou conhecido como sistema de produção puxada, uma vez que a fase anterior só pode produzir se a fase posterior gerar necessidade. Argumentam que o JIT pode ser aplicado especialmente em processos repetitivos (como linha contínua), baixíssima variedade e flexibilidade, por serem mais estáveis e permitirem certa previsibilidade. Analogamente, os sistemas tradicionais americanos, em particular o MRP II, ficaram conhecidos como sistemas de produção empurrada, já que os *jobs* são gerados mediante pedidos colocados pelos clientes ou provenientes da previsão de demanda, de modo a atender a programação, independente do andamento da produção. Os autores salientam que os sistemas MRP II se adequam tanto em sistemas de produção repetitivos quanto intermitentes, enquanto que o JIT apenas nos sistemas repetitivos.

Hopp; Spearman (2000) entendem que, muito mais que um procedimento técnico, o *just in time* é um conjunto de filosofias, prioridades e metodologia, porém não reconhecem como um sistema de planejamento da produção, pois não seria de fácil reprodução em países de

culturas diferentes da japonesa. Porém, tal visão pode ser errada, uma vez que não há impedimentos para qualquer empresa adotar os conceitos da filosofia japonesa. Zipkin (2000) descreve a dicotomia entre as duas visões sobre JIT, a visão pragmática e a romântica. Na romântica, o JIT é um ideal estético, descrito como uma filosofia em busca da simplificação ao extremo e melhoria dos processos físicos, quase “trivial” para implementar. Já na visão pragmática, Zipkin define o JIT como um conjunto de métodos que visam a redução de *set ups*, projetos voltados à praticidade de fabricação, treinamento em qualidade, manufatura preventiva, *lay out* celular e outros.

Silver; Peterson; Pyke (1998) entendem que implementar o JIT não é uma tarefa fácil, especialmente porque depende do ambiente de produção (alto volume, produção repetitiva e estabilidade de carga máquina). O que as empresas acabam fazendo é adotando os conceitos do JIT - que corresponde à visão romântica de Zipkin - em busca da melhoria dos processos do que a programação da produção baseada em JIT.

Os conceitos do modelo *just in time* foram expandidos para o mundo ocidental e deram origem à chamada “produção enxuta”, uma estrutura conceitual trazida da experiência das empresas japonesas e detalhada no trabalho de Womack; Jones; Ross (1992). Após a publicação deste livro, vários autores apresentaram exemplos de operação enxuta, conforme apresentado por Roldan; Miyake (2003). Os autores relacionam também três aspectos principais que diferenciam uma cadeia de suprimentos baseada em conceitos de manufatura enxuta de cadeias tradicionais, a saber:

- administração da produção e entregas, com o foco constante na redução de estoques e alta flexibilidade para trabalhar com pequenos lotes de produção e entrega;
- relacionamento cliente / fornecedor, com a valorização de relacionamentos duradouros baseados em confiança, flexibilidade, velocidade e qualidade;
- organização e liderança dentro da cadeia, que corresponde a um agente modificador que irá ditar as mudanças da cadeia necessárias para implementar e aprimorar as práticas enxutas.

2.2.4 *Optimized Production Technology - OPT*

Este modelo é conhecido como um modelo de *scheduling* de uma máquina (passo único) orientado a gargalo e depois seqüenciado, que procura resolver primeiro a seqüência de programação nas máquinas mais críticas. De acordo com Correa; Gianesi (1996), esta técnica foi desenvolvida por um grupo de pesquisadores israelenses, do qual fazia parte Eliyahu Goldratt, que se tornou o principal divulgador dos conceitos. A abordagem do OPT defende que o objetivo da empresa é “ganhar dinheiro”, como descreve Goldratt (1995) e que, para isso, o fluxo na manufatura deve ser o maior possível, os estoques e as despesas operacionais devem as menores possíveis. Para o OPT, fluxo é a taxa de geração de dinheiro através da venda de produtos, estoque é o dinheiro que a empresa empregou nos bens que pretende vender e despesa operacional é o dinheiro que a empresa utiliza para transformar estoque em fluxo.

Este conjunto de idéias foi chamada de “teoria das restrições”, que descreve que a programação deve ser feita de acordo com o ritmo de produção do recurso gargalo, de tal forma a maximizar a utilização deste recurso e aumentar o fluxo de produção. O gargalo de produção é identificado como a etapa que limita a eficiência e a capacidade de uma linha de produção. Para a maximização da utilização do recurso gargalo, Goldratt sugere as seguintes regras: reduzir a variabilidade do e ao redor do gargalo, expandir a capacidade do gargalo, transferir parte da carga do recurso gargalo para outros recursos e eliminar todo o tempo ocioso do gargalo.

Na teoria das restrições, utiliza-se uma programação que foi batizada de DBR - *drum-buffer-robe* (tambor-pulmão-corda): o “tambor”, de acordo com Correa; Gianesi (1996) se associa com o ritmo e volume da produção do sistema, baseado na capacidade do recurso gargalo; o “pulmão” se refere ao estoque protetor que deve ser mantido exatamente antes do gargalo, de modo que este não pare nunca por falta de material a processar; “corda” como uma analogia da sincronização que deve haver entre a chegada de material no estoque protetor e a admissão de matérias-primas no sistema.

Assim, a programação é feita para o recurso gargalo de modo que esteja sempre ocupado;

os recursos antes do gargalo são programados de modo a manter o pulmão sempre no nível adequado e, após o gargalo, as tarefas devem ser “empurradas” para que terminem o mais rápido possível.

Spearman (1997) relaciona que o OPT pode ser de difícil implementação, pois o *software* é como uma “caixa preta”, pois utiliza um algoritmo não transparente ao usuário e, por isso, o OPT exige algum conhecimento em programação finita e habilidade analítica. Correa; Gianesi (1996) acrescentam que a identificação de gargalos não é simples de ser feita, já que muitos fatores podem mascarar sua identificação. Se for identificado erroneamente, o OPT pode levar a resultados comprometedores. Spearman (1997) detalha que o OPT é um sistema de produção “empurrada”, o que pode acarretar em acúmulo de estoque em processo e longos tempos de fluxo, se houver erros de parametrização do *software*.

2.3 Conclusão do capítulo

Como conclusão deste capítulo, pode-se salientar que não existe uma técnica que seja aplicada a todos os casos, cada empresa deve encontrar a maneira mais fácil e lógica que resolva seus problemas. Conforme salienta Wu (1992), “a experiência demonstra que o sucesso depende muito mais da maneira que a técnica é usada do que a técnica por si só”. O autor também salienta que as empresas têm utilizado ferramentas de planejamento da produção com auxílio de computador, porém falta um “guia” que oriente as pessoas nas empresas a decidir qual é o melhor meio de controlar determinado sistema de manufatura e quais são as áreas mais críticas para tal.

Como uma alternativa possível, Correa; Gianesi; Caon (2000) apontam para a existência de sistemas híbridos, isto é, sistemas que utilizam elementos de mais de uma lógica básica (JIT +MRP II; sistemas de programação finita + MRP II, por exemplo). Por exemplo, no caso do MRP II associado ao JIT, a estrutura de planejamento a longo prazo e a gestão de compra de matérias-primas e componentes são atendidos pelo MRP II enquanto que a programação de curto prazo e controle da produção ficam por conta de ferramentas do JIT.

CAPÍTULO 3 – PANORAMA DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA BRASILEIRA

3.1 Cadeia automotiva brasileira

A cadeia automotiva brasileira já foi tema de várias pesquisas acadêmicas, provavelmente devido a sua importância internacional, rápido crescimento e desenvolvimento e enorme influência que exerce sobre a economia do país.

Salerno; Marx; Zilbovicius (2003) apontam três fatores que explicariam as peculiaridades do setor automotivo no Brasil, a saber:

- reestruturação interna da produção: busca pela adequação ao modelo japonês nos anos 1980 e 1990, incluindo o *just in time*, trabalhos em equipe, programas de qualidade total e automação, conferindo forte e intensa reestruturação das empresas nesta época;
- novas relações de fornecimento: a abertura de mercado e globalização que aconteceram nos anos 1990, associadas à promessa de crescimento de países emergentes, como Brasil, Argentina, México, China e Índia, possibilitaram a entrada de novas montadoras no Brasil. Tal processo teria encontrado no Brasil um terreno fértil para experimentações de novos arranjos organizacionais, como por exemplo, os consórcios modulares (ou condomínios industriais), onde determinados fornecedores considerados estratégicos se instalaram no mesmo terreno da montadora e passaram a entregar módulos, subconjuntos e/ou sistemas pré-montados diretamente nas fábricas das montadoras;
- atividades de projeto de produto: a definição do produto é um fator decisivo para o sucesso do negócio e geralmente envolve enormes quantias de dinheiro e prazos longos. Perseguindo a redução dos custos associados ao projeto, iniciou-se a idéia de carro e plataforma mundial, centralizando a produção de veículos em determinados centros de produção e abastecendo vários mercados consumidores ao redor do mundo.

Salerno (1997) aponta que a atração que a indústria automobilística exerce como objeto de pesquisa, se justifica pelas mudanças provocadas do ponto de vista sociológico, evolução

da engenharia de materiais e também pelo fascínio que o produto automóvel exerce no imaginário das pessoas. Acrescenta-se o poder político que este segmento representa, seja do ponto de vista de articulações empresariais com fornecedores e empresas ao redor, seja pela forte atuação dos sindicatos dos trabalhadores do setor.

Marx (1995) analisa o setor automotivo do ponto de vista das pequenas e médias empresas do segmento automotivo, mais especificamente sobre o que as motiva para a garantia da qualidade. O autor também entende que o setor automobilístico é o setor que concentra os maiores esforços em favor da modernização da produção e no qual mais se testam, tentam e avaliam as iniciativas modernizantes. A importância de se analisar a participação das pequenas e médias empresas se traduz na grande presença destes fornecedores conforme se desce nos níveis de fornecimento.

Zilber (1996) classifica a evolução da indústria de autopeças em várias fases, a saber:

- início da década de 50 a 1962: expansão do setor, subsidiada por Juscelino Kubitschek, com a criação de inúmeras indústrias de autopeças;
- 1962 a 1964: primeira grande crise do setor, em decorrência da crise econômica geral do país;
- 1965 a 1967: novo crescimento e expansão do setor, devido à frota de caminhões;
- 1968 a 1974: época de ouro, período de intensa inovação de produtos como forma de garantir o mercado e tentar aumentar a participação. Esta época se caracteriza também por investimentos em pesquisa e desenvolvimento;
- 1974 a 1980: crise mundial do petróleo e conseqüente desaceleração do crescimento do setor. Nesta época, para fazer frente ao avanço japonês, as montadoras americanas passaram a padronizar as peças e componentes em nível mundial, visando a economia de escala. Os fornecedores de autopeças de primeira camada, com grande participação de capital estrangeiro, puderam acompanhar esta evolução tecnológica graças ao conhecimento técnico nível mundial. Neste período, também se intensificou a verticalização dos fornecedores por parte das montadoras;

- 1980 a 1990: nova recessão econômica mundial, e as grandes empresas de autopeças procuraram aumentar seus mercados, ampliando a participação em mercados de baixa atratividade até então, como o mercado de reposição de peças e o de exportação;
- 1990 em diante: caracterizado pela abertura de mercado e globalização, onde a competitividade e a necessidade de produtos de maior qualidade aumenta a cada dia.

Salerno *et al.* (1998) afirmam que a relação entre fabricantes de veículos e fornecedores de autopeças sempre foi tensa no Brasil. Descrevem que as relações de fornecimento eram caracterizadas por uma estrutura piramidal, em cujo topo estariam fornecedores com padrões competitivos para exportar para países industrializados e que haviam desenvolvido habilidades técnicas inovadoras. No meio da “pirâmide” estariam empresas de capital nacional de médio e pequeno porte, voltadas basicamente para o mercado interno e que estavam se capacitando para enfrentar uma competição acirrada em uma economia aberta. O divisor de águas teria se iniciado com a abertura do capital nos anos 90, que começou a alterar o quadro, incentivando inclusive a instalação no Brasil de subsidiárias coligadas ou empresas coligadas de fornecedores em seus países de origem. As mudanças mais significativas desta reestruturação do setor são: a seleção rigorosa e diminuição do número de fornecedores para a montadora e fornecimento de subsistemas completos de componentes para veículos, desverticalizando totalmente os padrões de fornecimento.

Os autores ressaltam também que este novo relacionamento entre as empresas do setor automotivo está indicando a classificação dos fornecedores na cadeia de suprimentos através de níveis. Assim, o nível um corresponde aos fornecedores de subsistemas completos e prontos para entrar em linha de montagem. Estes fornecedores administram uma rede de fornecedores próprios, que correspondem aos fornecedores de nível dois, os fabricantes de componentes, peças e materiais. Conforme se avança na cadeia, os fornecedores de nível três e quatro são destinados a fornecerem peças isoladas e materiais com menor valor agregado.

Conceição (2001) argumenta que a indústria brasileira de autopeças passou por um conjunto grande de transformações nos últimos anos, devido a dois grandes fatores: nova estratégia econômica das montadoras para a cadeia de autopeças e políticas

governamentais (como reflexo da abertura de mercado para globalização). O autor relata que o setor passou por uma “modernização desarticulada”, com reflexos diferentes para montadoras e autopeças. Para as montadoras, houve expansão da produção e atualização das unidades industriais para atender a um mercado crescente (impulsionadas pelos acordos da Câmara Setorial Automotiva, protocolos do carro popular, plano Real e Regime Automotivo). Para as autopeças, houve profunda crise estrutural, com fechamento de fábricas, desnacionalização (falta de proteção à importação de peças) e posterior recuperação da nacionalização de peças (após a desvalorização do real em 1999).

A seguir serão apresentados alguns indicadores que ajudam a compreender as mudanças ocorridas com as empresas deste segmento nos últimos anos. O primeiro indicador se refere à produção de veículos no Brasil desde 1992 até 2004. Há uma tendência de crescimento, pois se saiu de um patamar de um milhão de veículos produzidos em 1992 para cerca de 2,2 milhões em 2004, passando por um “pico” de dois milhões em 1997. Após o ano de 2000, nota-se uma retomada do crescimento. A política de impostos, a abertura econômica no início dos anos 90 e a recessão nos anos 98 e 99 (elevação da alíquota do IPI e aumento das taxas de juros) teriam sido as causas principais dessas oscilações. A Figura 1.1 ilustra a variação da produção nacional de veículos.

O setor de autopeças teve crescimento similar, acompanhando o aumento de volume da produção de veículos, como pode ser visto na figura 3.1. Nota-se uma sinalização de crescimento do faturamento entre os anos 1992 e 1997, a mesma queda observada em 1998 e 1999 e ligeiro reaquescimento nos anos subsequentes.

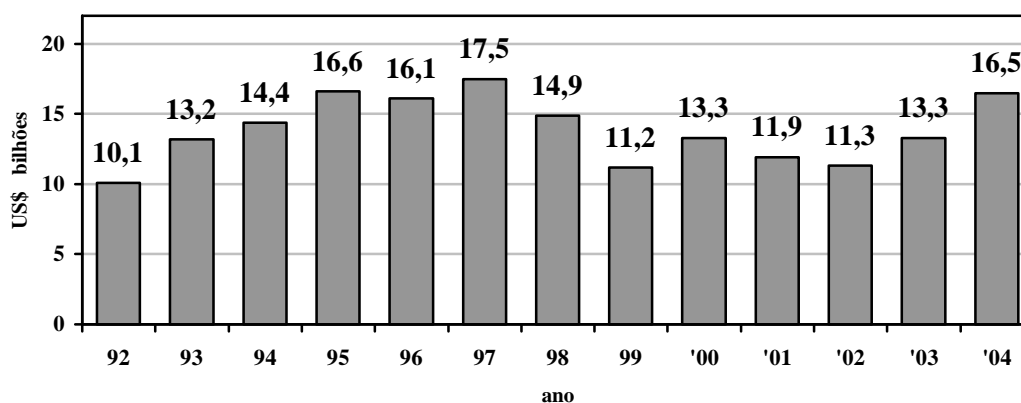


Figura 3.1 Faturamento das indústrias brasileiras de autopeças
Fonte: SINDIPEÇAS (2005)

Outro indicador importante e apresentado na Tabela 3.1 é a distribuição percentual do destino da produção. Uma análise desta tabela aponta que a participação da exportação passou de cerca de 15% em 1992 para 23% nos últimos anos. Esta tendência é ressaltada por Conceição (2001), que relaciona este aumento com a implementação de estratégia das montadoras para a prática de fornecimento através de *global sourcing*. O autor resalta que não ocorreu um aumento significativo no segmento “mercado de reposição”, apesar de haver indícios favoráveis de que este mercado poderia crescer, seja pelo fato de que algumas empresas de autopeças buscam diminuir o peso e pressão das montadoras em seu faturamento, seja porque o Brasil possui cerca de 50% da frota com idade superior a 10 anos – DIEESE (1998) *apud* Conceição (2001).

Tabela 3.1 – Faturamento das autopeças brasileiras, por destino da produção
 Fonte: SINDIPEÇAS (2005)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Montadoras	60,1	61,6	60,4	59,5	59,5	59,8	58,0	55,2	56,8	57,8	54,9	55,6	55,0
Reposição	20,3	17,5	19,3	19,8	19,5	17,9	19,0	18,6	17,5	17,3	15,5	14,3	14,0
Exportações	15,1	15,7	15,5	15,0	14,6	14,7	17,0	20,7	20,0	18,8	23,1	23,5	24,0
Intersetorial	4,5	5,2	4,8	5,7	6,4	7,6	6,0	5,5	5,7	6,1	6,5	6,6	7,0

A situação das empresas de autopeças brasileiras está ligada diretamente às várias decisões das montadoras, como as razões apresentadas por Salerno *et al.* (1998), começando pela rigorosa seleção, diminuição do número de fornecedores e aumento da demanda por subsistemas completos de componentes para os veículos, passando por um movimento de concentração no setor, onde poucas empresas se mostram capacitadas a atender as altas exigências de qualidade e competitividade de preços. As empresas que sobreviveram aliaram-se ou foram compradas por empresas de grupos internacionais. Uma relação de

aquisições e fusões entre 1994 e 1999 pode ser encontrada em Conceição (2001), que aponta para cerca de 12 operações desse tipo por ano no período mencionado.

As perspectivas para o segmento automotivo são bastante positivas, pois o Brasil tem sido um mercado atraente para investimentos estrangeiros. Para Posthuma (1997), três razões principais justificam esta afirmativa: o aumento de demanda desde 1993, após a abertura do mercado nacional; o regime governamental para o segmento, que pretendia assegurar determinado nível de produção para empresas que viessem a se instalar no país; e a política de *follow sourcing*, que influenciou o deslocamento físico de grandes companhias de autopeças para próximos das montadoras. Poderiam ser acrescentados ainda o baixo custo da mão-de-obra, a boa qualidade do produto final, o câmbio atraente e estabilidade da inflação alcançada. Porém, há pontos negativos que merecem ser destacados, como a incerteza sobre o futuro da economia, juros altos e desconfiança dos investidores estrangeiros.

3.2 Principais elos da cadeia automotiva

Conforme já salientado, o segmento automotivo sofre grande influência das variações de mercado e está sujeito às oscilações da economia nacional e mundial. Também foi ressaltado que, nos anos 1990, as montadoras brasileiras procuraram adequar-se ao padrão de eficiência do sistema japonês de produção, incorporando práticas de *just in time*, trabalho em equipe, círculos de controle de qualidade, automação, programas de qualidade (como o TQM – *Total Quality Management* e o TPM – *Total Productive Maintenance*), de forma rápida e intensa. Assim, o sistema de produção das montadoras, que era caracterizado pela produção em massa e linha contínua de produção, passou a operar de acordo com os preceitos do Sistema Toyota de Produção, incluindo a prática de estoques de matéria-prima e material em processo reduzidos e produção nivelada em pequenos lotes.

Para o primeiro nível de fornecimento (nível 1) - onde se encontram os fornecedores de componentes - os “sistemistas” (fornecedores que entregam módulos ou sub-sistemas pré-montados) - as montadoras impõem o suprimento em *just in time* e os principais

fornecedores passam a fornecer de forma ágil e flexível, em pequenas quantidades e alta frequência de entrega, não raramente mais de uma vez durante o dia.

Estendendo para o nível 2 de fornecimento, como hipótese da pesquisa atual (detalhada adiante no Capítulo 4), há menor integração e sincronização entre cliente e fornecedor do que entre o nível 1 com a montadora; o mix de produtos é maior e, portanto, maior é a complexidade para o planejamento da produção, além de que o tamanho das empresas diminui em relação ao nível 1, ou seja, este elo da cadeia se caracteriza por várias pequenas e médias empresas. Os sistemas de produção têm a característica de produção intermitente devido ao alto mix de produto e são impactados pela exigência de prazos curtos e alta concorrência. Assim, como uma defesa contra as variações de demanda, incertezas, baixo nível de informação com o próximo elo na cadeia e alto mix de produto, os fornecedores de nível 2 tendem a carregar um alto volume de estoques, comparativamente ao volume de produção.

De acordo com Womack; Jones; Roos (1992), as montadoras podem ser submetidas a mudanças repentinas no *mix* de produtos demandados pelos consumidores por diversos motivos, entre eles o comportamento pouco estável do mercado automobilístico. As montadoras entendem que tais mudanças são imprevisíveis e inevitáveis, que as encomendas de peças eventualmente possam ser canceladas de repente e que isso seria um problema do fornecedor (e do fornecedor do fornecedor e assim por diante). Da mesma forma, poderiam demandar peças que não estavam programadas a serem entregues em tempo curto. Isto obviamente contradiz com os preceitos do gerenciamento integrado da cadeia de suprimentos, em especial a automobilística, onde a montadora age como o elo modificador da cadeia, aquele que influencia toda a cadeia e se beneficia com o desenvolvimento da cadeia como um todo, uma vez que obterá vantagens como: melhor qualidade, atendimento, prazos, preços (custos).

Analisando de outro ângulo, idealmente a cadeia automobilística poderia se comportar como um sistema inteiro de produção puxada. Cada elo da cadeia somente iria produzir se no elo que o antecede houver consumo, de forma rápida e na quantidade desejada, isto é, com nível de estoque muito baixo. Porém, na prática, como os fornecedores da cadeia

podem participar de mais de uma cadeia ao mesmo tempo e também devido às relações comerciais, há perda de coordenação entre os elos e a linha contínua de produção imaginada não funciona conforme o desejado.

Além disso, a montadora opera de acordo com previsão de demanda e não raro as concessionárias e revendedores usam de artifícios comerciais para acelerar as vendas, como ações de mídia e promoções. Por exemplo, um determinado modelo pode ter uma previsão de venda não atendida na prática, o que resulta em mercadoria parada no pátio. Como medida para aumentar as vendas e, assim, desovar os modelos pouco vendidos, as concessionárias podem realizar promoções que atendam a este objetivo, mas que não necessariamente refletem o desejo real do cliente, mas sim o aproveitamento de uma oportunidade. Assim sendo, o histórico de vendas fica diferente da demanda real, podendo gerar distorções na composição da demanda da montadora (se for baseada no histórico de vendas) e conseqüentes variações freqüentes de *mix* de produção.

Em função das peculiaridades assim analisadas, para atingir os objetivos deste estudo, torna-se interessante elaborar uma revisão das pesquisas já realizadas com fornecedores diretos e indiretos das montadoras, com o foco na área de PCP.

3.3 Estudos anteriores na área de planejamento da produção e estoques na cadeia automotiva brasileira

Na área de planejamento da produção e estoques não há muita literatura disponível e os trabalhos realizados se voltam para o estudo do comportamento da relação entre elos ao longo da cadeia em um escopo mais amplo, como a freqüência de entregas, poder de barganha e nível de troca de informação.

Como exemplos, pode-se citar o trabalho de Miranda (1995), que concentrou a pesquisa na relação de desempenho entre fornecedores da indústria automobilística e práticas de gestão. A autora entrevistou 10 fornecedores da cadeia, sendo 3 de primeira camada, 3 de segunda e 4 de terceira. Dentre suas conclusões pode-se destacar que:

- em geral, a maior preocupação está concentrada na satisfação do cliente imediato e na

relação com o fornecedor imediato. Argumenta que somente empresas de primeiro nível se preocupam com o consumidor final;

- as relações de entrega indicam que os fornecedores de primeiro nível se preocupam mais com prazo e preço, os de nível 2 em demonstrar qualidade e capacidade de trabalho em equipe e os fornecedores de terceiro nível em desenvolvimento de produtos e materiais;
- não havia troca eletrônica de dados (o estudo é anterior a 1995);
- há preocupação com o custo de manutenção de estoques (visando a redução), porém longe da realidade *just in time*, uma vez que o cliente imediato não possui programação confiável, deseja o JIT mas não concorda com o custo de transporte e reclama do tempo de recebimento de material;
- a cadeia apresenta certa fragilidade, uma vez que o nível 1 parece possuir um bom relacionamento com o nível 2, porém isto não se repete entre o nível 2 e 3, o que sustenta a hipótese de perda de coordenação entre os elos mais distantes (a ser detalhada no próximo capítulo).

A autora descreve a situação acima como uma realidade anterior ao ano de 1995, pesquisa que pode ser tomada como referência de comparação para a presente pesquisa, uma vez que as ferramentas de tecnologia de informação tiveram um grande desenvolvimento no período e maior alcance para as empresas.

Roldan; Miyake (2003) apresentam conclusões similares, quase dez anos depois. Os autores buscaram identificar fatores específicos que comprovassem a utilização de conceitos do “pensamento enxuto” na cadeia automotiva brasileira. Para isso, realizaram uma pesquisa com nove empresas posicionadas em três níveis de fornecimento. Dentre as conclusões apresentadas pelos autores vale ressaltar que:

- nota-se uma tendência para um bom nível de relacionamento entre fornecedores e clientes, buscando estabelecer contratos duradouros. Mas a relação entre elos se mostrou em desequilíbrio no poder de governança, favorecendo o elo mais forte;
- quanto às estratégias de entrega, os fornecedores demonstraram tendência em oferecer

flexibilidade a seus clientes, porém à custa de manter alto nível de estoques, tanto de produto acabado quanto de matéria-prima, buscando um atendimento flexível e ágil através de estoques, ao invés de operações flexíveis;

- foi observado que há grandes variações da demanda e pouca troca de informações entre os elos, o que indica fraca aderência às práticas do *lean production*.

Salerno; Marx; Zilbovicius (2003) apresentam algumas considerações com relação ao padrão de frequência de entregas, com um levantamento de práticas de 224 fornecedores da cadeia automotiva brasileira. Os autores descrevem que 68% dessas empresas declararam entregas diárias aos principais clientes, em especial os fornecedores de nível 1, com índice de 91% dos pesquisados, os de nível 2 com 65% e de níveis inferiores o índice de entrega diária cai para 60%. Os lotes econômicos, custos logísticos, estrutura organizacional, tecnológica e gerencial poderiam explicar tal discrepância. Este levantamento também corrobora com a hipótese de perda de coordenação nos elos mais distantes na cadeia.

CAPÍTULO 4 – MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo tem o objetivo de apresentar o método de pesquisa que será aplicado neste trabalho, as razões que justificam sua aplicação e a estrutura do método científico adotado. Neste capítulo também são apresentados as hipóteses da pesquisa e o instrumento de coleta de dados (questionário) comentado.

De acordo com Nakano; Fleury (1996) e Filippini (1997), o pensamento científico possui duas formas básicas: a indução, baseada na evidência empírica e a dedução, baseada na lógica. Pela indução, as conclusões de um processo de pesquisa são feitas a partir de observações empíricas, em um processo que vai de uma pressuposição até uma conclusão, utilizando um conjunto de fatos como elemento básico para se gerar uma teoria. Já pela dedução, as conclusões são baseadas em raciocínio lógico, utilizando princípios e leis das teorias formuladas para entender os fenômenos observados. Os autores salientam que tanto a dedução como a indução são processos de construção de teoria presentes na maioria das áreas. Assim sendo, as pesquisas devem contemplar uma base teórica, que sirva como referência para o fenômeno estudado e uma parte prática, caracterizada pela coleta de dados, criatividade e percepção da relevância dos dados coletados. De acordo com Bryman (1989), o processo de construção de teoria é cíclico e pode ser representado pela Figura 4.1.

Ghuri; Gronhaug; Kristianlund (1995) ressaltam que o processo científico de pesquisa tem como ponto de partida a definição do problema a ser estudado, pois o problema vai influenciar todas as outras etapas do processo de desenvolvimento de uma pesquisa científica, como: o método a ser usado, o arcabouço teórico que ajude a explicar o problema, a forma de amostragem e coleta de dados, a análise dos dados e, por fim, as recomendações. Para os autores, os problemas de pesquisa correspondem a questões que indicam lacunas em determinado campo do conhecimento. As questões devem apontar para fenômenos problemáticos, eventos que desafiam as idéias já concebidas e aceitas pelo meio científico, ou idéias atuais que se submetem a novos questionamentos. Em termos gerais, os autores afirmam que os pesquisadores devem ter a habilidade de responder a duas questões aparentemente simples: “qual é o problema?” e “como ele deve ser

resolvido?”. As questões de pesquisa devem ter duas características fundamentais: expressar relação entre variáveis e devem ser claras e objetivas.



Figura 4.1. O método de pesquisa “tradicional”
Fonte: adaptado de Bryman (1989)

Para Thiollent (1994), há que se analisar as características dos vários métodos disponíveis, suas potencialidades e limitações. A metodologia pode ser vista como o desenvolvimento de um conhecimento geral que ajuda o pesquisador a se orientar, tomar decisões oportunas e selecionar conceitos, técnicas e dados adequados.

Nakano; Fleury (1996) apresentam uma distinção entre os principais métodos existentes na Engenharia de Produção, separando em dois grupos: a pesquisa quantitativa e a qualitativa. Os autores relacionam que os métodos quantitativos (também chamados de “pesquisa tradicional”) se caracterizam pela busca da solução de um problema através de algum aspecto da realidade. São métodos que possuem o rigor metodológico representado na Figura 4.1, hipóteses fortes e que incluem conceitos que possam ser medidos, além de gerarem conclusões que permitam generalizações e replicação dos resultados. Dentre os métodos quantitativos, os autores relacionam a pesquisa experimental e o *survey*. Poderiam

ser acrescentados os métodos baseados em simulação e modelagem matemática.

Já os métodos qualitativos, segundo Nakano e Fleury, são métodos interpretativos, que analisam os aspectos ligados às pessoas que são objetos de pesquisa, observação dos fatos do ponto de vista de alguém interno ao problema e compreensão profunda do contexto da situação estudada. As hipóteses não são tão fortes como nos métodos quantitativos e o rigor metodológico é menor. Dentre os métodos mais usados, os qualitativos compreendem a pesquisa-ação e o estudo de caso.

4.1 Escolha do método de pesquisa

Baseado nas referências apresentadas, a presente pesquisa - que se refere à dificuldade dos profissionais de PCP de fornecedores de nível 2 na cadeia automotiva em atender aos pedidos de seus clientes no prazo, sem onerar os estoques de produto acabado e matéria-prima - até o momento cumpriu as etapas de definição do problema no capítulo 1 e o arcabouço teórico, nos capítulos 2 e 3. O passo seguinte é a escolha do método a ser utilizado, que seja pertinente para responder às questões de pesquisa. A seguir, são relacionados os métodos de pesquisa mais comuns em Engenharia de Produção.

a) pesquisa experimental: para Bertrand; Fransoo (2002), o pesquisador tem por objetivo a geração de conhecimento através do uso de modelos pré-existentes para a obtenção de soluções novas para um determinado problema ou pela aplicação de teorias já existentes para explicar problemas reais, mediante análise quantitativa de um experimento controlado. Na pesquisa experimental, o objeto de estudo são as relações causais e quantificáveis das variáveis que descrevem processos reais, isto é, identificar como as variáveis independentes determinam as variáveis dependentes. Para os autores, a pesquisa experimental permite a previsão de eventos futuros, ao invés de somente buscar a compreensão e descrição dos fatos.

As limitações deste tipo de pesquisa se referem ao fato de que ela está relacionada com o resultado de um teste de hipótese, isto é, é feita uma hipótese que pode ser quantificada e se verifica quais os desdobramentos que o experimento provoca em comparação com a hipótese. Colocado desta forma, conclui-se que este método não pode ser aplicado nesta

pesquisa, dado o caráter descritivo dos objetivos apresentados no capítulo 1.

- b) Survey: segundo Bryman (1989), o *survey* tem por objetivo a descrição de eventos através de coleta de dados estruturada, seja através de questionário ou de entrevistas. É um método que permite a participação de um número grande de indivíduos, porém o pesquisador não intervém em nenhum momento.

Forza (2002) escreve que o *survey* “contribui para o conhecimento geral de uma área particular de interesse. Envolve uma coleção de informações de indivíduos (ou objetos), por meio de questionários e entrevistas, sobre suas atividades ou sobre si mesmos. Um simples processo de *survey* pode determinar o nível de acurácia da informação (e do conhecimento) sobre um grupo de indivíduos.”

Os pontos fracos do método se relacionam com o baixo grau de intervenção do pesquisador com a amostra estudada, a dificuldade de aprofundamento em questões específicas pela distância com o objeto de pesquisa, bem como o caráter extremamente descritivo deste tipo de pesquisa, limitando seu uso onde os temas sejam muito recentes ou haja interesse por pesquisas de caráter exploratório.

Como o presente estudo possui um caráter descritivo, prevê o levantamento de práticas de PCP de um número grande de empresas e o tema tratado não é recente, este é o método escolhido para o desenvolvimento desta pesquisa. Será detalhado mais adiante neste capítulo.

- c) Modelagem matemática e simulação: este tipo de pesquisa é um caso particular da pesquisa experimental anteriormente descrita, acrescentado o rigor da modelagem matemática de problemas reais, com técnicas da pesquisa operacional. Em geral, trata de problemas mais complexos e buscam soluções baseadas em heurística e modelos otimizantes. Para Bertrand; Fransoo (2002), as limitações destes métodos se referem à restrição da análise matemática e das simplificações que são necessárias para modelar eventos reais.

- d) Pesquisa-ação: é a pesquisa que se realiza com a presença e envolvimento do

pesquisador com o meio estudado. Para Coughlan; Coghlan (2002), é o tipo de pesquisa que foca a pesquisa durante a ação, ao invés de se concentrar apenas na ação em si. A idéia central é a de que o pesquisador utilize o método científico para estudar um grupo social ou aspectos organizacionais em conjunto com os atores do objeto de estudo, isto é, o pesquisador é parte integrante da pesquisa. Neste tipo de pesquisa, o pesquisador pode fazer intervenções e avaliar qualitativamente seus efeitos ao longo do tempo.

De acordo com os autores, a pesquisa-ação deve ser utilizada em casos em que haja interesse em “descrever um número considerável de ações ao longo do tempo de um determinado grupo, comunidade ou organização; entender - como um membro do grupo - como e porquê algumas ações podem mudar e melhorar alguns aspectos do sistema; e entender como ocorrem os processos de mudança ou melhoria para aprender com eles”. A pesquisa-ação envolve a participação e observação direta do pesquisador como instrumentos de pesquisa.

e) Estudo de caso: segundo Yin (1989), o método estudo de caso se propõe a investigar um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto real, onde os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente percebidos, através de entrevistas, arquivos, documentos e observações.

Para Voss; Tsiriktsis; Frolich (2002), o método estudo de caso deve ser usado para se estudar o fenômeno em seu ambiente e quando se deseja explorar variáveis desconhecidas ou fenômenos não totalmente compreendidos. O método permite que as perguntas do tipo porque, o quê e como sejam respondidas com relativo grau de profundidade. Os autores relacionam que o método pode ser usado para diferentes objetivos de pesquisa, como: exploratórios, construção, teste e refinamento de teoria.

A maior dificuldade encontrada neste tipo de pesquisa é a possibilidade de generalização sobre os resultados encontrados, dada a baixa quantidade de observações realizadas, frente à população que se deseja inferir.

Para a presente pesquisa, o estudo de caso poderia ter sido aplicado para ajudar a aprofundar o problema e a responder as perguntas formuladas, relatados no capítulo 1,

porém o pesquisador optou por colher informações sobre o maior número de empresas, de modo a descrever com mais representatividade os aspectos ligados ao planejamento de produção na cadeia automotiva, evitando assim os questionamentos relacionados à generalização das conclusões.

Assim analisado, será detalhada a seguir a aplicação do método escolhido para a presente pesquisa – *survey*.

4.2 Aplicação do método *survey*

Filipini (1997) descreve o *survey* como um termo usado para significar coleta de dados, informação e opinião de um grupo grande de unidades. Em geral, os *surveys* possuem três objetivos:

- investigação, para determinar quais conceitos são relativos a determinado fenômeno e como medi-los, ou então como descobrir novas dimensões do mesmo fenômeno;
- confirmação, com o objetivo de testar teoria, buscando relação de causa e efeito entre variáveis. As hipóteses devem ser particularmente muito bem formuladas e os processos de amostragem e coleta de dados devem ser cuidadosamente definidos;
- descrição de eventos e/ou opinião de um grupo de pessoas.

Forza (2002) descreve três tipos básicos de pesquisa baseada em *survey*, a saber:

- exploratória: quando a pesquisa ainda está na fase embrionária, há uma necessidade de melhor entendimento e mensuração dos conceitos. Nesta fase não se tem um modelo teórico desenvolvido e sua pesquisa pode avançar no estágio de mensuração e determinação de normas;
- explanatória: usada quando o conhecimento de um fenômeno é discutido dentro de uma base teórica (ou de uma estrutura conceitual), em que os seus conceitos, modelos e proposições estão bem definidos;

- descritiva: objetiva entender a relevância de um fenômeno.

Assim definido, pelos objetivos apresentados no capítulo 1, esta pesquisa pode ser classificada como uma pesquisa de caráter descritivo, uma vez que está voltada para a descrição das práticas de planejamento da produção e estoques na cadeia automotiva e análise de como elas podem ser melhoradas, de modo a cumprir os objetivos de atendimento a prazos de entrega e níveis de estoque. Mas também possui um teor exploratório, uma vez que a literatura não foca as relações de fornecimento em níveis mais afastados da montadora, conforme já salientado.

Leedy (1997) descreve que o método de pesquisa *survey* possui as seguintes características:

- trata de situações que exijam uma técnica apurada para a aquisição de dados;
- a população de análise deve ser cuidadosamente escolhida, claramente definida e delimitada, de modo a estabelecer parâmetros precisos que assegurem a validade das observações geradas;
- a pesquisa baseada em levantamento de dados pode ser particularmente suscetível à introdução de perguntas tendenciosas e, portanto, deve-se tomar cuidado para não gerar conclusões erradas;
- a coleta de dados pode ser quantitativa, onde são levantados dados que possam ser medidos e, portanto, analisados estatisticamente. Mas pode também ser qualitativa, exigindo maior habilidade do pesquisador em interpretar e analisar as respostas.

Segundo Forza (2002), o método *survey* é um longo processo que pressupõe a pré-existência de um modelo teórico ou de uma estrutura conceitual. Isso inclui um número de etapas descritas da seguinte forma e ilustradas na Figura 4.2:

- o processo de tradução de uma teoria dentro de um domínio empírico, de modo a esclarecer definições consideradas relevantes, estabelecer os conceitos teóricos relativos, proposições de pesquisa, com o objetivo de apresentar as relações entre

variáveis e estabelecer hipóteses para explicar o fenômeno, objetivos e delimitações da pesquisa;

- o projeto da pesquisa: esta etapa inclui todas as atividades que precedem a coleta de dados, quando devem ser analisadas as possíveis dificuldades encontradas pelos respondentes de uma forma geral, especificação das informações desejadas, definição da amostra desejada de respondentes e desenvolvimento de instrumentos de avaliação da pesquisa;
- o processo de teste piloto. Nesta fase, o pesquisador deve examinar se o questionário projetado na etapa anterior está de acordo com o seu propósito, enviando a versão “final” para pelo menos três pessoas, verificando pontos duvidosos, questões redundantes, de modo a fornecer um *feedback* sobre tudo o que pode afetar a compreensão das perguntas bem como a inclinação dos respondentes-alvo em responder o questionário. Esta etapa permite a revisão do questionário de acordo com a análise de um grupo muito pequeno de respondentes, aumentando as chances de sucesso na etapa posterior;
- o processo de coleta de dados para testar a teoria, que é a etapa de execução do *survey* propriamente dito. Corresponde em aplicar o questionário para uma amostra maior. Uma atividade importante nesta etapa é fornecer um *feedback* para as empresas que responderam, de modo a incentivar a participação delas em pesquisas futuras;

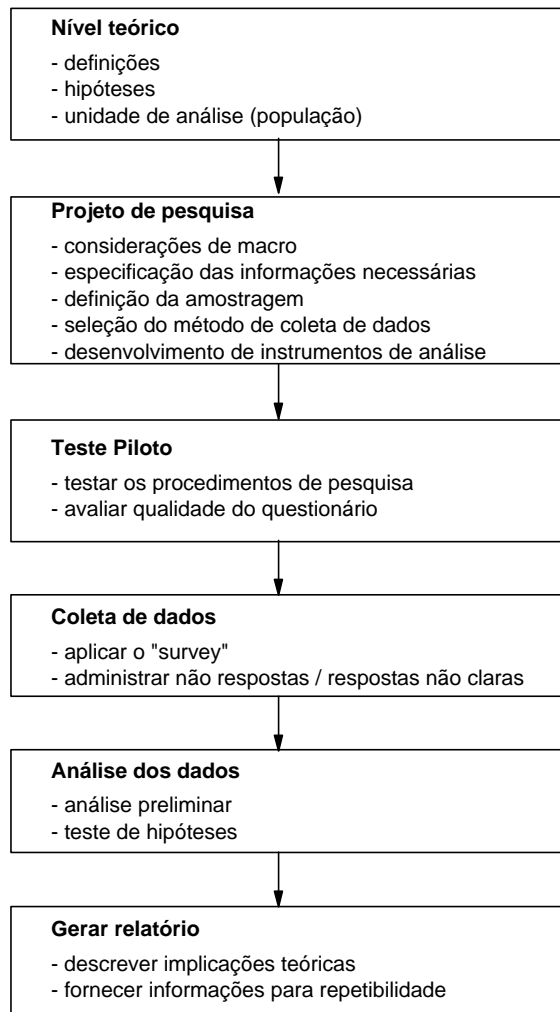


Figura 4.2 Processo de pesquisa baseada em survey

Fonte: adaptado de Forza (2002)

- o processo de análise de dados, etapa que pode ser dividida em duas fases: análise preliminar dos dados e teste das hipóteses. O objetivo é fornecer alguma informação que complete a revisão do modelo conceitual existente. A análise preliminar é realizada pela apresentação da distribuição de frequências, média, variâncias e desvio padrão das variáveis quantitativas e a correlação entre elas. A análise das hipóteses segue rigor da estatística aplicada e é uma ferramenta poderosa para auxiliar o processo de interpretação dos dados;
- o processo de interpretar os resultados e elaborar conclusões. Para esta etapa, o

importante é fornecer informações que permitam entender o que foi feito, avaliar o trabalho realizado e comparar com outras pesquisas similares. A conclusão deve ser objetiva e baseada na análise dos dados coletados, não em valores subjetivos.

4.3 Formulação das hipóteses

De acordo com Bryman (1989), as hipóteses devem apresentar conceitos que possam ser medidos para sua verificação, além de demonstrar uma relação de causa e efeito, de forma explícita ou implícita.

Para Lakatos; Marconi (1995), hipóteses são como um enunciado geral de relações entre variáveis e podem ser formuladas como solução a priori de um determinado problema; devem possuir um caráter explicativo ou preditivo, ser compatíveis com o conhecimento científico e passíveis de verificação experimental.

Conceito similar é apresentado por Forza (2002), que entende que as hipóteses são relações lógicas entre duas ou mais variáveis, descritas como afirmações que podem ser testadas. O autor ressalta que as hipóteses são elaboradas a partir do referencial teórico, que serve de base para o processo de pesquisa. Ele divide as hipóteses em dois grupos diferentes: as hipóteses direcionais e não-direcionais. Hipóteses direcionais são aquelas que estabelecem uma relação de causa e efeito do tipo preditivo, isto é, relações do tipo “se isso acontecer, então aquilo”. Se não houver relação explícita entre variáveis, a hipótese é não-direcional.

As hipóteses desta pesquisa são:

Hipótese 1 – o desempenho de Planejamento e Controle da Produção, no que se refere ao atendimento aos prazos de entrega e níveis de estoque, é melhor nos fornecedores de nível 1 da cadeia automotiva, comparativamente com os de nível 2, devido a maior coordenação e troca de informação entre montadoras e nível 1 do que entre nível 1 e 2.

Hipótese 2 – as “ferramentas” usadas pelos profissionais de PCP nas empresas de nível 2 não são satisfatórias para realizar todas as tarefas de planejamento da produção e

estoques, prejudicando o bom desempenho de PCP.

4.4 Questionário comentado

O questionário aplicado (Anexo A) foi subdividido em cinco partes, comentadas a seguir.

Parte A – Identificação da empresa

Nesta parte, foram feitas as perguntas para posicionamento da empresa pesquisada, seja sobre o porte (faturamento e número de funcionários), sobre a família de produtos produzidos e sobre a posição na cadeia automotiva propriamente dito. Estas perguntas auxiliaram a identificar em qual elo na cadeia o fornecedor se classifica e, assim, permitir comparar os níveis.

Constituiu em uma importante parte do questionário, de modo a permitir a avaliação da representatividade da amostra de respondentes em comparação com os valores de posicionamento da população, isto é, número de funcionários, faturamento e variedade de produtos produzidos.

A última pergunta deste bloco teve o objetivo de refinar a pesquisa e complementar fornecedores que eventualmente não foram incluídos na amostra, resultando no esperado efeito “bola de neve”. Porém, ao conduzir a pesquisa, este efeito não ocorreu, pois buscou-se aumentar o número de respostas através da base de dados inicialmente utilizada ao invés de incluir novos fornecedores.

Parte B – Previsão de demanda

Este bloco correspondeu a um primeiro contato com assuntos ligados mais diretamente à área de planejamento da produção. A previsão de demanda constitui um elemento importante, não só por propiciar uma análise melhor do planejamento a médio e longo prazo (como auxiliar de tomada de decisão em investimentos fabris e contratação ou dispensa de mão-de-obra) e eventualmente auxiliar na compra de matéria-prima, mas

também para apoiar a decisão sobre planejamento da produção em empresas MTS. Isto é, nesta etapa procurou-se identificar as práticas de empresas MTS e MTO com relação à previsão de demanda.

A pergunta B1 “Por que a empresa faz previsão de demanda?” teve a intenção de provocar o respondente, uma vez que foi colocada de forma aberta. Ela teve o objetivo de avaliar as expectativas dos profissionais de PCP com relação à previsão de demanda. Por exemplo, caso a empresa não faça previsão de demanda de forma estruturada, o respondente teve a possibilidade de fazer uma auto-avaliação e relatar sua insatisfação ou justificar porque não o faz.

Parte C – Programação da produção

Nesta parte se procurou levantar as práticas de PCP das empresas respondentes (perguntas C1 e C2). Porém, a maior finalidade deste bloco foi o teste da Hipótese 1, que se refere à coordenação entre os elos. As perguntas C4 a C7 foram elaboradas para este fim. Especificamente na pergunta C7, foi sugerida uma avaliação sobre o nível de informação que o PCP recebe no dia-a-dia, sendo complementada com uma pergunta aberta de “como melhorar?”. Esta pergunta foi de especial interesse ao propor uma reflexão sobre as expectativas que os profissionais de PCP têm sobre suas atividades.

A pergunta C3, sobre a capacidade instalada, procurou identificar se havia problemas de capacidade instalada nas empresas respondentes, com o objetivo de identificar possíveis motivos de falta de atendimento aos prazos combinados. Porém, esta pergunta posteriormente se mostrou desnecessária para auxiliar a alcançar os objetivos de pesquisa.

As demais perguntas deste bloco referiram-se à avaliação da Hipótese 2. Na pergunta C8, foi solicitada a identificação de alguma teoria que seja adequada para descrever práticas de programação na empresa e as perguntas C9 e C10 avaliaram o grau de satisfação com o *software* usado, bem como deixou aberto um espaço para inclusão de melhorias por parte do respondente. Tal pergunta se mostrou importante porque em vários casos o *software* de programação é confundido com o de planejamento e, em algumas respostas, tal *software* pode trazer modelo(s) de *scheduling* embutido(s), o que pode representar alguns riscos

para as atividades de PCP, caso o usuário não esteja familiarizado com conceitos de programação finita.

Parte D – Gestão de estoques (produto acabado e matéria-prima)

Além do delineamento das práticas de PCP, este item avaliou os desdobramentos das Hipóteses 1 e 2, investigando a percepção que o respondente tem em relação ao desempenho de PCP, pois avaliou se as ocorrências do tipo prazo de entrega urgente ou o cancelamento de ordens provocam atraso e/ou excesso de estoque.

As perguntas D1 e D2 procuraram identificar se a empresa respondente utiliza alguma técnica de reposição de estoque (contínua ou periódica), para produto acabado ou matéria-prima (respectivamente, D1 e D2). D3 avaliou se este procedimento é realizado com auxílio de uma ferramenta de tecnologia da informação, o que identifica se a empresa utiliza técnicas de reposição de estoque de forma “empírica” ou o faz sistematicamente, com ferramentas de apoio à decisão apropriadas.

A pergunta D4, sobre adequação de modelos teóricos com a prática, buscou identificar se o respondente tem algum conhecimento técnico nesta área de reposição de estoques, como uma investigação sobre problemas de ordem de capacitação profissional.

As perguntas D5 e D6, sobre a cobertura oferecida pelo estoque de produto acabado e matéria-prima, procuraram estabelecer uma comparação sobre os estoques presentes na cadeia entre os níveis 1 e 2, buscando quantificar as práticas de cada elo. A pergunta D8 complementou estes dados, pois investigou se, na percepção do respondente, o nível de estoque está adequado frente às políticas da empresa.

A pergunta D7 investigou problemas de acuracidade dos registros de estoques de produto acabado e matéria-prima, item fundamental para o sucesso do planejamento da produção.

Por fim, neste bloco, as perguntas D9 e D10 inferiram sobre o desempenho das atividades de PCP, checando o grau de atendimento que o estoque de produto acabado proporciona e

a pontualidade de entrega.

Parte E – Outros aspectos ligados ao PCP

A primeira pergunta (E1), sobre a formação acadêmica do principal responsável pelas atividades de PCP, permitiu a comparação da capacitação de profissionais entre os níveis da cadeia, verificando se há desbalanceamento.

As perguntas E2, E3 e E4, sobre a avaliação da atuação do PCP, atividades mais importantes e problemas enfrentados no dia-a-dia, checaram a coerência das respostas do questionário (pode ocorrer do respondente declarar que possui alto nível de estoque, mas acha o desempenho do PCP excelente). A pergunta E4, em particular, foi colocada de forma aberta e procurou explorar a percepção do respondente frente aos problemas enfrentados no dia-a-dia pelo PCP, permitindo avaliar se há ou não uniformidade entre os níveis.

A pergunta E5 (comentários) foi deixada de forma aberta, de forma a possibilitar que o respondente declarasse espontaneamente suas expectativas de melhoria, dificuldades e qualquer outro tipo de comentário.

CAPÍTULO 5 – RESULTADOS OBTIDOS

5.1 Teste piloto

O questionário desenvolvido foi enviado inicialmente para 3 empresas da cadeia automotiva em formato de planilha (*Microsoft Excel*), de modo a avaliar a compreensão semântica e clarificar pontos que gerassem dúvida ou dupla interpretação, possibilitando assim uma revisão do questionário para posterior envio a um número maior de pessoas. O formato em planilha se mostrou útil para facilitar a tabulação das respostas.

O respondente 1 concentrou as respostas na compreensão das perguntas do questionário, opinando no formato; sugeriu a inclusão de como calcular os índices de acurácia e dias de estoque.

O respondente 2 não respondeu sobre faturamento, alegando ser uma norma da empresa. Algumas respostas mostraram que o espaço destinado à resposta necessitava ser ampliado. Na pergunta C1, sobre a caracterização do fluxo de produção, o respondente assinalou “outra classificação” e não informou qual, o que identificou a necessidade de deixar isso mais claro. Nas perguntas sobre a porcentagem de pedidos atendidos diretamente pelo estoque e a pontualidade de entrega, respondeu “não se aplica” para ambas, o que mostra uma provável falta de compreensão da questão, uma vez que na pergunta sobre as atividades de PCP, afirmou que a mais importante é a previsão de demanda.

Por fim, o respondente 3 não respondeu sobre a cobertura aproximada dos estoques de matéria-prima e produto acabado, por variar muito. Também foi identificada a necessidade de inclusão de algumas “instruções”, como “marque com um ‘x’ a alternativa que melhor se encaixa à sua realidade” e “assinale apenas uma resposta”. O respondente sugeriu maior clareza para a parte de classificação das vendas (porcentagem destinada a montadoras, exportação etc), pois ficou em dúvida se devia assinalar a parcela das vendas destinadas a montadoras no exterior ou mercado interno. Esta dúvida ficou mais evidente ao comparar a pergunta sobre a posição ocupada na cadeia com a pergunta sobre o destino das vendas (na primeira o respondente declarou ser fornecedor nível 1, mas na seguinte assinalou 70% das vendas destinadas à exportação). A pergunta sobre a lógica de programação mais

adequada para descrever as práticas da empresa também não pareceu clara, pois o respondente declarou “conforme o cliente quer”.

Todos os comentários do questionário piloto foram agregados na versão final, que estava pronta em novembro de 2004. Porém, para evitar os problemas de falta de tempo disponível que em geral acompanham os finais de ano (férias coletivas, festas e acúmulo de trabalho), o questionário foi enviado e acompanhado entre os meses de janeiro e abril de 2005. A carta de convite é apresentada no Anexo B.

5.2 Caracterização da amostra

Para a aplicação do questionário, procurou-se a aproximação com uma entidade que representasse a maioria das empresas do setor automobilístico, de modo a obter o maior número de respondentes possível. Para tanto, foi realizado um contato com o Sindipeças, que se mostrou interessado com a pesquisa, porém alegou falta de tempo e recurso para administrar o envio e controle do questionário entre as empresas filiadas.

Após esta tentativa, procurou-se aplicar o *survey* com as mesmas empresas que responderam o questionário da pesquisa realizada por Salerno; Marx; Zilbovicius (2003), que obtiveram 224 respostas para realizar o “censo automotivo brasileiro”. Desta forma, imaginava-se que as chances de retorno poderiam ser maiores, pois tais empresas já haviam participado de um *survey* anteriormente.

Para esta amostragem, foram excluídos os grandes fornecedores de matéria-prima na base da cadeia (fabricantes de vidro, pneus, tintas, aço, plásticos em geral...), fabricantes de materiais auxiliares (borracha, combustíveis, lubrificantes...) e empresas de serviço, pois se acredita que tais empresas, apesar de fornecerem direta ou indiretamente para as montadoras, não se caracterizam como empresas exclusivas do setor automotivo propriamente dito.

Assim, foram feitos contatos telefônicos e via *e mail*, objetivando alcançar o profissional de Logística ou PCP, solicitando a participação na pesquisa. Os contatos com as empresas, envios, controle e *follow up* do questionário foram realizados pelo autor. A Tabela 5.1

resume o perfil da amostra e da porcentagem de retorno dos questionários. Cabe aqui uma crítica com relação aos motivos de “não repostas”, pois, das empresas que o autor contactou que não responderam o *survey*, algumas alegaram que: “a empresa não permite divulgar informações solicitadas” (7 casos) e outras: “não temos tempo” (3 casos). As demais empresas que não responderam não retornaram explicando o por quê. Acredita-se que fatores como tamanho do questionário e falta de alcance da pessoa certa dentro da empresa sejam fatores que justifiquem a porcentagem de retorno obtida.

Tabela 5.1 – Empresas participantes da amostra

Total enviado	Respostas	Retorno %
220	46	21%

A amostra é composta de 44 empresas fornecedoras do setor automotivo (vide Anexo C para detalhes) e 2 montadoras. O problema ao se analisar a representatividade da amostra se refere à inferência do tamanho da população. Não se sabe exatamente quantas empresas ativas compõem a cadeia automotiva, seu faturamento e o número de empregados. Contudo, os dados divulgados pelo Sindipeças (2005) permitem boa aproximação e, por isso, são usados nesta pesquisa como referência para os fins de estimar a população dos fornecedores da cadeia e comparar com os resultados obtidos. Assim, o número de respondentes da amostra representa cerca de 10% das empresas filiadas ao Sindipeças e a mão-de-obra empregada da amostra (excluindo as duas montadoras) totaliza 27000 funcionários, o que equivale a 14,4% do número total de empregados das empresas filiadas à entidade.

A abrangência da amostra pode ser destacada pela Figura 5.1, que mostra a variedade de produtos do segmento automobilístico que as empresas participantes da amostra produzem. Esta classificação por famílias de produtos fabricados é a mesma utilizada pelo Sindipeças.

A Figura 5.2 ilustra a distribuição das empresas respondentes no que se refere à posição

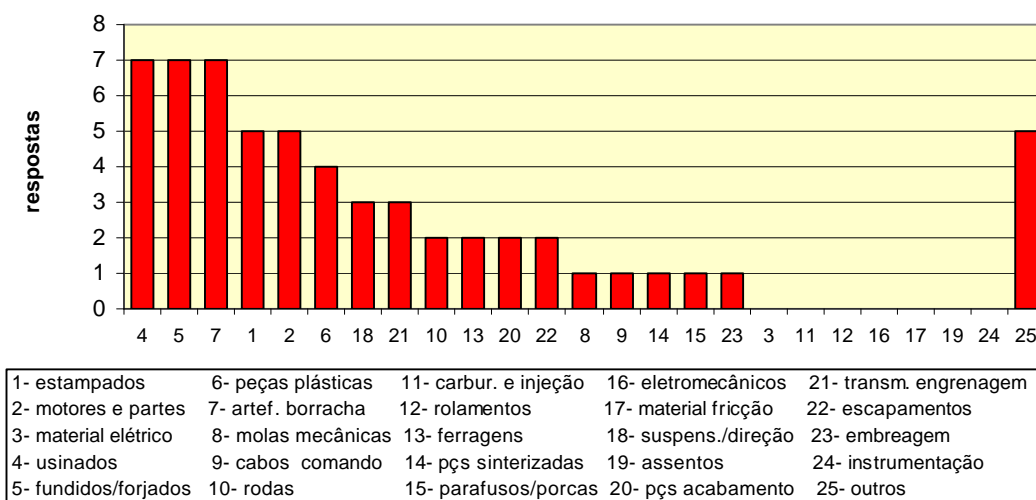


Figura 5.1 - Distribuição de família de produtos produzidos

predominante (declarada) na cadeia de suprimentos. Esta proporção aponta para uma concentração maior de respostas no nível 1 (50%) e, por isso, para uma melhor comparação entre níveis de fornecimento na cadeia automotiva, a análise posterior dos dados obtidos é feita agrupando as respostas dos níveis 2 e 3 (que juntos somam 28% da amostra), de modo a comparar com as respostas do nível 1. As respostas do segmento exportação e mercado de reposição não são levadas em consideração na comparação entre níveis por se entender que neste elo a dinâmica seja diferenciada em relação aos fornecedores diretos e indiretos e, portanto, o estudo comparativo leva em consideração os dados do nível 1 e nível 2/3 (agrupados).

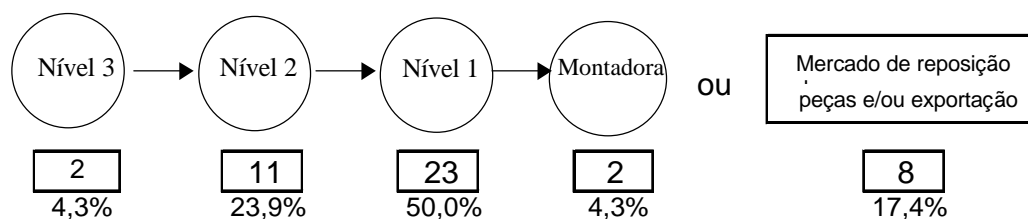


Figura 5.2 - Distribuição da amostra conforme posição predominante na cadeia

A divisão por faturamento, conforme Figura 5.3, permite verificar que o porte das empresas pesquisadas também é bastante variado. A amostra é bem dividida e, portanto é composta de fornecedores de diversos portes. A figura também mostra que o nível 1 da amostra é caracterizado pela concentração de empresas de médio e grande porte (a porcentagem de faturamento superior a R\$ 10 milhões é de 91%) e nas de nível 2/3 a concentração é de empresas com faturamento até R\$ 10 milhões (46%), o que sugere que neste nível as empresas sejam de menor porte que o nível 1.

Esta primeira parte da apresentação dos resultados permitiu as seguintes considerações a respeito da amostra pesquisada:

- o número de empresas pesquisadas representa 10% das empresas filiadas ao Sindipeças;
- o número de funcionários empregados representa 14,4% do número do Sindipeças;
- foram identificadas empresas fabricantes de 15 famílias diferentes de produtos produzidos, de acordo com a relação de 24 classes do Sindipeças.

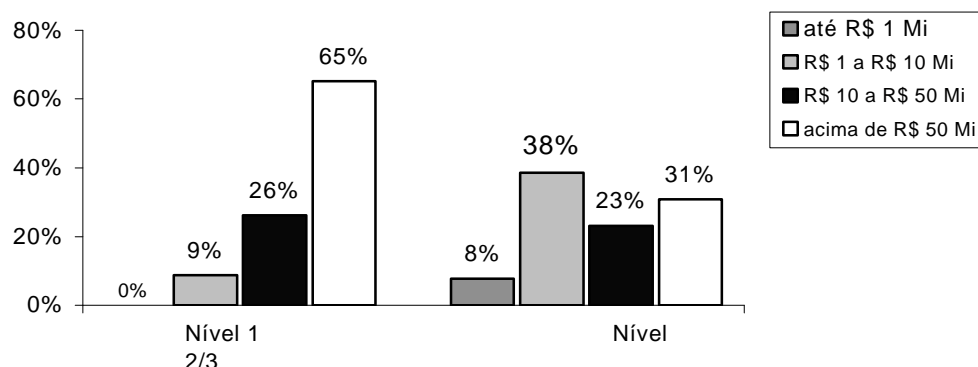


Figura 5.3 - Faturamento por posicionamento na cadeia

Tais argumentos permitem afirmar que a amostra é representativa e, portanto, irá auxiliar a entender as práticas de planejamento das empresas do segmento automotivo e permitir a verificação das hipóteses de pesquisa.

A seguir são apresentados os resultados da pesquisa, divididos em quatro partes, conforme a subdivisão do questionário: previsão de demanda, programação da produção, gestão de estoques e informações gerais sobre a avaliação do PCP. O capítulo é finalizado com uma síntese dos resultados obtidos.

5.3 Previsão de demanda

A primeira pergunta do bloco revelou que 76% das empresas pesquisadas declararam que utilizam alguma técnica de previsão de demanda de forma sistemática. Do total de respondentes, cerca de 63% (29 empresas) responderam que fazem com frequência de uma vez ao mês (no mínimo). Já o horizonte da previsão é maior ou igual a um mês para 70% delas (vide Figura 5.4 e 5.5 para detalhes).

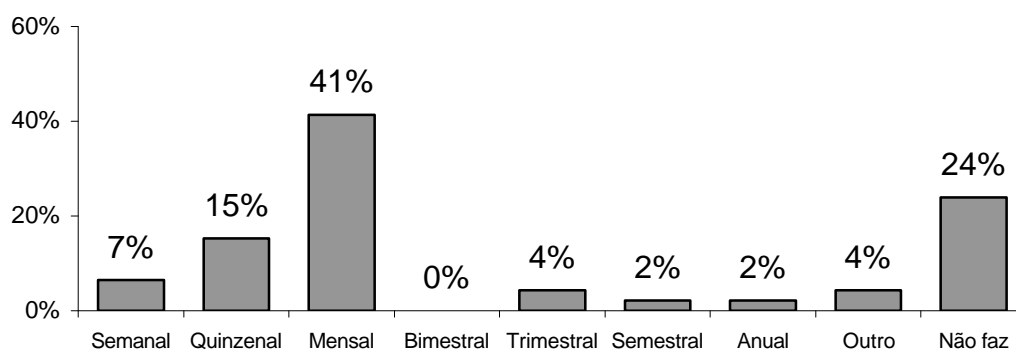


Figura 5.4 - Frequência das previsões de demanda

Ainda na primeira pergunta, havia uma questão aberta sobre por quê a empresa respondente faz ou não previsão de demanda. Dentre as 13 empresas que declararam que não fazem, 8 preencheram a questão aberta. Os principais comentários foram:

- “não faz porque a produção é programada contra pedido” (5 respostas)
- “desconhecimento da técnica ou simplesmente não acredita na eficácia” (3 respostas).

Já dentre as 33 empresas que responderam que fazem previsão, as razões mais comentadas foram:

- “regular a capacidade / definir investimentos” (11 respostas)

- “comprar matéria-prima e negociar com fornecedores” (6 respostas)
- “realizar a programação da produção/ a produção é MTS” (4 respostas).

Tais resultados mostram que os fornecedores se preocupam com previsão de demanda mesmo em ambientes MTO e a utilizam basicamente para definir os investimentos sobre aumento de capacidade, como por exemplo, a contratação ou dispensa de mão-de-obra e, em menor grau, para programar a produção e adquirir matéria-prima.

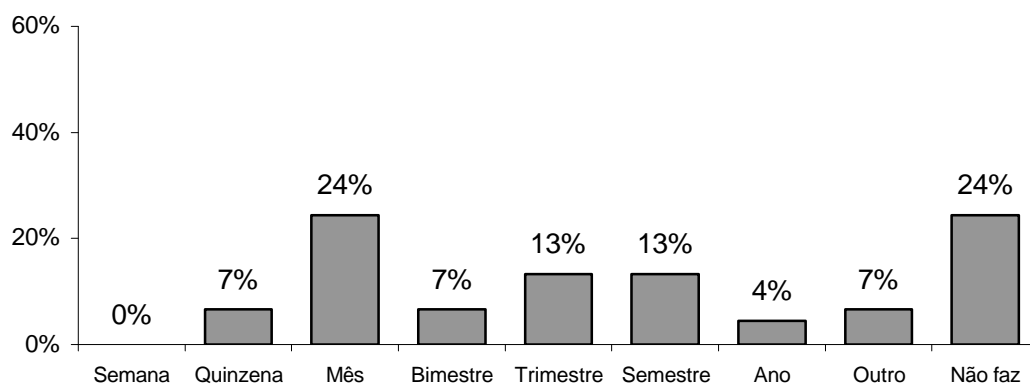


Figura 5.5 - Horizonte das previsões de demanda

A Figura 5.5 sugere que as empresas do setor pesquisado realizam previsão de demanda com uma visão de médio prazo, raramente menor do que um mês ou maior que um semestre. Pela Figura 5.4, foi observado que cerca de 30% das previsões de demanda são realizadas com frequência menor do que um mês, o que poderia ser considerado uma prática desnecessária, uma vez que o ambiente é, na maior parte dos casos relatados, MTO – vide Figura 5.6 – e, nestes casos, a previsão de demanda se torna especialmente útil para o gerenciamento da capacidade a médio prazo, não precisaria ser realizada com uma frequência tão curta.

Outro ponto abordado foi sobre quais os métodos usados pelas empresas que fazem previsões, no intuito de verificar o grau de sofisticação neste quesito. Os resultados são apresentados na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 Métodos de previsão de demanda utilizados

	n° SIM's	%
Média móvel	15	34
Métodos qualitativos (consenso de especialistas)	14	31
Suavização exponencial	10	22
Projeção com auto correlação (ARIMA)	1	2
Regressão linear	0	0
Outro método:	5	11
Respondentes: 35		

Os resultados indicam baixo grau de sofisticação dos métodos usados, pois os mais citados foram a média móvel e os métodos qualitativos que, embora também possam resultar em boas alternativas e produzirem saídas adequadas, são métodos relativamente simples. Questionados se o erro de previsão é aceitável, foram obtidas 30 respostas, sendo que 77% afirmaram que o erro é aceitável, 16% não sabem e somente 7% acham que o erro não é aceitável.

A Tabela 5.3 é uma comparação entre os níveis 1 e 2/3 e mostra uma preocupação com previsão de demanda muito mais acentuada no nível 1 do que no nível 2/3, evidenciando uma melhor prática neste quesito no nível próximo às montadoras.

Tabela 5.3 – Previsão de demanda de forma sistemática por nível

	Total empresas	n° sim	% sim
Nível 1	23	22	96%
Nível 2/3	13	7	54%

5.4 Programação da produção

A primeira pergunta deste bloco refere-se à classificação do fluxo de produção que

caracteriza o planejamento da produção dos fornecedores pesquisados. O resultado é apresentado na Figura 5.6.

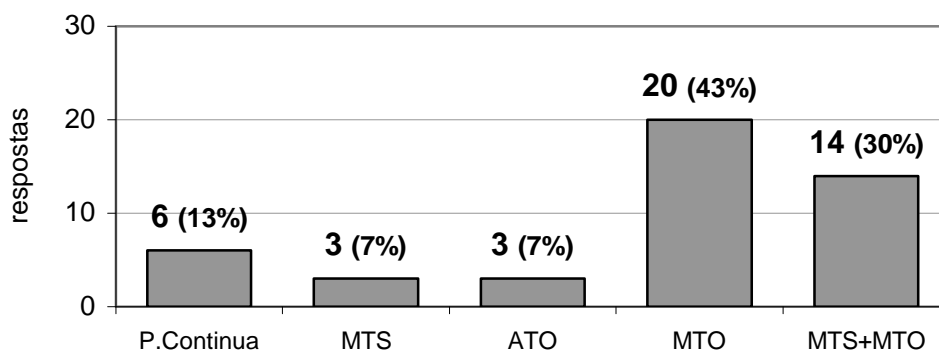


Figura 5.6 - Fluxo de produção

Pela análise da Figura 5.6, nota-se que a grande maioria das empresas deste segmento opta por se orientar pela carteira de pedidos, com uma parcela da programação voltada para a formação de estoques, caracterizando o híbrido entre MTS e MTO. Tal observação poderia evidenciar um *gap* entre teoria e prática, uma vez que a literatura em geral não trata fluxos híbridos.

No quesito qual a teoria que mais se adapta para descrever a lógica da programação da produção, a alternativa mais citada (36 empresas responderam esta pergunta) foi o MRP II (58%), seguido pelo OPT (25%), conforme a Figura 5.7. O JIT ficou em terceiro, com apenas 14% de apontamentos. Tal constatação sugere que, apesar das evidências de práticas *just in time* encontradas em pesquisas recentes, como Roldan; Miyake (2003), as empresas do segmento adotam o modelo MRP II como sistema para o planejamento da produção. As próprias montadoras que responderam ao questionário declararam que fazem uso desta ferramenta (uma delas citou a coexistência do MRP II com o JIT). Dentre as empresas que responderam que fazem o uso dos conceitos JIT (quatro ao todo, excluindo a montadora) como ferramenta para o planejamento e programação da produção, apenas uma é do nível 1.

Uma falha observada após o início da aplicação do questionário foi a falta de inclusão de sistemas híbridos (MRP II + JIT, MRP II + OPT) como alternativa, pois tais sistemas são

citados em literatura (vide capítulo 2) e não foram incluídos no questionário.

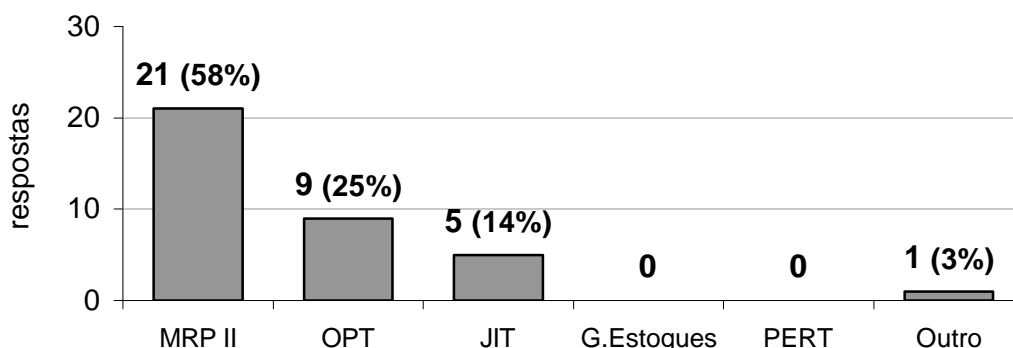


Figura 5.7 - Lógica para programação

Uma observação interessante foi a elevada citação da técnica OPT. Cerca de 25% das empresas pesquisadas responderam que utilizam tal técnica, o que mostra a variabilidade das técnicas de programação usadas. Das nove empresas que responderam que usam o OPT, cinco pertencem ao nível 1, três ao nível 2/3 e uma ao segmento reposição/exportação. Os resultados levam a crer que não há uniformidade na escolha das ferramentas de programação entre os fornecedores do segmento automobilístico, mas verifica-se uma tendência dominante para a adoção do MRP II.

A constatação anterior é melhor evidenciada ao analisar as respostas para os *softwares* mais usados para a programação da produção e sua adequação, resumidos na Tabela 5.4.

Um ponto a ser ressaltado é que os *softwares* citados, com exceção das empresas que empregam o OPT (que faz o seqüenciamento pelo recurso gargalo), não são de programação de produção propriamente dito – *scheduling*, ou seja, não considera qual máquina irá produzir determinada ordem de fabricação e o seqüenciamento máquina por máquina. Tal constatação sugere que os fornecedores não fazem *scheduling* utilizando técnicas computacionais, delegando as decisões sobre onde (qual máquina) e em qual seqüência produzir as ordens de fabricação para o nível da supervisão de fábrica. Porém, para uma afirmação mais exata, esta questão merece ser mais aprofundada em estudos futuros.

Tabela 5.4 - Softwares mais usados para programação da produção

	Nº usuários	%
Solução própria	7	23%
Datasul	4	13%
SAP	4	13%
Oracle	2	7%
Microssiga	2	7%
MFG Pro	2	7%
Logix	2	7%
Outros	7	23%
Total respostas	30	

Outro ponto que vale ressaltar é que, das 30 empresas que responderam este tópico, 23% utilizam uma solução própria. E mais contundente ainda é a presença de 20 tipos diferentes de *software* (considerando a “solução interna” com um *software* específico). Tal abrangência pode gerar uma dificuldade grande caso se opte por troca eletrônica de informação, uma vez que cada caso de relação direta cliente-fornecedor de comunicação irá gerar a necessidade de se realizar uma troca automática entre dois padrões diferentes de *software*; multiplica-se pelo número de fornecedores e clientes de cada empresa e a complexidade aumenta sobremaneira.

A Figura 5.8 mostra o horizonte de programação das empresas pesquisadas, em que se observa que 41% possuem um horizonte de curtíssimo prazo, o que exige muita coordenação com a área de Vendas e alta flexibilidade fabril. Pois a programação pode sofrer alteração a qualquer momento e assim se tornar uma tarefa difícil de ser realizada com eficácia, pois, em geral, os fornecedores reclamam das alterações repentinas dos pedidos colocados pelos clientes (vide Tabela 5.9), a capacidade é limitada (50% dos respondentes operam com mais de 80% de ocupação da capacidade) e a maioria das empresas declarou direcionar a programação da produção através da carteira de pedidos (73%).

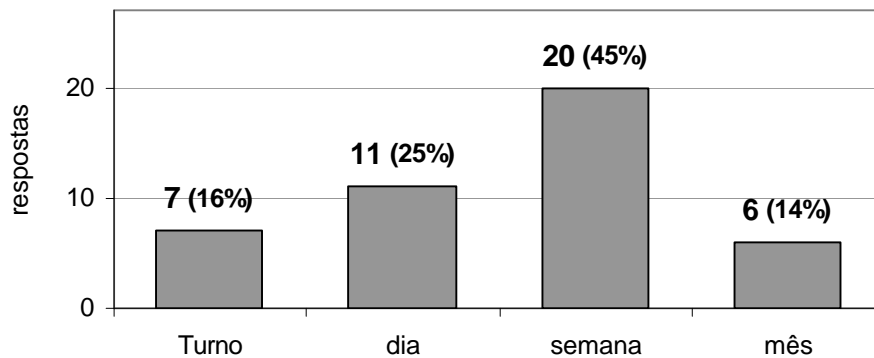


Figura 5.8 - Horizonte da programação

Em seguida, foi questionado qual o grau de importância das informações recebidas para a programação da produção e os resultados são mostrados na Figura 5.9.

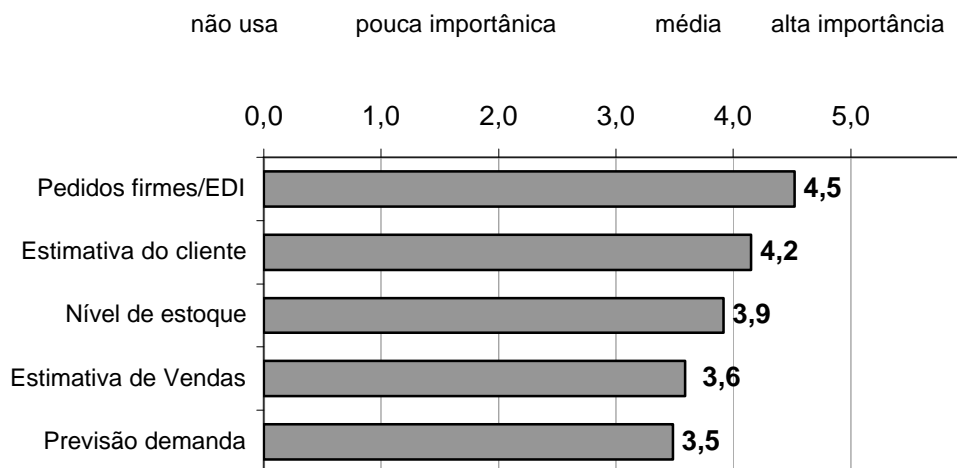


Figura 5.9 - Grau de importância das informações

A análise da Figura 5.9 indica que os fornecedores do segmento automobilístico programam a produção essencialmente com base na carteira de pedidos, o que está coerente com a Figura 5.6. Por outro lado, a menor pontuação foi a previsão de demanda, o que mostra uma inconsistência com relação à porcentagem de fornecedores que responderam realizar a programação de produção para estoques (57%), isto é, pelo resultado da Figura 5.6, era de se esperar que a previsão de demanda obtivesse uma

avaliação mais elevada quanto à sua importância.

A Figura 5.10, sobre as práticas de colaboração das empresas pesquisadas com seus fornecedores e em seguida com seus clientes, revela dados equivalentes. O valor encontrado causou certa surpresa, uma vez que aparece na classificação como média para alta colaboração (nota 3,7 na escala de Likert). Tais valores sugerem que existe uma boa colaboração entre fornecedores e clientes de um modo geral. Porém, esta resposta pode carregar um desvio de interpretação sobre o conceito de colaboração. Seria necessário avaliar se a pessoa respondente entende o conceito conforme Barrat; Oliveira (2001), Smaros *et al.* (2003), que salientam que a colaboração ocorre quando duas ou mais empresas realizam um planejamento conjunto e trocam informações de modo a obterem o melhor desempenho para atender à demanda do cliente final. Ou se apenas há colaboração no sentido de se antecipar à demanda, com informação sobre provável inclusão de pedidos, contratos firmados, contactos telefônicos e visitas.

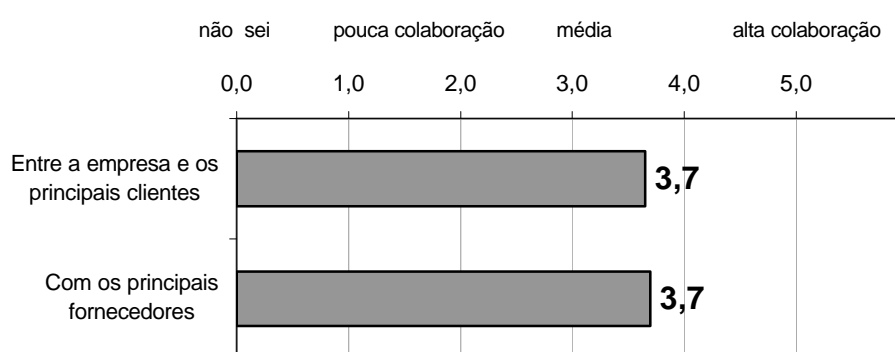


Figura 5.10 - Práticas de colaboração

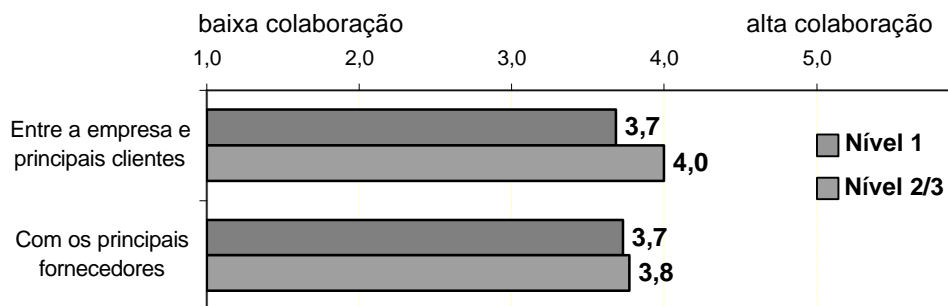


Figura 5.11 - Práticas de colaboração por nível

Para complementar a informação sobre de práticas de colaboração, foi realizada uma análise segmentada por nível de fornecimento. Os resultados apontam para um desempenho ligeiramente melhor no nível 2/3 que no 1 (Figura 5.11), na opinião das pessoas que responderam o questionário.

Outro ponto questionado foi a forma pela qual as empresas participantes da amostra trocam informação com seus clientes e fornecedores, o resultado está representado na Figura 5.12. Verifica-se uma parcela significativa de troca de informações via *Eletronic Data Information* (EDI) na comunicação com clientes, muito superior à participação na troca de dados com os fornecedores, o que fica evidenciado pela comparação entre os dois níveis de fornecimento considerados.

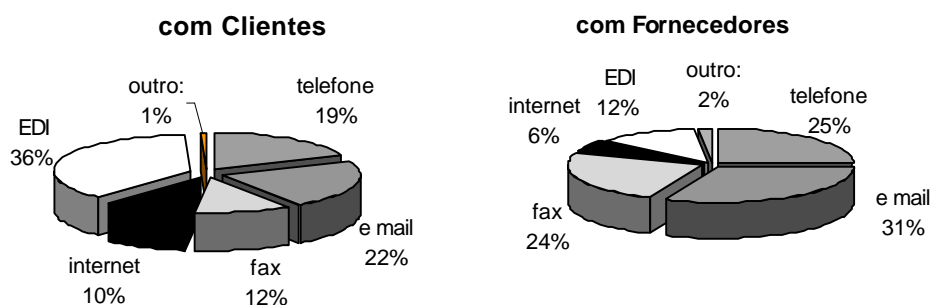


Figura 5.12 - Troca de informações

Pela análise da Figura 5.13 e também pelo fato das montadoras que responderam o questionário declararem que utilizam o EDI em quase 100% dos pedidos de compras (média de 90% entre as duas que responderam), a utilização desta ferramenta parece ser uma imposição da própria montadora e não uma opção dos fornecedores de nível 1, já que a parcela de uso de EDI fica em torno de 13% na comunicação nível 1 com nível 2.

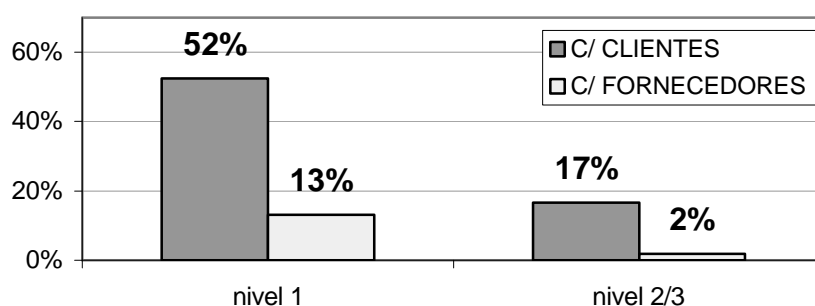


Figura 5.13 - Utilização de EDI (por nível)

A fim de se testar a percepção dos fornecedores da amostra quanto à melhoria do nível de informação, foi feita uma pergunta aberta (“como melhorar o nível de informação para o PCP?”). Das 21 empresas que responderam (Tabela 5.5), os itens mais citados foram o sistema de informação e a variação dos pedidos dos clientes. Tal observação mostra uma oportunidade para melhoria no quesito tecnologia de informação e descortina o problema de variabilidade da demanda a partir do elo mais forte da cadeia (a montadora).

Tabela 5.5 – Como melhorar o nível de informação para o PCP na visão dos respondentes

	respostas	%
Sistema de tecnologia de informação interno mais eficaz	7	33%
Congelamento da programação dos clientes	5	24%
Integração clientes / fornecedores	3	14%
Maior prazo de entrega	3	14%
Melhorar a comunicação com outras áreas, como Vendas e Marketing	2	10%
Implantação de ferramentas da qualidade, como o APQP	1	5%
TOTAL RESPOSTAS	21	

5.5 Gestão de estoques

Neste bloco, o objetivo é investigar as práticas de reposição de estoque tanto de matéria-prima quanto de produto acabado. A Figura 5.14 resume quais as ferramentas usadas para reposição de estoques pelas empresas da amostra. Das 44 respostas obtidas, percebe-se que há uma preocupação em utilizar alguma ferramenta para reposição de estoques, tanto para reposição de produto acabado (82% afirmam que utilizam) quanto para matéria-prima (93%).

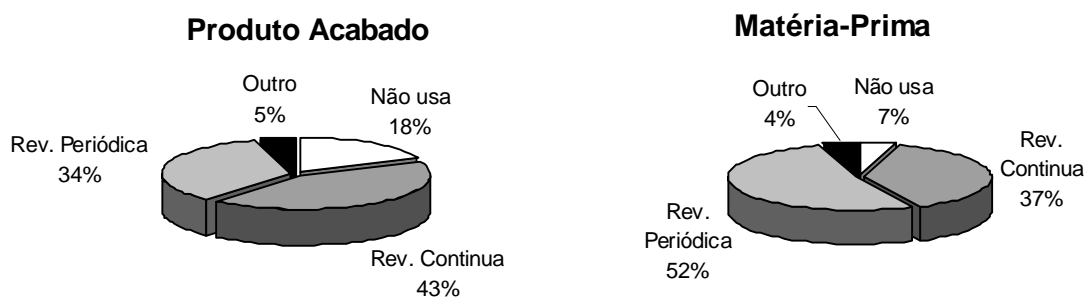


Figura 5.14 - Ferramentas de gestão de estoques

Tais resultados sugerem que os modelos de PCP adotados pelas empresas pesquisadas não resolvem todos os problemas para reposição de estoques. Na prática, torna-se importante adotar modelos que permitam a empresa decidir melhor o quê produzir e comprar, de modo a proporcionar elevado nível de serviço a seus clientes. Porém, para esta pergunta haveria de se refazer a análise, pois foi observado (Figura 5.6) que cerca de 73% da amostra é MTO (sendo 43% predominantemente MTO), o que estaria em desacordo com a figura 5.14 para produto acabado. Provavelmente, as empresas que se declararam MTO e que utilizam modelos de reposição de estoques possuem uma prática de análise não sistemática, ao invés da utilização de um modelo clássico de estoque, propriamente dito.

A Tabela 5.6 descreve o nível de estoque carregado pelas empresas pesquisadas. O resultado sugere que as empresas carregam mais estoque de matéria-prima do que de produto acabado. Porém, deve-se destacar que há estoque na cadeia e que o valor de dias de estoque é maior para matéria-prima do que produto acabado.

Tabela 5.6 – Cobertura de estoques

	menor valor	mediana	maior valor
Pelo estoque de produto acabado	2	5	60
Pelo estoque de matéria-prima	3	15	90
Respostas = 33			

(número de dias úteis de estoque)

Ao se comparar o nível 1 com o nível 2/3, a Tabela 5.7 indica que há um ligeiro aumento no número de dias de estoque de produto acabado no nível 2/3 (3 dias de estoque a mais que o nível 1). Tais resultados sugerem que pode haver menor coordenação com o cliente entre os níveis 2 e 1, e que o atendimento proporcionado pelo nível 2 para os requisitos do cliente por prazos curtos e pontualidade de entrega é feito através da manutenção de estoques. Porém não são conclusivos, dada a diferença muito pequena entre os resultados dos dois níveis.

Tabela 5.7- Cobertura oferecida pelo estoque por nível

	Nível 1			Nível 2/3		
	menor valor	mediana	maior valor	menor valor	mediana	maior valor
Produto Acabado	2	5	30	2	8	16
Matéria - Prima	3	15	30	3	15	30

Respostas = 18 (nível 1) e 8 (nível 2/3)

(número de dias úteis de estoque)

Outro *driver* importante para se medir o desempenho do PCP, além do volume de estoque, é a pontualidade de entrega. Os resultados são mostrados na Tabela 5.8, que aponta um empate na comparação entre os níveis 1 e 2/3, isto é, os níveis têm desempenho similar, pelos resultados do questionário.

Tabela 5.8 – Pontualidade de entrega – por nível

	menor valor	mediana	maior valor
Nível 1	70	95	100
Nível 2/3	70	95	100

Respostas = 18 (nível 1) e 8 (nível 2/3)

Um fator importante para o planejamento da produção e reposição de estoques se refere à acuracidade dos registros. A Figura 5.15 mostra as respostas fornecidas pelos respondentes e revela um índice baixo de acuracidade. A coleta de dados revelou que 17% dos respondentes possuem nível de acuracidade de estoque de matéria-prima abaixo de 80%. Para níveis acima de 95%, a porcentagem de respondentes é de 61%. Com relação a produto acabado, apenas 67% dos entrevistados declararam que possuem mais de 95% de acuracidade. Esta constatação revela um problema potencial que os fornecedores enfrentam ao deparar com índices baixos de acuracidade, especialmente na aquisição de matéria-prima, uma vez que o fornecedor pode ser surpreendido com a falta de um item

no momento da fabricação de um produto, gerando atrasos de atendimento e a inclusão de ordens urgentes para seus fornecedores.

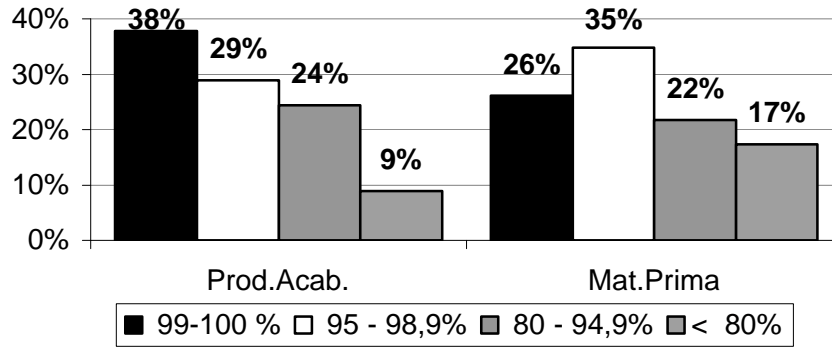


Figura 5.15 - Acuracidade dos registros de estoque

Para complementar esta informação, foi realizada uma análise por nível de fornecimento com relação à acuracidade dos registros de produto acabado e os resultados apresentados na Figura 5.16. Tal corte se julgou eficaz para análise, pois permite uma comparação entre os níveis neste quesito. Os dados sugerem um problema maior no nível 2/3, já que a porcentagem que declarou registros iguais ou acima de 99% de acuracidade é menor neste nível do que no nível 1. Mas há que se fazer uma ressalva de que, em ambos os níveis, há problemas de acuracidade.

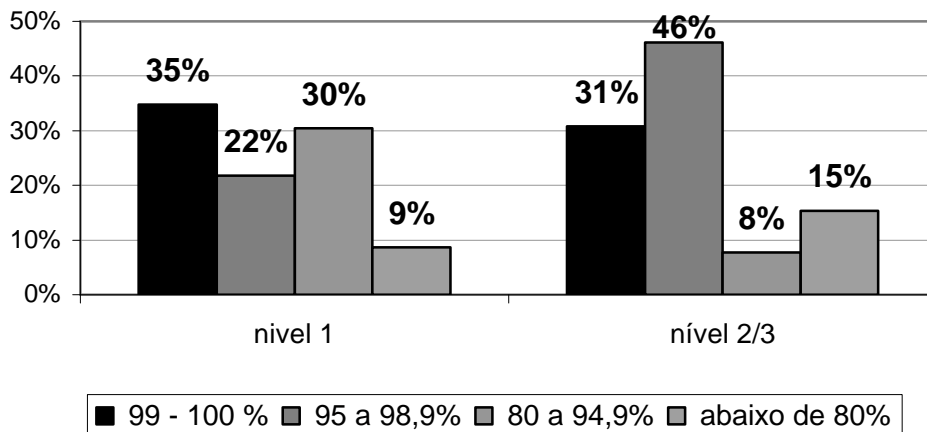


Figura 5.16 - Acuracidade estoque de produto acabado por nível

nostra as
 nível de
 n empate
 e nível 1
 vestir em
 ra evitar
 17% dos
 portanto,

5.6 Informações complementares sobre o PCP

A Tabela 5.9 mostra a distribuição da formação acadêmica do principal responsável pelas atividades de PCP. Ela revela que 93% possuem curso superior, sendo 80% deste total com formação na área de engenharia ou administração. Esta constatação leva a crer que há conhecimento técnico nas empresas analisadas, o que certamente possibilita desenvolver e aprimorar o sistema de PCP.

Tabela 5.9 - Formação acadêmica do principal responsável pelas atividades de PCP

	respostas	%
Segundo grau	3	7%
Superior	21	48%
Superior com especialização	15	34%
Superior com mestrado ou doutorado	3	7%

A Figura 5.18 estabelece um *ranking* para as atividades de PCP consideradas mais importantes para os respondentes. A atividade número 1 é a programação da produção, seguida pela previsão de demanda. As atividades menos votadas são o controle de estoque de produto acabado e controle da produção.

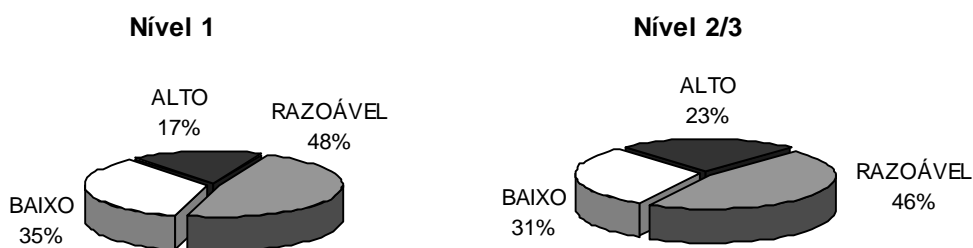


Figura 5.17 - Opinião sobre o nível de estoque

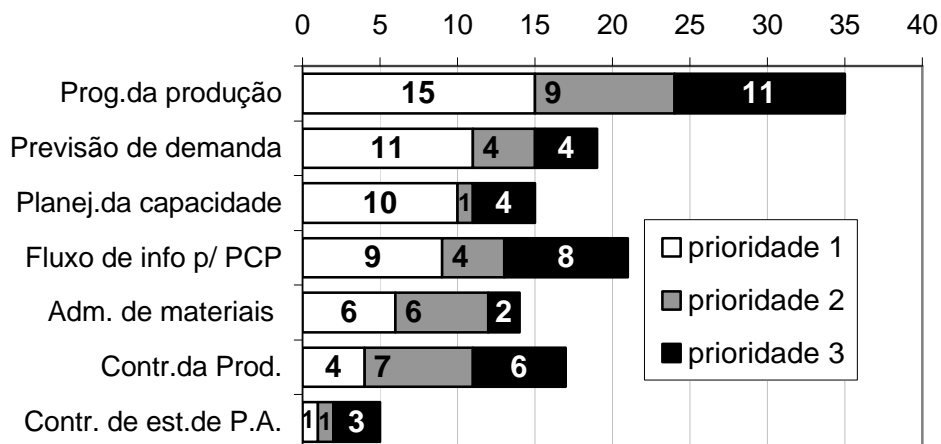


Figura 5.18 - Atividades de PCP em ordem de importância

Por fim, a Tabela 5.10 tabula as respostas para a pergunta aberta: “quais os principais problemas enfrentados pelo PCP”. Elas foram divididas por nível 1, nível 2/3 e uma coluna “toda amostra”, que agrega as respostas de todas as empresas da amostra que responderam a pergunta. A tabulação e o agrupamento foram realizados posteriormente pelo autor. Os problemas mais citados foram: “alteração freqüente do programa do cliente” e “falta de confiança no fornecedor”, apesar de que o segundo problema é citado por apenas 9% dos fornecedores de nível 2/3.

Com o objetivo de completar este tópico, que relaciona a alteração constante dos pedidos colocados pelos clientes como principal problema, o questionário foi enviado para duas grandes montadoras e uma entrevista por telefone foi conduzida com o gerente de PCP de uma delas. Especificamente sobre este tópico, o gerente da montadora entrevistada declarou que constantemente se vê obrigado a modificar a programação da linha de montagem, exigindo que os outros fornecedores se adequem no menor período possível. Um dos motivos que o levam a tomar a decisão por alterar a programação se refere ao fato de que é comum haver algum tipo de negociação “difícil” com um fornecedor importante, que por sua vez “deixa de entregar” propositalmente, de modo a exercer pressão na negociação. Esta falta gera um desequilíbrio no abastecimento da linha de montagem, obrigando a alterar a programação, o que provoca a alteração de pedidos para vários outros fornecedores. Vale ressaltar que, no quesito “problemas enfrentados pelos PCP’s” do

questionário, a montadora entrevistada destacou como um dos problemas a baixa flexibilidade dos fornecedores em acompanharem as variações de demanda e os fornecedores, por sua vez, destacaram a alteração constante dos pedidos de venda, gerando uma relação conflitante entre as partes.

Tabela 5.10. Principais problemas enfrentados pelo PCP - por nível

	NÍVEL 1	NÍVEL 2/3	AMOSTRA
Alteração freqüente do programa do cliente	78%	64%	69%
Falta de confiabilidade de entrega de matéria-prima	61%	9%	40%
Sistema de informação ineficiente	17%	18%	17%
Baixa acuracidade dos registros de estoque	13%	27%	17%
Atraso de produção/quebra de máquinas	22%	9%	14%
Aumento repentino da demanda	13%	9%	14%
Treinamento profissional do pessoal de PCP	4%	9%	10%
Dificuldade de estabelecimento de parâmetros para o MRP	4%	9%	10%
Dificuldade de administração de itens importados	13%	0%	7%
Dificuldade de avaliar capacidade de produção	9%	9%	7%
Dificuldade de administração de alto mix de produtos	4%	9%	7%
Lotes impostos por fornecedores	0%	9%	5%
Dificuldade para formação de lotes de produção	0%	9%	2%
Outros problemas	13%	18%	14%

% de empresas que apontaram o problema

Nota: a coluna "Amostra" se refere aos resultados do nível 1, 2/3, mercado de peças de reposição e exportação

Para finalizar este capítulo, na Tabela 5.11 apresenta-se um resumo com os principais resultados relatados, de modo a facilitar a visualização do resumo da parte de levantamento dos dados através do questionário.

Tabela 5.11 – Síntese dos dados quantitativos da pesquisa

Tópicos	Amostra toda	Nível 1	Nível 2/3
Previsão de demanda	- 76% utilizam técnica de forma sistemática - visão de médio / longo prazo OBJETIVOS: - definir investimentos/capacidade - negociar com fornecedores	96% de utilização sistemática	54% de utilização sistemática
Programação da Produção	MRP II = 58% OPT = 25% JIT = 14%	MRP II = 68% OPT = 26% JIT = 4 %	MRP II = 60% OPT = 30% JIT = 10%
Fluxo da produção			
MTO	43%	26%	77%
MTS	7%	9%	0%
MTO + MTS	30%	39%	23%
Produção contínua	13%	13%	0%
ATO	7%	0%	0%
Softwares usados pelo PCP	20 tipos diferentes 23% utilizam solução própria		
Grau de colaboração	Considerado moderado grau de colaboração com clientes e fornecedores, na média		
Cobertura de estoque		MP = 15 dias PA = 5 dias	MP = 15 dias PA = 8 dias
Nível de estoque	20% consideram alto	17% consideram alto	23% consideram alto
Acurácia Pontualidade de entrega Mediana	Prod.Acabado: 31% = menos que 95% acuracidade 95% Matéria - prima: 39% = menos que 95% acuracidade	95%	95%
Atividades mais importantes para PCP	- programação da produção - previsão de demanda		
Atividades menos críticas para PCP	- controle da produção - controle de estoque		
Principais problemas enfrentados pelo PCP	1) alteração freqüente de programação dos clientes 2) falta de confiabilidade de entrega de MP 3) sistema de informação pouco eficiente 4) baixa acuracidade dos registro de estoque		
Avaliação sobre a atuação do PCP (nota de 0 a 5)	3,8	3,8	3,5

Nota: a coluna "Amostra" se refere aos resultados do nível 1, 2/3, mercado de peças de reposição e exportação

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÃO

Como fechamento deste trabalho, é feita uma análise das questões de pesquisa, apresentadas no capítulo 1 e das hipóteses, formuladas no capítulo 4, à luz dos resultados apresentados no capítulo 5. Em seguida, apresenta-se um resumo das conclusões e recomendações.

6.1 Análise das questões e hipóteses de pesquisa

Questão 1 - “Quais os desdobramentos da adoção da lógica *just in time* pelas montadoras, do ponto de vista das práticas de reposição de estoques e planejamento da produção à montante da cadeia de suprimentos?”

Conforme foi enfatizado na revisão bibliográfica, a lógica *just in time* é caracterizada pelo trabalho com estoque reduzido e entregas nos instantes e quantidades corretos. O reflexo para os fornecedores da adoção de práticas JIT por parte das montadoras no Brasil foi estudado por Miranda (2000), que salientou que “não existe JIT ao longo da cadeia automobilística, unicamente os estoques foram transferidos para fornecedores e sub-fornecedores”. O presente estudo revelou que as empresas ao longo da cadeia mantêm estoques de produto acabado, o que fornece certa segurança para atendimento de pedidos.

Quanto ao estoque de matéria-prima, foi observado que os fornecedores de primeira e segunda camada mantêm alto nível de estoque (15 dias, vide tabela 5.7), comparativamente ao estoque de produto acabado. Tal observação sugere falta de coordenação entre os elos 1 e 2 pois, se de um lado o nível 1 não confia integralmente no seu fornecedor direto e mantém estoque de matéria-prima e componentes alto, do outro, o nível 2 resolve o problema de atendimento imediato e alteração repentina de programação do cliente através dos estoques de produto acabado. Assim, os resultados levam a concluir que há um desalinhamento com o pressuposto de troca de informações e integração de atividades e processos para gestão da cadeia de suprimentos, como argumentam Alves Filho *et al.* (2004).

Pelas observações apresentadas, conclui-se que a adoção do JIT pelas montadoras não se

propaga para os fornecedores ao longo da cadeia. Soma-se a isso o fato de que, do ponto de vista do planejamento da produção, as técnicas de *just in time* quase não foram citadas como prática adotada pelos respondentes.

Questão 2 - “Qual a diferença entre os fornecedores de diferentes níveis da cadeia, no que se refere às práticas e problemas de PCP?”

Quanto aos modelos de apoio à decisão adotados pelos fornecedores nível 1 e 2/3, foi observado que grande parte adota o MRP II como ferramenta de PCP, evidenciando sua maior facilidade de aplicação e popularidade entre as empresas (13 respondentes nível 1 - 56% apontaram o uso e 5 no nível 2/3 - 39%). Como já comentado, o OPT também foi bastante citado e mostrou uma preocupação com *scheduling*, que é a principal deficiência do MRP (8 respondentes, sendo 5 no nível 1 - 22% e 3 no nível 2/3 - 23%). Desta forma, não se pode afirmar que haja uma diferença na aplicação dos modelos utilizados entre os elos.

Quanto aos problemas apontados pelos fornecedores, para o nível 1 a alteração constante dos pedidos dos clientes e a baixa confiança na entrega de matéria-prima são os principais problemas. Já para o nível 2/3, o principal problema também é a alteração constante dos pedidos dos clientes, mas o segundo problema mais comentado é a baixa acuracidade dos registros de estoque, isto é, a deficiência nos sistemas internos de informação.

Como resumo desta questão, conclui-se que, pelos dados levantados, não há grande diferença entre os níveis nos quesitos de problemas enfrentados e nas práticas adotadas.

Hipótese 1 - “o desempenho do Planejamento e Controle da Produção, no que se refere ao atendimento aos prazos de entrega e níveis de estoque, é melhor nos fornecedores de nível 1 da cadeia automotiva comparativamente com os de nível 2, devido à maior coordenação e troca de informação entre montadoras e nível 1 do que entre nível 1 e 2.”

O desempenho de PCP de cada nível pode ser avaliado pelas respostas às perguntas sobre a pontualidade de entrega declarada e o nível de estoque que cada empresa carrega. No quesito pontualidade de entrega, os dados não permitiram afirmar que há diferença de

desempenho, pois os resultados foram iguais (vide Tabela 5.8). Quanto ao volume de estoques, também não houve diferenças significativas (vide Tabela 5.7). Soma-se a essas observações as respostas da auto-avaliação a respeito do nível de estoque, praticamente foi idêntica para os dois elos (vide Figura 5.17). Tais argumentos permitem concluir que o desempenho declarado pelos profissionais de PCP é muito similar nos dois níveis, o que contraria a premissa da Hipótese 1 de que o desempenho do nível 1 é melhor do que o 2/3.

Como a premissa da Hipótese 1 não foi confirmada na pesquisa, esta hipótese, elaborada no início deste estudo, fica invalidada. Por outro lado, é interessante notar que as práticas de colaboração entre clientes e fornecedores (mostradas na Figura 5.11) contrariam a Hipótese 1, isto é, a coordenação não parece ser maior no nível 1. Além disso, há que se destacar que tanto o nível 1 como o 2/3 apresentaram como principal problema para o PCP a alteração constante e repentina dos pedidos das montadoras, o que permite concluir que a coordenação entre as montadoras e o nível 1 é ineficiente, tal como entre o nível 1 e 2/3. Em suma, não há uma diferença significativa entre os níveis que se pudesse destacar e justificar a diferença de desempenho entre eles.

Vale observar que neste questionário foi sugerida uma classificação por nível de fornecimento onde o próprio respondente avaliou e se declarou como nível 1, 2 ou 3 (ou ainda mercado de exportação ou de reposição de peças). As premissas da pesquisa assumiam implicitamente que seria possível classificar os fornecedores por nível e que as respostas seriam uniformes para cada nível. No levantamento de dados, porém, foi observado que as empresas de mesma camada pesquisadas apresentam certa heterogeneidade com relação aos indicadores estudados. Como conclusão desta análise, deve haver diferenças de relacionamento significativas entre montadoras e determinados fornecedores mais importantes (com alto nível de colaboração e coordenação), deixando outros fornecedores diretos menos importantes para um segundo plano. A solução seria a reformulação da análise, distinguindo os fornecedores principais dos fornecedores menores, dentro da mesma camada.

Hipótese 2 – as “ferramentas” usadas pelos profissionais de PCP nas empresas de nível 2 não são satisfatórias para realizar todas as tarefas de planejamento da produção e

estoques, prejudicando o bom desempenho de PCP.

A análise foi feita por tarefa a ser cumprida pelo PCP e os resultados listados a seguir:

- previsão de demanda: apenas 54% dos fornecedores nível 2/3 declararam que a fazem. As técnicas usadas são simples, como a média móvel e métodos qualitativos, o que demonstra baixo grau de conhecimento em técnicas estatísticas de previsão de demanda;
- programação da produção: na amostra estudada, todos os fornecedores nível 2 declararam programar a produção conforme a carteira de pedidos (MTO), sendo que 23% incluem a formação de estoque em conjunto com o atendimento da carteira (híbrido MTS+MTO). Tal característica sugere que deveria haver uma sistemática para a parcela da programação voltada para estoque, mas não foi comentada por nenhum respondente.
- troca de informação: foi verificado que, para os fornecedores de segunda camada participantes da pesquisa, existe tecnologia de informação suficiente para propiciar troca eletrônica de dados. Outro ponto-chave para este item é que, apesar dos participantes da pesquisa no nível 2/3 julgarem que possuem bom nível de informação para o PCP, a maior parte dos respondentes citou que um dos maiores problemas enfrentados pelo PCP é a alteração constante da programação do cliente. Tal ponto mostra que não há uma ferramenta ou uma sistemática que proporcione a antecipação para este evento, prevenindo ou minimizando o impacto das alterações na programação da produção;
- sistema de informação: um ponto relevante é a baixa acuracidade dos registros de estoque acusados pelos participantes do *survey*, como observado na Figura 5.16. Há que se ressaltar que este item merece uma atenção especial para ambos os níveis, pois os resultados apontam baixo índice de acuracidade nos dois níveis.

Com isso, os argumentos permitem aceitar a Hipótese 2, isto é, existem pontos que são passíveis de melhoria nas práticas de PCP do nível 2/3. Além disso, como foi observado, as ferramentas são semelhantes nos dois níveis e, portanto, os pontos de melhoria

observados são válidos para o nível 1 inclusive.

6.2 Resumo das conclusões e recomendações

Apesar da pesquisa ter se limitado a um número pequeno de fornecedores, foi possível chegar a algumas conclusões importantes, resumidas a seguir.

- a) As práticas de previsão de demanda são mais comuns no elo próximo à montadora, mas em geral os motivos para a adoção do método estão direcionados para apoio à decisão sobre capacidade de produção e negociação com fornecedores sobre o volume a ser solicitado. Não são voltadas para a programação para a produção, de uma forma geral.
- b) As técnicas usadas para previsão de demanda são caracterizadas pela simplicidade – média móvel e opinião de especialistas, produzindo resultados satisfatórios para a aplicação que se destina. A recomendação é a adoção de modelos de previsão de demanda baseados em técnicas estatísticas considerando tendência e sazonalidade em associação com métodos qualitativos, de modo a aprimorar o método.
- c) Não há uniformidade de utilização de técnicas de programação da produção entre as empresa pesquisadas, prevalecendo o MRP II como a ferramenta mais citada, seguido pelo OPT e depois o JIT, este pouco comentado. Não foi citada nenhuma técnica de programação com capacidade finita pelos entrevistados, o que pode demonstrar um baixo nível de adoção entre as empresas e uma oportunidade de melhoria, uma vez que a programação da produção foi o item reportado como o mais importante das atividades de PCP.
- d) O MRP II tem forte aderência no que se refere ao módulo de administração e aquisição de materiais, porém não parece resolver todos os problemas desta área, em especial o *scheduling*. A recomendação é a adoção de métodos baseados em programação de capacidade finita e modelos de apoio à decisão (como o APS), de modo a facilitar a definição do seqüenciamento das ordens a serem fabricadas. Este desenvolvimento poderia ser realizado através de parcerias com universidades ou

com empresas de *softwares*.

- e) Os fornecedores que responderam o questionário em geral julgam ter um bom nível de informação para o PCP e nível de estoque adequado, porém carregam cerca de quinze dias de estoque de matéria-prima e cinco dias de estoque de produto acabado (valores medianos). O número é elevado e contraria os preceitos da produção enxuta e confirma a afirmação de outras pesquisas na área automobilística, a de que o JIT se traduz na transferência de estoque na cadeia (Miranda, 2000) e de que o estoque proporciona o atendimento flexível (Roldan, 2003). Acrescenta-se que, nesta pesquisa, foi possível constatar que o valor de estoque de produto acabado é maior no nível 2/3 do que o nível 1.
- f) Cerca de 70% dos respondentes acreditam que o maior problema é a alteração freqüente da programação do cliente e pedidos urgentes. Tal afirmação ressalta o problema de coordenação e troca de informação entre os elos e o alto volume de estoque carregado para atender a pedidos urgentes como uma prática do setor.
- g) Na área de tecnologia da informação parece haver condições para troca eletrônica de dados na cadeia, porém a prática é melhor difundida no nível 1 do que no nível 2/3, pelo menos do ponto de vista de utilização de recursos, como a internet e o EDI. A discussão se volta para a relação de poder e ganhos divididos para o estabelecimento de práticas colaborativas, que precisariam ser melhor aprofundadas. Porém, se compararmos esta pesquisa com o trabalho de Miranda (1995) pode-se concluir que houve uma evolução significativa nesta área, praticamente dez anos depois. A autora havia constatado que não havia troca eletrônica de dados na época da sua pesquisa.
- h) Os *softwares* usados pelas empresas respondentes na programação da produção são marcados pela ampla variedade. Para exercer esta atividade, os fornecedores utilizam um módulo de um *software* de gestão. Tal constatação pode implicar em uma dificuldade ao buscar a integração de sistemas operacionais de tecnologia da informação entre duas empresas;
- i) Há um problema da baixa acuracidade dos registros de estoque, que gera distorções

e pode levar a decisões erradas. Correa; Gianesi (1996) salientam que, para o bom desempenho de um modelo de PCP adotado, a acuracidade deve ser superior a 98%, índice não declarado pela maioria das empresas respondentes. Este problema poderia ser minimizado através da prática de inventário rotativo diário.

6.3 Desdobramentos futuros

A pesquisa mostrou que algumas indagações ainda permanecem sem resposta na relação entre montadoras e seus fornecedores e sub fornecedores na cadeia automotiva. Um dos quesitos levantados se refere ao conceito de planejamento colaborativo entre fornecedores e clientes, de modo que se possa avaliar o grau de sofisticação das ferramentas adotadas para este fim e o benefício de ambas as partes envolvidas com o processo, com especial atenção para as informações direcionadas para o pessoal do PCP. Neste contexto, seria interessante avaliar o reflexo da adoção de práticas de planejamento colaborativo nos indicadores de nível de estoque e atendimento no prazo.

Para o cumprimento dos objetivos apresentados, este trabalho também poderia ser realizado utilizando-se a técnica de estudo de caso, de modo a aprofundar as informações obtidas através do *survey* com um número reduzido de montadoras e fornecedores nível 1 e 2.

Outro ponto de relevância seria a condução de uma pesquisa similar a esta no futuro, a fim de verificar qual o grau de evolução das técnicas adotadas pelos PCP's de indústrias automotivas ao longo do tempo, com um questionário mais simplificado.

Por fim, este trabalho também poderia ter sido realizado com um grupo maior, estendendo-se o *survey*. Com mais dados, seria possível distinguir porte de empresas e, assim, realizar uma análise intra-nível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES FILHO *et al.* Pressupostos da Gestão da Cadeia de Suprimentos: evidências de estudos sobre a indústria automobilística. **Gestão & Produção**, São Carlos, v.11, n.3, p.275-288, set./dez. 2004.

ARNOLD, J.R.T. *Introduction to materials management*, 3.ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1998.

AZEKA, F. **Identificação dos principais autores do Planejamento e Controle da Produção (PCP) e análise da lacuna entre teoria e prática do PCP na região de São Carlos**. 2003. 167 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos.

BARRAT, M.; OLIVEIRA, A.; *Exploring the experiences of collaborative planning initiatives*. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, West Yorkshire, v. 31, n.4., p.266-289, 2001

BERTRAND, J.W.M.; FRANSOO, J.C. *Operations management research methodologies using quantitative modeling*. **International Journal of Operations & Production Management**, West Yorkshire v.22, n.2., p.241-264, 2002.

BRYMAN, A. *Research methods and Organization studies*. London: Unwin Hyman, 1989.

BUFFA, E.S.; MILLER, J.G. *Production-inventory systems: planning and control*. 3.ed. Homewood: Richard D Irwin, 1979.

BALLOU, R.H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

CHASE, R.B. *et al.* **Production and operations management: manufacturing and services**. 8.ed. Boston: Irwin & McGraw Hill, 1998.

CHOPRA, S.; MEINDEL, P. **Supply Chain Management: Strategy, Planning and**

Operation. 1.ed. New Jersey: Prentice Hall, 2001.

CONCEIÇÃO, J.J. **As fábricas do ABC no olho do furacão**: a indústria de autopeças e a reestruturação da cadeia de produção automotiva nos anos 90. 2001. 224 p. Dissertação (Mestrado) IMES – Centro Universitário Municipal de São Caetano do Sul. São Caetano do Sul.

CORREA, H.L.; GIANESI, I.G.N. **Just in time, MRP II e OPT**: um enfoque estratégico. 2.ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1996.

CORREA, H.L.; GIANESI, I.G.N.; CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção. MRP II/ ERP**: conceitos, uso e implantação. 3.ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2000.

CORREA, H.L.; PEDROSO, M.C. Sistemas de programação da produção com capacidade finita: uma decisão estratégica? **RAE - Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v.36, n.4, p.60-73, out./nov./dez. 1996.

COUGHLAN, P.; COUGHLAN, D. *Action research for operations management*. **International Journal of Operations & Production Management**, West Yorkshire, v.22, n.2, p.220-240, 2002.

COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS. Apresenta definições ligadas à operações de logística. Disponível em: <<http://www.cscmp.org>>. Acesso em: 01 de junho de 2005.

COX, J.F.; BLACKSTONE, J.H.; SPENCER, M.S. **APICS Dictionary**. 8.ed. American Production and Inventory Control Society Inc, 1995.

DELEERSNYDER, J.L. *et al. Kanban controlled pull systems: an analytic approach*. **Management Science**, Evanston, v.35, n.9, p.1079-1091, set. 1989.

ERLENKOTTER, D. *Ford Whitman Harris and the Economic Order Quantity model*. **Operations Research**, Baltimore, v.38, n.6, p.937-946, nov./dez.1990.

FILIPPINI, R. *Operations management research: some reflections on evolutions, models*

and empirical studies in O.M. International Journal of Operations & Production Management, New Yorkshire, v.17, n.7, p.655-670, 1997.

FORRESTER, J.W. *Industrial dynamics*. 1.ed. Cambridge: The MIT Press, 1961.

FORZA, C. *Survey research in operations management: a process-based perspective. International Journal of Operations & Production Management*, West Yorkshire. v.22, n.2, p.152-194, 2002.

GOLDRATT, E.M.; COX, J. **A meta**: um processo de aprimoramento contínuo. 23. ed. São Paulo: Educator, 1995.

GHAURI, P.; GRONHAUG, K.; KRISTIANLUND, J. *Research methods in business studies – a practical guide*. New Jersey: Prentice-Hall, 1995.

GUPTA, J.N.D. *An excursion in scheduling theory: an overview of scheduling research in the twentieth century. Production Planning & Control*, London, v.13, n.2, p.105-116, mar. 2002.

HAX, A.C.; CANDEA, D. *Production and inventory management*. 1.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1984.

HOPP, W.J.; SPEARMAN, M.L. *Factory Physics: foundations of manufacturing management*. Chicago: Irwin, 2000.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Metodologia Científica**: ciência e conhecimento científico, métodos científicos, teoria, hipóteses e variáveis. 2.ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1995.

LAURINDO, F.J.B.; MESQUITA, M.A. *Material Requirement Planning: 25 anos de história – uma revisão do passado e prospecção do futuro. Gestão e Produção*, São Carlos, v.7, n.3, p.320-337, dez.2000.

LEEDY, P.D. *Practical Research: planning and design*. Nova Jersey: Prentice-Hall, 1997.

MARX, R. A indústria automobilística brasileira. In: CASTRO, N.A. **A máquina e o equilibrista. Inovações na indústria automobilística brasileira**. 1.ed. São Paulo: Paz e

Terra, 1995. p.181-198.

MESQUITA, M.A.; SANTORO, M.C. Análise de modelos e práticas de planejamento e controle da produção na indústria farmacêutica. **Revista Produção**, São Paulo, v.14, n.1, p.64-77, 2004.

MIRANDA, N.G.M. **Uma análise parcial da rede de suprimentos da indústria automobilística brasileira**. 1995. 189 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo

_____ **O sistema de avaliação de desempenho na cadeia de suprimentos da indústria automobilística brasileira**. 2000. 196p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo

MORTON, T.E.; PENTICO, D.W. *Heuristic scheduling systems: with applications to production systems and project management*. 1.ed. New York: John Wiley & Sons, 1993.

NAKANO, D.N.; FLEURY, A.C.C. Métodos de pesquisa na Engenharia de Produção. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 16. Piracicaba, 1996. **Anais**. São Paulo: ABEPRO, 1996.

OHNO, T. *Toyota Production System: beyond large-scale production*. Portland: Productivity Press, 1988.

ORLICKY, J. *Material Requirement Planning: the new way of life in production and inventory management*. 1.ed. New York: McGraw-Hill Book Company, 1975.

PACHECO, R.F.; SANTORO, M.C. Proposta de classificação hierarquizada dos modelos de solução para o problema de *job shop scheduling*. **Gestão e Produção**, São Carlos, v.6, n.1, p.01-15, abr.1999.

PLOSSL, G. *Orlicky's material requirement planning*. 2.ed. New York: McGraw Hill, 1994.

POSTHUMA, A.C. Técnicas japonesas de organização nas empresas de autopeças no Brasil. In: CASTRO, N.A. **A máquina e o equilibrista. Inovações na indústria**

automobilística brasileira. 1.ed. São Paulo: Paz e Terra, 1995. p.301-332.

_____ Autopeças na encruzilhada. In: ARBIX, G.; ZILBOVICIUS, M. **De JFK a FHC. A reinvenção dos carros.** 1.ed. São Paulo: Scritta, 1997. p.389-411.

ROLDAN, F.; MIYAKE, D. A cadeia de suprimentos enxuta: explorando indícios na indústria automobilística brasileira. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 10. Bauru, 2003. **Anais.** Campinas: FEB/UNESP, 2003.

RONDEAU, P.J.; LITTERAL, L.A. *Evolution of manufacturing planning and control systems: from reorder point to enterprise resource planning.* **Production and Inventory Management Journal**, Alexandria, v.42, n.2, p.1-7, mar. 2001.

SALERNO, M.S. A indústria automobilística na virada do século In: ARBIX, G.; ZILBOVICIUS, M. **De JFK a FHC. A reinvenção dos carros.** 1.ed. São Paulo: Scritta, 1997. p.503-522.

SALERNO, M.S. *et al.* **Mudanças e persistências no padrão de relações entre montadoras e autopeças no Brasil.** São Paulo: EPUSP, 1998 (163 p.)

SALERNO, M.S.; MARX, R.; ZILBOVICIUS, M. A nova configuração da cadeia de fornecimento na indústria automobilística no Brasil. **Revista de Administração da USP**, São Paulo, v.38, n.3, p.192-204, jul./ago./set. 2003.

SERVIÇO DE BIBLIOTECAS DA EPUSP. **Diretrizes para apresentação de dissertações e teses.** 2.ed. São Paulo: 2001.

SILVER, E.A.; PERTERSON, R.; PYKE, D.F. *Inventory management and production planning and scheduling.* 3.ed. New York: John Wiley & Sons, 1998.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. *Designing and managing the supply chain: concepts, strategies and case studies.* Boston: Irwin/Mc Graw Hill, 2000.

SINDIPEÇAS - DESEMPENHO DO SETOR DE AUTOPEÇAS. São Paulo: Sindicato da Indústria de Componentes para Veículos Automotores, 2005. Anual.

SMAROS, J. *et al.* *The impact of increasing demand visibility on production and*

inventory control efficiency. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, West Yorkshire, v.33, n.4, p.336-354, 2003

SPEARMAN, M.L. *On the theory of constraints and the goal system. Production and operations management*. Miami, v.6, n.1, p.28-32, 1997.

THIOLLENT, M. *Metodologia da pesquisa-ação*. 6.ed. São Paulo: Editora Cortez, 1994

VOLLMANN, T.E.; BERRY, W.L.; WHYBARK, D.C. *Manufacturing planning and control systems*. 3.ed. Chicago: Irwin Professional Publishing, 1992.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M.; *Case research in operations management. International Journal of Operations & Production Management*. West Yorkshire, v.22, n.2, p.195-219, 2002.

WHITE, R.E.; PRYBUTOK, V. *The relationship between JIT practices and type of production system. Omega – The International Journal of Management Science*, Ann Arbor, v.20, n.2, p. 113-124, abr. 2001.

WILD, R. *Concepts for operations management*. 1.ed. Chichester: John Wiley & Sons, 1977.

WILD, T. *Best practice in inventory management*. 1.ed. New York: John Wiley & Sons, 1997.

WINSTON, W.L. *Introduction to mathematical programming :applications and algorithms*. 2.ed. Belmont: Duxbury Press, 1995.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. *A máquina que mudou o mundo*. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WONG, C.M; KLEINER, B.H. *Fundamentals of Material Requirements Planning. Management Research News*, v.24, n.3/4, p.9-12, 2001.

WU, B. *Manufacturing systems design and analysis*. 1.ed. London: Chapman & Hall, 1992

YIN, R.K. *The case study research: design and methods*. Newsbury Park: Sage Publications, 1989

ZILBER, S.N. **Subfornecimento na indústria automobilística**: uma possibilidade de inserção da pequena empresa brasileira no mercado internacional. 1996. 327 p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP. São Paulo.

ZIPKIN, P.H. **Foundations of inventory management**. 1.ed.Boston: McGraw-Hill, 2000.