

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA MECÂNICA

EVOLUÇÃO FUNCIONAL DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA
PRODUÇÃO: UM ESTUDO DE MÚLTIPLOS CASOS

Tese submetida à

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

para obtenção do grau de

DOUTOR EM ENGENHARIA MECÂNICA

CARLOS FERNANDO MARTINS

Florianópolis, Outubro de 2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA MECÂNICA

EVOLUÇÃO FUNCIONAL DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA
PRODUÇÃO: UM ESTUDO DE MÚLTIPLOS CASOS

CARLOS FERNANDO MARTINS

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de
DOUTOR EM ENGENHARIA

ESPECIALIDADE ENGENHARIA MECÂNICA
sendo aprovada em sua forma final.

Prof. Abelardo Alves de Queiroz, Ph.D - Orientador

Prof. Fernando Cabral, Ph.D. – Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA

Prof. Abelardo Alves de Queiroz, Ph.D – Presidente da Banca

Prof. Antônio Batocchio, Dr. (UNICAMP)

Prof. Dalvio Ferrari Tubino, Dr. (UFSC)

Prof. João Carlos Espíndola Ferreira, Ph.D. (UFSC)

Prof. Roberto Silvio Ubertino Rosso Jr., Ph.D. (UDESC)

"A sorte favorece a mente preparada."

Louis Pasteur

À Raquel, *mínha esposa*, pelo carinho,
paciência, compreensão e amor.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer inicialmente a **Deus**, fonte de tudo. Fazei de mim o que queres.

Também, com grande admiração, agradeço a orientação do professor **Abelardo Alves de Queiroz**, por suas inúmeras sugestões, comentários, dedicação e amizade, e a quem dedico grande parte deste trabalho. Vou levar comigo todas as suas orientações, conselhos, e toda admiração.

Ao **Edson, Olívio e Adriano, Islan e Adriana, Gilberto e Paulo**, e ao **Fábio e Laércio**, entrevistados nas empresas pesquisadas. Muito devo esse trabalho a essas pessoas que, com presteza e dedicação, não mediram esforços em passar informações para esse trabalho.

Também agradeço aos **amigos do GETEQ** pela convivência e amizade, principalmente ao **Fausto e Cíntia** que muito me ajudaram, e aos inúmeros amigos de trabalho e amigos de longa jornada.

À **mínha família**, **mínha mãe Zilda**, meus irmãos **Marcos e Márcia** e meu cunhado **Nílson** pelo apoio e que muito torceram por mim em todos os momentos.

Não poderia deixar de colocar meus agradecimentos à **família da mínha esposa** pelo apoio durante todo esse período.

E especialmente à **mínha esposa Raquel**, por toda a paciência e amor e pela presença nas horas mais difíceis. A **mínha dedicação** é a dela também.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	V
SUMÁRIO.....	VI
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE QUADROS	X
LISTA DE ABREVIATURAS.....	XI
RESUMO	XIII
ABSTRACT	XIV
CAPÍTULO 1	1
INTRODUÇÃO	1
1.1 MOTIVAÇÃO PARA A PESQUISA.....	1
1.1.1 O problema do Planejamento e Controle da Produção: tema de Pesquisa.....	1
1.1.2 A evolução da Manufatura: contexto da Pesquisa.....	4
1.1.3 A evolução do PCP: foco da Pesquisa	6
1.2 QUESTÃO DE PESQUISA.....	9
1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA	9
1.3.1 Objetivo Geral	9
1.3.2 Objetivos Específicos	10
1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	10
1.5 JUSTIFICATIVA.....	11
1.6 ORGANIZAÇÃO DA TESE.....	12
CAPÍTULO 2	14
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 UMA BREVE HISTÓRIA DO INÍCIO DA MANUFATURA	14
2.1.1 A Produção Rígida de Ford	15
2.1.2 A Produção Flexível de Sloan	17
2.2 PCP: DA ORIGEM À ERA COMPUTACIONAL.....	20
2.2.1 A Técnica MRP para Auxiliar as Atividades de PCP	24
2.2.2 O MRP em Direção à Análise de Capacidade de Produção.....	29

2.3 O PCP COM ÊNFASE NA INTEGRAÇÃO COMPUTACIONAL.....	31
2.3.1 A Convergência dos Sistemas de Informação Industrial para o ERP	36
2.3.2 O Software ERP para o PCP	39
2.3.3 As dificuldades do MRP/ERP para as atividades de PCP.....	43
2.4 UMA VISÃO DA MANUFATURA ENXUTA	46
2.4.1 A Origem.....	46
2.4.2 A Evolução do TPS.....	48
2.4.3 O segredo da Toyota	51
2.4.4 A simplificação do MRP.....	55
CAPÍTULO 3	59
METODOLOGIA CIENTÍFICA	59
3.1 A NATUREZA DAS PESQUISAS REALIZADAS NAS EMPRESAS	60
3.1.1 Métodos Científicos.....	65
3.1.2 Tipos de Métodos Científicos.....	66
3.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA CIENTÍFICA.....	69
3.2 UTILIZANDO O ESTUDO DE CASO COMO PROCEDIMENTO DE PESQUISA CIENTÍFICA.....	73
3.3 ENQUADRAMENTO DA PESQUISA DE TESE.....	80
CAPÍTULO 4	82
COMPONENTES DO PROJETO DA PESQUISA DA TESE.....	82
4.1 QUESTÃO DE PESQUISA.....	82
4.1.1 O Modelo Proposto de Evolução do PCP	85
4.2 PROPOSIÇÕES DE PESQUISA.....	92
4.3 AS UNIDADES DE ANÁLISE	94
4.4 A LÓGICA QUE UNE OS DADOS ÀS PROPOSIÇÕES E OS CRITÉRIOS PARA INTERPRETAR AS CONSTATAÇÕES.....	104
4.5 PESQUISA DE CAMPO	105
4.6 TRABALHANDO COM OS DADOS COLETADOS	108
4.7 LIMITAÇÕES DA PESQUISA UTILIZANDO ESTUDO DE CASO.....	109
CAPÍTULO 5	111
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	111
5.1 ANÁLISE DOS CASOS ESTUDADOS.....	112
5.1.1 Estrutura e infra-estrutura do PCP.....	113
5.1.2 Sistema para apoiar o desenvolvimento do Plano Mestre de Produção.....	113

5.1.3 Sistema para apoiar a programação e controle da produção	114
5.1.4 O processo do PCP	118
5.1.5 A evolução das práticas do <i>Lean</i> nas empresas pesquisadas	122
5.2 ANÁLISE DAS PROPOSIÇÕES E VALIDAÇÃO DO MODELO APRESENTADO	125
CAPÍTULO 6	130
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	130
6.1 CONCLUSÕES.....	130
6.2 RECOMENDAÇÕES	135
REFERÊNCIAS	136
APÊNDICES.....	148

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1 – O PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	2
FIGURA 2.1 – PLANEJAMENTO DE REQUISITOS DE MATERIAIS.....	26
FIGURA 2.2 – MRP DE MALHA FECHADA.....	30
FIGURA 2.3 – O PCP DENTRO DO CONCEITO CIM.....	33
FIGURA 2.4 – PLANEJAMENTO DE RECURSOS DE MANUFATURA.....	36
FIGURA 2.5 – EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS INTEGRADOS.....	39
FIGURA 2.6 – CASA DA TOYOTA.....	53
FIGURA 2.7 – MRP TRADICIONAL E MRP EM UM AMBIENTE LEAN.....	57
FIGURA 3.1 – METODOLOGIA DE PESQUISA ADOTADA.....	59
FIGURA 3.2 – PESQUISA CIENTÍFICA.....	64
FIGURA 3.3 – ETAPAS DA PESQUISA POR ESTUDO DE CASO.....	74
FIGURA 3.4 – ENQUADRAMENTO DA PESQUISA.....	81
FIGURA 4.1 – MODELO DE EVOLUÇÃO DO PCP EM DIREÇÃO A MELHOR EFICIÊNCIA OPERACIONAL.....	93
FIGURA 4.2 – MÉTODO DE ESTUDO DE CASO.....	95
FIGURA 4.3 – ORGANOGRAMA SIMPLIFICADO DA EMPRESA A.....	97
FIGURA 4.4 – ORGANOGRAMA SIMPLIFICADO DA EMPRESA B.....	99
FIGURA 4.5 – ORGANOGRAMA SIMPLIFICADO DA EMPRESA C.....	101
FIGURA 4.6 – ORGANOGRAMA SIMPLIFICADO DA EMPRESA D.....	103
FIGURA 5.1 – MODELO DE EVOLUÇÃO DO PCP EM DIREÇÃO A MELHOR EFICIÊNCIA OPERACIONAL.....	127
FIGURA A-1 – ORGANOGRAMA SIMPLIFICADO DA EMPRESA A.....	155
FIGURA A-2 – PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO NA EMPRESA A.....	158
FIGURA B-1 – ORGANOGRAMA SIMPLIFICADO DA EMPRESA B.....	166
FIGURA B-2 – PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO NA EMPRESA B.....	170
FIGURA C-1 – ORGANOGRAMA SIMPLIFICADO DA EMPRESA C.....	180
FIGURA C-2 – PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO DA EMPRESA C.....	184
FIGURA D-1 – ORGANOGRAMA SIMPLIFICADO DA EMPRESA D.....	192
FIGURA D-2 – PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO NA EMPRESA D.....	194

LISTA DE QUADROS

QUADRO 4.1 – TESTES LÓGICOS APLICADOS DURANTE A PESQUISA.....	109
QUADRO 5.1 – DADOS GERAIS DOS CASOS ESTUDADOS.....	112
QUADRO 5.2 – ESTRUTURA E INFRA-ESTRUTURA DE PCP DOS CASOS ESTUDADOS	115
QUADRO 5.3 – DADOS COMPARATIVOS DOS CASOS ESTUDADOS EM RELAÇÃO ÀS PRÁTICAS DO <i>LEAN</i>	124
QUADRO A-1 – ASPECTOS GERAIS DA EMPRESA A.	150
QUADRO B-1 – ASPECTOS GERAIS DA EMPRESA B.	163
QUADRO C-1 – ASPECTOS GERAIS DA EMPRESA C.	175
QUADRO D-1 – ASPECTOS GERAIS DA EMPRESA D.	187
QUADRO E-1 – ATRIBUIÇÕES DO PCP NA ESTRUTURA OPERACIONAL DA EMPRESA DE ACORDO COM A PESQUISA.	203

LISTA DE ABREVIATURAS

AGV	<i>Automatic Guided Vehicles</i>
APICS	<i>American Production and Inventory Control Society</i>
APS	<i>Advanced Planning Systems</i>
BOM	<i>Bill of Materials</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAQ	<i>Computer Aided Quality</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CAP	<i>Computer Aided Planning</i>
CIM	<i>Computer Integrated Manufacturing</i>
COPICS	<i>Communication Oriented Production Information and Control System</i>
DRP	<i>Distribution Resource Planning</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
FCS	<i>Finite Capacity System</i>
GL	<i>Group Leader</i>
GM	General Motors
JIT	<i>Just-In-Time</i>
MES	<i>Manufacturing Execution System</i>
MIS	<i>Management Information System</i>
MPS	<i>Master Production Scheduling</i>
MRP	<i>Material Requirements Planning</i>
MRP II	<i>Manufacturing Resource Planning</i>
NPS	<i>Network Production Scheduler</i>
NUMMI	<i>New United Motor Manufacturing</i>
OF	<i>Order Fulfillment</i>
OPT	<i>Optimized Production Technology</i>
OTIF	<i>On Time in Full</i>
PAC	<i>Production Activity Control</i>
PCP	Planejamento de Controle da Produção
RDPM	Reunião de Definição do Plano Mensal
ROP	<i>Reorder Point System</i>

SAP	<i>Systemanalyse and Programmentwicklung</i>
SCM	<i>Supply Chain Management</i>
SFC	<i>Shop Floor Control</i>
SPP	Sistema de Planejamento da Produção
S&OP	<i>Sales and Operation Planning</i>
TI	Tecnologia da Informação
TIE	<i>Total Industrial Engineering</i>
TM	<i>Team Leader</i>
TOC	<i>Theory of Constraints</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
TQM	<i>Total Quality Management</i>
VSM	<i>Value Stream Map</i>

RESUMO

MARTINS, Carlos Fernando. *Evolução Funcional do Planejamento e Controle da Produção: um Estudo de Múltiplos Casos*. Florianópolis, 2007. 221f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.

O Planejamento e Controle da Produção (PCP) é uma função de apoio à manufatura que vem sendo desafiado constantemente ao longo dos anos pelo aumento da diversificação de produtos oferecidos pelas empresas, maior complexidade desses produtos e dos processos de produção, aumento de demanda, redução dos ciclos de planejamento, entre outros desafios. Inicialmente, o PCP apoiou a produção em massa com o sistema computadorizado de planejamento de materiais. A expansão horizontal do PCP veio com novos sistemas computacionais de maior complexidade e de maior abrangência, envolvendo toda a empresa e fornecedores, no entanto, sem alterar o alinhamento com a produção em massa ou em grandes lotes. A novidade para o PCP veio com as práticas da manufatura enxuta originárias na empresa Toyota, um modo revolucionário de produzir com estoques mínimos, atacando as diferentes formas de desperdícios presentes na produção em massa, criando o modelo de excelência operacional. Como a evolução do PCP não é inteiramente linear com o tempo, mas depende do conhecimento envolvido e da aculturação das práticas de PCP, questiona-se de como empresas de manufatura vêm projetando seus PCPs em busca de uma melhor eficiência operacional. Assim, esta pesquisa teve como objetivo desenvolver e validar um modelo de evolução funcional do Planejamento e Controle da Produção que representa as inserções crescentes dos sistemas de informação industrial e das práticas da manufatura enxuta nos métodos e processos do PCP. O modelo desenvolvido mostra o PCP em três estágios evolutivos: no primeiro estágio o PCP foi caracterizado por produzir ordens de produção por meio do computador; no segundo estágio, com maiores recursos computacionais, o PCP procurou a eficiência da integração da informação, tornando-se um centralizador de informações, e daí perdendo o foco do controle de chão de fábrica; e no terceiro estágio o PCP busca pela excelência operacional, diminuindo o uso dos sistemas computacionais para suas atividades e voltando-se para práticas visuais em busca constante pela estabilidade. A validação do modelo foi realizada por meio de uma pesquisa exploratória conduzida em quatro empresas de manufatura da região Sul do Brasil, confirmando a aderência do modelo à realidade industrial observada em empresas do setor metal-mecânico. Resultados mostraram que os sistemas de informação industrial evoluíram e influenciaram o PCP, mas que com a manufatura enxuta, o PCP vem aderindo a essas novas práticas, enxugando a estrutura computacional. Esse processo de evolução do PCP tem sido capitaneado por empresas líderes e acompanhado por empresas seguidoras.

Palavras-Chave: Planejamento e Controle da Produção, Manufatura Enxuta, Sistema Toyota de Produção, MRP.

ABSTRACT

The Production Planning and Control (PPC) is a function of manufacturing that is being constantly challenged over the years by more diversification of products offered by industries, larger complexity of products and production processes, increase of demand, reduction of the planning cycles, among other challenges. At the beginning, the PPC supported the mass production with Material Requirement Planning that has become its standard tool. The PPC horizontal expansion removed barriers with new computing systems of higher complexity and scope, involving every industrial data of the enterprise and expanding towards the suppliers' control. However, the PPC increasing involvement with the industrial computing has not altered the alignment with the mass production and its paradigms. The news for the PPC has come with Toyota Production System, a revolutionary way of producing with lower stocks, avoiding different wastes present in different ways on the mass production, creating the operational excellence model. As the PPC evolution is not purely linear with the time, but it depends on factors as knowledge and acculturation of several PPC practices, it is questioned how the manufacturing companies have been projecting their PPCs for a better operational efficiency. Thus, this research aimed to develop and evaluate a functional evolution model of Production Planning and Control that represents the increasing insertions of the industrial information systems and practices derived from Toyota Production System (Lean) in the methods and processes of PPC. The developed model shows the PPC in three evolutionary stages: the first stage, the PPC is characterized by creating production orders through the computer; the second stage, with higher computing resources, the aim of PPC was the computing efficiency, integrating suppliers and clients in a large database. The PPC turned into an centralized information function and then, losing the focus of the shop floor control; and in the third stage, the aim of the PPC is the operational excellence by reducing the use of computer systems in its activities and returning to practical visual control towards the operational stability. An exploratory research conducted in four manufacturing companies in the southern region of Brazil validated the proposed model, confirming the adherence of the model to the reality observed in industrial companies in the metal-mechanical industry. Results showed that industrial information systems evolved and influenced the PPC, but with the Lean Manufacturing, the PPC is adhering to these new practices, reducing the computational structure. This process of evolution of the PPC has been headed by leaders and followed by other manufacturing companies.

Key words: Manufacturing Planning and Control, Lean Manufacturing, Toyota Production System, MRP.

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

Esse capítulo de introdução apresenta a motivação para a pesquisa, incluindo o tema, o contexto e o foco da pesquisa; o objetivo geral e objetivos específicos, a delimitação da pesquisa, a justificativa e a organização desse trabalho.

1.1 MOTIVAÇÃO PARA A PESQUISA

1.1.1 O problema do planejamento e controle da produção: tema de pesquisa

O Planejamento e Controle da Produção (PCP) é uma função de apoio à manufatura que tem como objetivo realizar todas as atividades de planejamento, programação e controle do fluxo de materiais, desde o fornecedor até o cliente final, com a busca pelo equilíbrio entre demanda e oferta. Pode ser visto como um sistema de transformação de informações, pois recebe informações de fornecedores, da produção e de vendas, e de acordo com as políticas de gerenciamento, transforma essas entradas em um cronograma de produção para a empresa e um cronograma de compras para os fornecedores, como pode ser visto na figura 1.1.

A natureza das atividades de Planejamento e Controle depende do horizonte de planejamento, podendo ser de longo prazo onde se usa previsões de demanda agregada para determinar recursos de forma agregada; de médio prazo, onde a previsão de demanda é desagregada para determinar os recursos e contingência; e de curto prazo, onde se usa previsões de demanda totalmente desagregadas,

fazendo intervenções nos recursos de produção para corrigir desvios dos planos estabelecidos (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

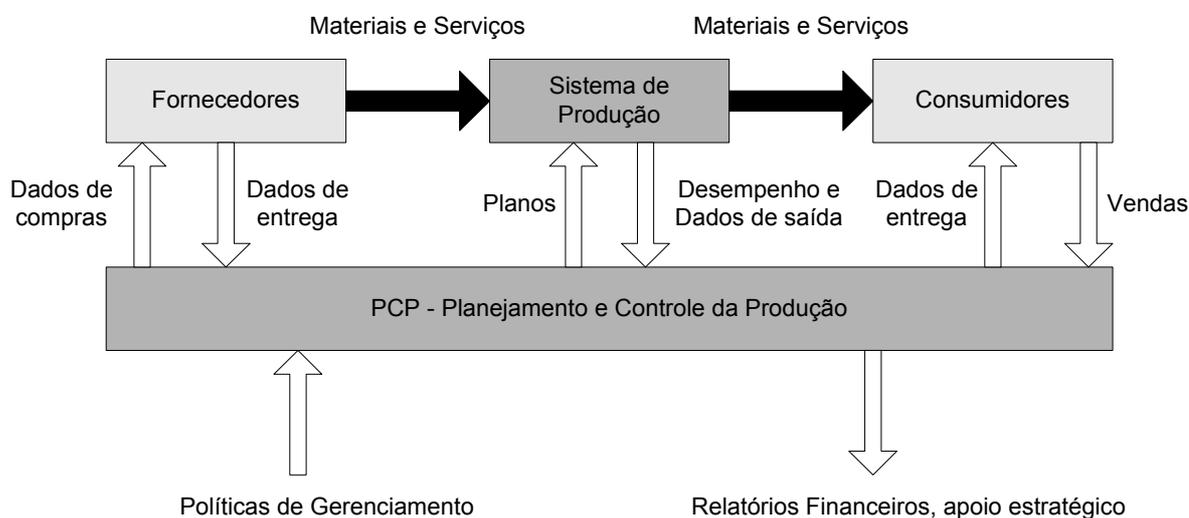


Figura 1.1 – O Planejamento e Controle da Produção.

Fonte: adaptado de Plossl (1994, p. 5)

No desenvolvimento das atividades de planejamento e controle da produção um dos componentes fundamentais é o plano mestre de produção, desenvolvido com base no planejamento agregado, desagregando-o em produtos acabados, com o objetivo de guiar as ações do sistema de manufatura no curto prazo. Com o plano mestre de produção o PCP define quando produzir e em que quantidade cada produto deverá ser produzido dentro de um horizonte de planejamento considerado. Para Bonney (2000) o objetivo maior do PCP é assegurar que os produtos sejam produzidos de acordo com o plano mestre de produção e que esse objetivo seja consistente com outras medidas de desempenho da empresa.

Antes do computador, a equipe de PCP gerava o programa mestre de produção em manuscritos diários e enviavam os pedidos para cada departamento de fabricação a fim de produzir as peças e componentes necessários. O trabalho do PCP desta época era intenso, exigindo habilidades manuais mesmo com auxílio de máquinas automatizadas para perfurar cartões, classificar e tabular as ordens com intuito de determinar a quantidade necessária de cada componente e peça para uma demanda no plano mestre (MABERT, 2007). Contudo, na medida em que a

variedade de produtos oferecidos crescia mais difícil ficava a programação da produção, dada a necessidade de produzir um pouco de tudo sem formar grandes estoques de produtos acabados e de estoques em processo. Além disso, o aumento da complexidade da demanda resultava na necessidade de redução do ciclo de planejamento, o que exigia ainda mais esforço manual para atender a demanda.

Esses métodos manuais de programação foram substituídos pelo computador entre as décadas de 1960 e 1970, que definiu o PCP em sua configuração moderna. A capacidade de realizar cálculos com base no desdobramento de produtos acabados em peças e componentes trouxe inúmeros benefícios ao PCP que agora passava a contar com uma ferramenta de grande poder de processamento de dados. Atividades como a geração das ordens de produção, controle de almoxarifado, expedição e acompanhamento da produção por meio de relatórios passaram a ser apoiadas pelo computador. Assim, o PCP transformou seus dias de intenso trabalho manual em horas de processamento computacional, com muito mais informação, outrora obtida a base de muito esforço manual, conforme apontado. Porém, a equipe de PCP tinha agora uma nova função, a de operar também o computador de forma a produzir o plano de produção. Dessa forma, em conjunto com a equipe do centro de processamento de dados, começou a se envolver com os recursos de informática.

Na medida em que o computador foi sendo inserido com sucesso no dia a dia do PCP, outras funções empresariais começaram a ser agregadas no grande banco de dados, como a contabilidade, recursos humanos, finanças, entre outras, formando uma base de dados ainda maior e mais abrangente a fim de comunicar e integrar todas as informações industriais. Os provedores de sistemas de PCP passaram a oferecer aplicativos ainda mais complexos, exigindo ainda mais treinamentos da equipe de PCP para lidar com esses novos sistemas computacionais. O resultado desse crescimento da informática é que, de sistemas simples de apoio ao PCP, tornaram-se excessivamente complexos na prática, levando a equipe de PCP a perder o foco, principalmente do ponto de vista do controle da produção que ficou fragilizado.

Entretanto, na medida em que as práticas de controle visual mostraram ser de maior eficiência no gerenciamento da produção do que os sistemas computacionais conforme apontado por Liker (2005), as atividades de PCP passaram a adotar essas

práticas e mais uma vez evoluiu, buscando suas raízes de programação e controle do chão de fábrica.

1.1.2 A evolução da manufatura: contexto da pesquisa

Desde o surgimento do princípio da intercambiabilidade de peças em meados do século XIX na fabricação de armas leves que a indústria manufatureira mundial tem apresentado mudanças contínuas e progressivas, buscando se adaptar à realidade de cada época. Com o mercado demandando de forma crescente mais produtos de consumo, a indústria se organizou com seus melhores métodos a fim de aumentar sua eficiência de produção, aumentando o volume de produtos oferecidos. A melhor maneira de alcançar essa eficiência foi por meio do uso de máquinas especiais para cada operação individual.

Inicialmente, essas máquinas foram organizadas de acordo com suas funções e a movimentação de materiais entre as máquinas se dava por lotes, com a movimentação acontecendo somente após a finalização do processamento completo desses lotes (BEST, 1990). No entanto, a melhor eficiência de produtividade veio com a disposição das máquinas em linha de acordo com a seqüência de operações, movendo as peças de máquina para máquina e não mais de departamento para departamento. A aplicação do leiaute em linha ganhou força com Henry Ford ao montar seu Ford T, produzindo milhares de peças complexas, dando origem a uma nova forma de organização da produção e com ela os princípios da produção em massa (HOUNSHELL, 1985).

Imbuído pela idéia da administração científica de Taylor, esse cenário de grande progresso industrial marcou o início das atividades mais sistematizadas de planejamento, organização, controle e determinação de métodos de produção por meio de um departamento de administração da produção (GAITHER; FRAZIER, 2002). Esse departamento ganhou maior responsabilidade na medida em que o mercado começou a requisitar uma maior diversidade de produtos, pois administrar milhares de peças para uma gama maior de produtos oferecidos se transformou em

um desafio para os gerentes de produção, principalmente quando esse desafio era gerenciar os estoques desses milhares de peças.

Essa forma de organização do sistema de produção da indústria automobilística americana, aos poucos foi influenciando a velha indústria do continente europeu e a incipiente indústria da América Latina, bem como as indústrias americanas de outros setores que, com maior ou menor intensidade, encontraram na produção em massa a resposta para aumentar seus volumes de produção.

Esse modelo de organização da produção também chamou a atenção da indústria japonesa, que encontrou dificuldades diante de um mercado restritivo e que possuía uma indústria automobilística com pequeno volume de produção, se comparada à indústria automobilística americana. Contudo, num processo lento, mas progressivo, a empresa automobilística Toyota apresentou um novo modelo de organização da produção, voltado para a melhoria da produtividade com base na redução dos custos de produção. A Toyota voltou-se essencialmente para a redução da linha do tempo entre o momento do pedido realizado pelo cliente e o pagamento, removendo os desperdícios que não agregam valor, conforme Ohno (1997). Para alcançar essa meta, a Toyota não mediu esforços para a eliminação de desperdícios, principalmente os provocados pela superprodução e também pelos problemas provocados pela falta de qualidade, criando técnicas e métodos de produção mais eficientes.

Todas as práticas utilizadas pela Toyota, implantadas de forma disciplinada e integrada e que envolveram a valorização do capital humano, constituíram um rompimento com o paradigma da produção em massa e colocaram a Toyota no patamar mais alto de produtividade e qualidade, e de acordo com Liker (2005) “a mais lucrativa de qualquer outra indústria do setor”. Essas práticas foram disseminadas pelo mundo com mais ênfase a partir da década de 1980 e passaram a ser conhecidas como práticas superiores de gestão da manufatura, em uma década já caracterizada pela alta competitividade como mencionado por Best (1990) em seu livro *The New Competition*. A maior divulgação e sistematização do modelo Toyota de produção vieram pelos princípios da Manufatura Enxuta ou *Lean Manufacturing*, tomado como referência para a reestruturação da manufatura das empresas ocidentais (WOMACK; JONES; ROOS, 2004; LIKER, 2005).

A Toyota inventou a 'produção enxuta' (*lean production*, também conhecida como 'Sistema Toyota de Produção' ou 'TPS') que desencadeou uma transformação mundial em virtualmente todas as indústrias em relação à filosofia e aos métodos de produção e da cadeia de suprimentos da Toyota ao longo da última década (LIKE, 2005, p. 26).

Diante desse contexto de mudanças organizacionais e de mercado, muitas empresas de manufatura vêm constatando a necessidade de atualizar seus métodos de produção e passaram a buscar, por meio de programas de melhorias de processos, uma forma de seguir de perto o exemplo da Toyota, ou seja, caminham em direção às práticas superiores de manufatura criadas pela Toyota.

1.1.3 A evolução do PCP: foco da pesquisa

Ao longo dos anos, as atividades de planejamento, programação e controle da produção vêm evoluindo de maneira notável com novas práticas e métodos na medida em que novos desafios vêm aparecendo, entre eles a necessidade de planejar, programar e controlar uma maior diversidade de produtos, lidar com produtos e processos de produção mais complexos, a necessidades de redução do ciclo de planejamento e de lotes de fabricação para melhor adaptar a produção às flutuações de demanda, entre outros desafios atuais enfrentados. Nesse contexto de evolução, os métodos de controle de inventário tiveram as primeiras versões em 1875, poucos anos após a consolidação da manufatura pelo princípio da intercambiabilidade de peças (HITOMI, 1979). Seguiu-se com o gerenciamento de tempos e movimentos no trabalho a partir de 1903 por meio dos fundamentos de Taylor e com o modelo de lote econômico proposto por F. W. Harris em 1914. Outras técnicas se seguiram, mas o PCP em sua forma moderna nasceu com a prática do plano mestre de produção. A evolução dessa prática veio com o aparecimento do computador, capaz de desdobrar o plano de produtos acabados para seus componentes, peças e materiais por meio de software, e esses sistemas vieram a ser chamados de *Material Requirements Planning* (MRP).

Com maior capacidade computacional e maior experiência da equipe de PCP nos mecanismos de desdobramento do plano mestre de produção utilizando a lista de materiais ou *Bill of Materials* (BOM), incluindo um maior domínio no cálculo do MRP, esses sistemas se popularizaram na década de 1970 (PLOSSL, 1985;

MABERT, 2007). As ordens de produção do PCP passaram a ser produzidas por sistemas centralizados (*mainframes*) utilizando a técnica MRP. Nesse contexto, o computador deu maior subsídio ao PCP mediante a grande capacidade de cálculo e rapidez de processamento de dados, abrindo caminho para sistemas mais abrangentes, envolvendo toda a manufatura, como é o caso dos sistemas *Manufacturing Resources Planning* (MRP II) (LANDVATER; GRAY, 1989).

O PCP tinha em mãos uma ferramenta computacional de controle da manufatura para gerar programação da produção e de fornecedores, controlar a distribuição e almoxarifado, e contando com interfaces com outros setores como o de recursos humanos e finanças. Nesse sentido, o PCP que já tinha o computador como ferramenta indispensável para realizar suas atividades acompanhou uma nova evolução da informática, mais abrangente e de maior capacidade de cálculo, de forma que não se pode negar uma relação da evolução do PCP com base na evolução dos sistemas de informação industrial.

Com a difusão generalizada da informática a partir da década de 1990, surgiram soluções computacionais com finalidade de comunicar os dados industriais das empresas integrando as “ilhas” departamentais. Essa solução passou a se chamada de *Enterprise Resources Planning* (ERP), sendo considerado como um dos desenvolvimentos mais significativos do MRP (CHUNG; SNYDER, 2000; KUMAR; HILLEGERSBERG, 2000; AL-MASHARI, 2003). Com um quadro de aplicações abrangentes, esse software passou a influenciar o *modus operandi* das empresas de uma forma geral, com o PCP utilizando-o como elemento base para realizar as atividades de planejamento, programação e controle da produção, para comunicar os dados aos clientes e para promover a integração computacional com os fornecedores.

No entanto, os problemas de grandes volumes de estoques, fluxo de materiais, gargalos de produção, entre outros, não foram completamente resolvidos e tomaram importância na medida em que as empresas procuravam reduzir seus custos de produção e melhorar os serviços aos seus clientes. Isso pode ser interpretado como a necessidade das empresas em reduzir os *lead times* de produção, tornando-as mais ágeis às necessidades dos clientes. E o crescente envolvimento do PCP com os sistemas computacionais, materializados pelo ERP não alterou o alinhamento com a produção em massa e seus paradigmas.

Assim, enquanto os sistemas de informação ERP dominaram todo um cenário, formando a base do que pode se chamado de PCP computadorizado, no chão de fábrica e de forma contundente estava se delineando novas práticas de controle da produção. Essas práticas tomaram importância a partir da década de 1970 na medida em que aumentava a necessidade de se realizar o controle mais aprimorado das atividades de chão de fábrica em busca da redução dos custos de produção. Essas práticas e métodos tiveram como berço a empresa automobilística Toyota Motor Company por meio do seu sistema conhecido como Sistema Toyota de Produção. Essas novas práticas e métodos estabeleceram novas abordagens de produção, voltados para erradicar os desperdícios como excessos de estoques provocados principalmente pela superprodução, ficando conhecido como *Just-In-Time* (JIT). Um novo paradigma de produção que posicionou as melhores práticas a fim de obter maior eficiência do processo produtivo, dando habilidade às empresas de responder rapidamente às mudanças no chão de fábrica e revolucionando a capacidade de produzir uma gama de produtos de forma viável e em lotes menores se comparados à lógica tradicional de produção.

Especialmente na indústria americana, várias tentativas foram feitas no sentido de captar esses novos métodos de produção com o objetivo de não perder de vista os critérios de excelência atingidos pela Toyota. De forma sistematizada, o *Lean Manufacturing* passou a representar para o mundo ocidental a busca pela excelência operacional já adquirida pela Toyota. Tal situação levou também os PCPs dessas indústrias a reverem seus métodos como forma de melhor balancear, sincronizar e nivelar a produção em pequenos lotes em busca da eliminação de desperdícios, com as práticas da gestão visual passando a apoiar as atividades de controle da produção. Ou seja, as novas técnicas oriundas da Toyota colocaram em cheque os princípios do PCP computadorizado em voga. Era preciso pensar no trabalho em equipe, na reorganização dos locais de trabalho, na gestão do pessoal pelo estoque, e como apontado por Liker (2005), no reconhecimento da gestão visual como uma prática superior de gestão. Dessa forma, deve ser reconhecido que as mudanças do ambiente de produção reduzindo *lead times*, reduzindo ou eliminando os estoques e procurando a estabilidade operacional, fez também o PCP rever seus métodos e processos.

Motivada pela complexidade das atividades de PCP, uma reflexão sobre como as empresas de manufatura vêm organizando seus PCPs deve ser realizada, pois essa evolução dos métodos e processos do PCP das empresas de manufatura ao longo do tempo não é puramente linear, mas depende de outros aspectos que devem ser levados em consideração como o conhecimento das empresas em relação às diferentes alternativas para formulação e implementação de um projeto de PCP, o grau de maturação das empresas com as práticas existentes de PCP, os critérios de prioridade que se dá ao PCP e se as empresas estão envolvidas com os princípios da Manufatura Enxuta. É diante dessa problemática de projeto de PCP que se elaborou a questão de pesquisa dessa tese colocada a seguir.

1.2 QUESTÃO DE PESQUISA

Com base no contexto descrito que mostra a evolução dos sistemas de produção ao longo dos anos, com o foco identificando a evolução das práticas de PCP, e sabendo-se que essa evolução depende de uma série de fatores, a questão de pesquisa formulada para essa tese é a seguinte:

Como as empresas de manufatura vêm projetando seus PCPs na busca de uma melhor eficiência operacional?

1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.3.1 Objetivo geral

Desenvolver e validar um modelo de evolução funcional do Planejamento e Controle da Produção que representa a inserção crescente dos Sistemas de Informação Industrial e das práticas da manufatura enxuta nos métodos e processos do PCP em empresas de manufatura do setor metal-mecânico.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar, de forma preliminar, as práticas de PCP em empresas de manufatura.
- Sintetizar a discussão sobre as práticas, métodos e processos de PCP de acordo com a literatura especializada.
- Definir um modelo evolutivo funcional do Planejamento e Controle da Produção procurando enfatizar a estrutura e infra-estrutura, bem com o processo do PCP.
- Realizar uma pesquisa exploratória em empresas de manufatura como forma de validar o modelo apresentado.
- Identificar e analisar por meio de estudos de caso cruzados, aspectos das empresas relacionados à estrutura e infra-estrutura e processo do PCP, procurando identificar padrões que permitam a classificação das empresas pesquisadas de acordo com o modelo evolutivo apresentado.

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Essa pesquisa delimita-se ao estudo do Planejamento, Programação e Controle da Produção em empresas de produção por manufatura do setor metal-mecânico, excluindo-se empresas de produção por processo e por projeto.

Conforme já apontado, as atividades de PCP nas empresas de manufatura englobam diferentes horizontes de planejamento, incluindo o fornecimento de informações para decisões de longo prazo, o trato da demanda e fornecimentos em termos de volumes e *mix* de produtos em médio prazo e o comando da produção envolvendo pessoas, materiais e equipamentos em curto prazo (WALLACE; KREMZAR, 2001; VOLLMANN *et al.*, 2006). A pesquisa apresentada está voltada às atividades de PCP nos horizontes de planejamento em médio e curto/curtíssimo prazo e restringe-se em entender a evolução dessas atividades que representa a inserção crescente dos Sistemas de Informação Industrial e das práticas da

manufatura enxuta no PCP. Nesse sentido, essa pesquisa limita-se a buscar a resposta para a questão de pesquisa apresentada de um ponto de vista da estrutura e infra-estrutura do PCP, bem como do processo do PCP de empresas de manufatura no ramo metal-mecânico, tratando do fluxo de informações desde o plano mestre de produção até o controle de chão de fábrica.

1.5 JUSTIFICATIVA

Essa pesquisa é fruto de um trabalho de reflexão que visa dar uma contribuição teórica sobre como as empresas de manufatura do setor metal-mecânico vêm projetando seus PCPs na busca por uma melhor eficiência operacional. De fato, a literatura é rica em soluções e arranjos de PCP para diversos ambientes industriais e se reconhece que é um tema abordado historicamente.

Para lidar com as complexidades inerentes às atividades de planejamento, programação e controle da produção, numerosas ferramentas de apoio têm sido utilizadas nos projetos de PCP, que historicamente vem evoluindo também em sofisticação e complexidade (OLHAGER; WIKNER, 2000; MABERT, 2007). Tais soluções, muito embora não sejam triviais, conforme apontam Olhager e Wikner (2000), são alcançadas por meio de uma melhor adequação das ferramentas aos ambientes de manufatura nas quais estão inseridas.

Assim, a discussão sobre o uso de sistemas de informação como ferramenta de apoio no dia a dia do PCP tem sido amplamente abordada (CHUNG; SNYDER, 2000; GUPTA; KOHLI, 2006; JACOBS; WESTON, 2007). Ainda que se reconheça a importância dos sistemas computacionais no *modus operandi* do PCP, isso não é suficiente para entender a mudança com que vem passando os PCPs das empresas de manufatura para enfrentar os problemas de uma demanda mais flutuante, introdução de produtos mais complexos, redução do ciclo de planejamento, entre outros.

Nesse contexto, práticas que visam a excelência operacional também têm afetado o modo de operacionalizar o PCP das empresas, voltadas para a gestão

visual, promovidas inicialmente pelo Sistema Toyota de Produção e posteriormente melhor sistematizadas pelo *Lean Manufacturing* (VOSS, 1995; PANIZZOLO, 1998). Essa nova abordagem vem colocando em questão os pressupostos e princípios do PCP tradicional que possui o computador como ferramenta padrão de trabalho.

De certa forma, essa procura pela eficiência operacional tem conduzido as novas configurações do PCP, abrangendo ferramentas computacionais para o planejamento de médio e longo prazo e práticas visuais em curto prazo (BENTON; SHIN, 1998; MILTENBURG, 2001; OLHAGER; SELLDIN, 2007).

O problema central abordado nessa pesquisa refere-se, assim, à evolução funcional do PCP, observando a estrutura e infra-estrutura de apoio, e o processo do PCP. Como a decisão por um projeto de PCP em uma empresa de manufatura também é uma questão de cultura e conhecimento, não se limitando apenas à questão histórica, há a necessidade de conhecer com mais profundidade de como as empresas de manufatura vêm projetando seus PCPs, com as influências das evoluções dos sistemas de informação industrial e das práticas do *Lean*. Para tal, um modelo evolutivo do PCP foi desenvolvido como forma de dar uma efetiva compreensão dos métodos e processos de PCPs adotados pelas empresas de manufatura do setor metal-mecânico. Um importante objetivo desse modelo de classificação proposto é fornecer um maior entendimento das complexidades das operações das atividades de planejamento, programação e controle da produção e mostrar como os PCPs estão se transformando a fim de lidar com as mudanças das empresas de manufatura em busca de uma melhor eficiência operacional.

1.6 ORGANIZAÇÃO DA TESE

Essa tese está organizada em seis capítulos, descritos a seguir:

No **Capítulo 1** apresenta-se a introdução da pesquisa com uma motivação para o tema, contexto e foco da pesquisa, a questão de pesquisa, o objetivo, a delimitação, a justificativa e a organização do trabalho que se apresenta.

No **Capítulo 2** apresenta-se uma revisão da literatura sobre o PCP, incluindo: a evolução dos sistemas de manufatura; a evolução computacional dos sistemas de apoio ao PCP; as influências do Sistema Toyota de Produção nos métodos do PCP.

No **Capítulo 3** mostra-se uma revisão da literatura especializada em metodologia científica contribuindo para dar base científica à pesquisa apresentada. O enfoque maior nesse capítulo é dado para procedimentos de pesquisa por estudos de caso, abordagem usada nessa pesquisa de tese.

No **Capítulo 4** é descrita a pesquisa propriamente dita, com a reapresentação da questão de pesquisa, a apresentação do modelo evolutivo do PCP, as proposições geradas e a descrição dos casos estudados segundo o procedimento por estudo de caso.

No **Capítulo 5** apresenta-se uma análise dos dados coletados utilizando o método de estudos de caso cruzados e as análises das proposições.

Por fim, o **Capítulo 6** onde são apresentadas as considerações finais e recomendações.

CAPÍTULO 2

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esse capítulo tem por objetivo apresentar e discutir a evolução funcional do PCP de acordo com a literatura especializada, mostrando a organização das atividades de planejamento, programação e controle da produção desde a produção em massa até as práticas mais modernas de gestão.

2.1 UMA BREVE HISTÓRIA DO INÍCIO DA MANUFATURA

A produção industrial nasceu no século XVIII proveniente da união dos ingredientes carvão mineral, metalurgia e máquina a vapor, puxada pela grande demanda de produtos têxteis para uma população urbana crescente e florescente. Foram necessários mais de cem anos para que, na década de 1850 do século XIX se estabelecesse a intercambiabilidade de peças na indústria americana de armas leves e com ela, a manufatura industrial, que veio a ser chamada na época de “sistema americano de produção”. Por meio desse método de produção a indústria de manufatura americana ganhou definitivamente sua maturidade, surgindo indústrias para diversos outros produtos como bicicletas, máquinas de costura, indústrias moveleiras, entre outras, como mencionado por Hounshell (1985) ao descrever o desenvolvimento da indústria americana entre 1800 e 1932.

Como a idéia da intercambiabilidade requeria dividir os produtos em peças e componentes, muitas indústrias americanas passaram a utilizar máquinas especiais para cada operação individual a fim de produzir essas peças, e nas observações de

Best (1990), para garantir que as operações fossem executadas dentro de tolerâncias estabelecidas de modo que as peças podiam ser movidas sem a exigência de encaixes manuais, sistemas especializados de medição foram projetados, um para o operador, o segundo para o supervisor e um terceiro sistema de medição para acompanhar os dois primeiros periodicamente. Esse fato fez emergir um outro tipo de indústria, a de construção de máquinas especializadas para a 'manufatura intercambiável' (BEST, 1990).

Nesse contexto industrial, questões de organização, coordenação e controle da produção levaram a formulação da Administração Científica, tendo Frederick W. Taylor como pioneiro. Muita atenção foi dada aos princípios de Taylor como forma de aumentar a produtividade e a eficiência do trabalhador, envolvendo a eliminação dos tempos ociosos dos trabalhadores da produção e a substituição dos métodos empíricos por métodos científicos. É o que Schonberger (1988) comenta que finalmente as metas implícitas da revolução industrial foram alcançadas e que a administração científica veio completar a padronização da fábrica.

2.1.1 A produção rígida de Ford

Um dos personagens mais emblemáticos da história da manufatura foi Henry Ford¹ (1863-1947) que se venturou em uma indústria que reunia a intercambiabilidade de peças, a divisão do trabalho e o fluxo de produção para criar um dos primeiros grandes sucessos mundiais da indústria de manufatura, a linha de fabricação do Ford modelo T. Nesse contexto histórico, essas características básicas no modo de operação das indústrias marcaram a nova indústria manufatureira, conforme destacado por Duguay; Landry; Pasin (1997), observando a mecanização do processo de fabricação também como elemento fundamental.

As inovações trazidas pelas máquinas especiais, em conjunto com a visão de aumento de eficiência da produção representaram os primeiros passos na direção do paradigma da produção em massa. E é por meio da junção do princípio da

¹ Henry Ford foi o criador do sistema de produção automotiva. Em 1903, ele criou a Companhia Ford Motor com o princípio de fabricar um grande número de carros de formato simples e com baixos custos (GOUNET, 1999).

intercambiabilidade de peças, com máquinas especiais e medições precisas, mais o princípio da produção em linha que se definiu a produção em massa em sua forma amadurecida, com o objetivo de aumentar o volume de produção (BEST, 1990). A idéia passou a ser a geração de economias de escala para se obter eficiência de produção. Isso só foi possível com base na existência de um mercado mais aquecido na época, que na visão de Best (1990), a empresa que dominasse esse método de produção dominaria o *market share* e teria recursos financeiros para novos investimentos.

De um ponto de vista da organização da produção, as primeiras transformações foram no modo de disposição das máquinas, geralmente agrupadas por função. Com o aumento do volume de produção, aumentou-se a movimentação de materiais entre diversos departamentos, e com isso, resultou em congestionamentos e aumento de inventários no chão de fábrica. A focalização do problema levou à idéia da disponibilização das máquinas em linha, na ordem das operações, conforme a seqüência de produção requerida. Essa disposição abriu caminhos para uma nova pressão a fim de expandir a capacidade de produção até alcançar o balanceamento dos processos (BEST, 1990). Como conseqüência, os engenheiros concentraram suas atenções em pontos que bloqueavam o aumento de velocidade de produção, os conhecidos gargalos de produção.

Ford aplicou esse princípio da organização das máquinas em linha para uma indústria de metalurgia e depois para o seu Ford T. Todavia, na visão de Harvey (2006), em muitos aspectos as inovações tecnológicas organizacionais de Ford eram mera extensão de tendências bem estabelecidas e que ele racionalizou velhas tecnologias e fez uso de uma detalhada divisão de trabalho preexistente. No entanto, ressalta-se que ao fazer isso, Ford conseguiu ganhos dramáticos de produtividade (HARVEY, 2006, p. 121). Ford, na verdade, era um entusiasta pela intercambiabilidade de peças, pois sabia que seria impossível estabelecer um grande volume de produção se fosse necessário realizar encaixes e ajustes de cada componente em um produto final. Dessa forma, o departamento de engenharia de Ford voltava-se para o aperfeiçoamento de instrumentos especializados de forma a simplificar o processo de montagem.

Nesse contexto de transformações do plano organizacional, as idéias de Ford passaram a simbolizar a produção em massa, porém nem sempre compartilhada por

todos. Charles Sorensen, em “My Forty Years with Ford”, em 1956, registrava “*Henry Ford had no ideas on mass production. He wanted to build a lot of autos. [...]. In later years he was glorified as the originator of the mass production idea*” (HOUNSHELL, 1985, p. 217). Ohno (1997) também é um dos defensores dessa idéia de que Ford não tinha idéia da produção em massa, comentando:

[...] a automação e o sistema de fluxo de trabalho inventados e desenvolvidos por Ford e seus colaboradores nunca carregaram a intenção de fazer com que os operários trabalhassem cada vez mais [...]. Acho que sua verdadeira intenção era ampliar um fluxo de trabalho da linha de montagem final a todos os outros processos. Estabelecendo-se uma fluência que relaciona, não somente a linha de montagem final, mas todos os processos reduzir-se-ia o tempo de atravessamento [...]. Entretanto, os sucessores de Ford não fizeram com que a produção fluísse como Ford desejou. Eles acabaram chegando ao conceito de que ‘quanto maior o lote, melhor’ (OHNO, 1997, p. 111).

O fato é que nessa nova abordagem de produção de ‘quanto maior o lote melhor’, ainda de acordo com Ohno, representou a característica dominante do mundo industrial durante anos a seguir, em que as empresas de manufatura, preocupadas com a produtividade, procuravam evitar qualquer parada de suas máquinas.

2.1.2 A produção flexível de Sloan

Para um cenário de alto consumo, ambiente estável e previsível é inegável a contribuição que Henry Ford trouxe para a indústria da América. No entanto, as transformações promovidas por ele estavam diretamente relacionadas ao chão de fábrica, sem se envolver com aspectos do sistema administrativo. Com o início de uma mudança no mercado exigindo automóveis mais sofisticados e diferenciados, Alfred Sloan², eleito presidente da General Motors (GM) em 1919, começou a oferecer modelos diferentes de veículos a fim de satisfazer o mercado mais amplo que a empresa desejava atender, tornando os processos de produção mais complexos, sem, contudo, realizar grandes alterações no sistema iniciado por Ford. De um ponto de vista mercadológico, esse fato representou o início do declínio da

² Alfred Sloan é considerado o criador da organização moderna, com métodos de gerenciamento e modelos de negócio que levou a GM ao *status* de maior montadora de automóveis do mundo na época considerada. Foi presidente da GM por 35 anos.

Ford Motors, perdendo grande fatia do mercado e a liderança no ramo automobilístico. Na observação de Sloan em 1963, citado por Hounshell (1985, p. 263).

De fato, a General Motors tinha modelos anuais na década de 20, para cada ano após 1923 e tem sido assim até então, mas [...] nós não tínhamos em 1925 formulado o mesmo conceito que temos hoje. [...]. Foi uma questão de evolução. Consequentemente pelo fato de trabalharmos com mudanças anuais, e o reconhecimento das necessidades de mudanças, forçaram-nos a regularizar essas mudanças. Quando as mudanças tornaram-se regularizadas, por volta da década de 30, nós começamos a falar em modelos anuais. Eu não acredito que o Sr. Ford tenha se importado com essa idéia.

Isso de fato, representou um duro golpe à rigidez imposta por Ford para a fabricação de seus carros padronizados e universais, criando um problema de demanda para sua empresa. Ford almejou solucionar esse problema fazendo uma conexão entre produção em massa e consumo em massa, mas sozinho, não conseguiu resolver. Nessa situação, enquanto as máquinas especiais eram empregadas por Ford para produzir cada peça de seus carros, na GM essas máquinas deram lugar às máquinas universais que podiam ser alteradas para produzir outros tipos de peças para novos modelos de carro no ano seguinte. Esse novo sistema passou a ser chamado de produção em massa flexível, tornando-se essencial para manter a competitividade (HOUNSHELL, 1985).

Dessa forma, com maior agilidade trazida tanto pela flexibilização das máquinas quanto pela produção em várias plantas da GM, o resultado para Ford, como é relatado por Best (1990), foi o fechamento de fábricas, demissões e perdas financeiras, com um novo crescimento vindo somente após a Segunda Guerra Mundial, agora à sombra da nova gigante da indústria da América.

A par dessas modificações, Sloan fez contribuições sob o ponto de vista gerencial com a criação de divisões descentralizadas, gerenciadas por 'números', ou seja, por meio de relatórios sobre as vendas, participação no mercado, estoques, entre outros, julgando desnecessário e inadequado para gerentes em nível de corporação conhecer os detalhes de cada divisão, bastando que se orientassem pelos 'números' (WOMACK; JONES; ROOS, 2004).

Na prática, Sloan contribuiu para uma mudança de mentalidade nos princípios de gerência da indústria automobilística. Essa mudança gerencial proposta por Sloan respondendo a uma demanda mais diversificada conforme mencionado,

representou a liderança da GM por volta de 1926. Essa prática evoluiu não apenas para outras empresas automobilísticas, mas também para indústrias de outros setores.

Com todas essas transformações tecnológicas e organizacionais, os processos de manufatura tornaram-se mais complexos, pois além do aumento do volume de produção, aumentou-se também a variedade de produtos oferecidos. O resultado refletiu na necessidade de manusear grandes quantidades de componentes diferentes, tomando grandes espaços no chão de fábrica e nos depósitos para armazenamento a fim de evitar qualquer parada da linha de montagem por falta de material. Como os tempos de troca das máquinas eram relativamente altos, era economicamente mais viável produzir grandes lotes antes da próxima parada de máquina para troca de modelos do que produzir lotes menores e com trocas mais freqüentes, resultando em estoques ainda maiores. Toda essa complexidade exigiu dessas empresas de manufatura um maior controle dos materiais em estoque, de sorte que levou ao aparecimento das primeiras técnicas para o gerenciamento de inventários ainda nos ramos da intercambiabilidade (HITOMI, 1979, p.198).

Essa tentativa de sistematizar a administração em geral e os processos produtivos ao longo da história da manufatura, até então desprovidos do que Hughes (2004) chama de “ordem, sistema e controle”, encontrou amparo em um cenário no início do século XX caracterizado por um grande entusiasmo de consumo e a possibilidade de inúmeras aberturas para novos negócios. É nesse ambiente que Hughes introduz em seu livro um comentário a respeito do desenvolvimento tecnológico dos Estados Unidos, uma era de entusiasmo tecnológico passando pela história, o que chamou de *American genesis*. Nesse contexto de sistematização, deram-se as primeiras contribuições para o gerenciamento de estoques de materiais, e por assim dizer, de modo mais enfático, às atividades de planejamento e controle da produção.

2.2 PCP: DA ORIGEM À ERA COMPUTACIONAL

As transformações dos sistemas de produção trouxeram conseqüências à administração de materiais e estoques, conforme já mencionado. Para um cenário industrial caracterizado pela produção em alto volume, na mais legítima forma tradicional de organização, a existência de grandes volumes de estoques em processo e de produtos acabados era uma conseqüência natural, o que fez as indústrias voltarem suas atenções para o controle desses estoques.

Uma das mais importantes contribuições nessa área de gestão de estoques foi a teoria do lote econômico, desenvolvida por F. W. Harris em 1914 com o objetivo de minimizar os custos de aquisição, bem como os custos de estoques de material (SHAFER; MEREDITH, 1998). Na teoria clássica para a gestão de estoques, o tamanho do lote é uma função de dois custos: a de manter os estoques de material, e que esses custos aumentam quando se aumenta o tamanho do lote, e os custos de *setup*, que são reduzidos na medida em que o lote é maior. A lógica do lote econômico estava em justamente otimizar um setor especializado de forma isolada, estabelecendo um compromisso de minimizar os dois custos envolvidos colocados (ZILBOVICIUS, 1999). Ou seja, uma teoria expressiva que encontrou respaldo nas práticas industriais, onde se procurava otimizar o todo com base na otimização das partes.

Os anos seguintes mostrariam que a teoria do lote econômico se constituiria a pedra fundamental do gerenciamento de estoques. Na seqüência, em 1934, surgiu a técnica ponto de ressuprimento ou *Reorder Point System* (ROP) que levava em consideração a quantidade de material a ser comprada ou produzida e o nível de estoque para disparar um pedido de compra ou produção de material (MABERT, 2007). Para essa técnica, os pedidos de reabastecimento eram colocados de forma manual o mais cedo possível, gerando sempre um estoque extra de material disponível para os operadores. Diante desse quadro, a técnica do ponto de ressuprimento, juntamente com o sistema de classificação ABC que permitia distinguir diferentes valores de importância relacionados aos diferentes itens estocados, representou uma forma preliminar de ordenar os níveis de estoque dos sistemas de produção em massa (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

É certo que a técnica ROP trazia riscos na contabilização dos estoques, havendo a necessidade de se acompanhar continuamente os níveis de estoque de cada item a fim de colocar um pedido de reposição, de forma independente, quando a quantidade daquele item estivesse abaixo do nível de ressuprimento estabelecido (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002). Todavia, esse risco permanecia oculto na medida em que havia padronização dos componentes, os ciclos de vida desses componentes fossem grandes e a demanda fosse estável (VOLLMANN *et al.*, 2006). Além do mais, a técnica ROP consumia muito tempo dos responsáveis pelo controle de materiais e também não garantia a precisão dos níveis de estoques. Essas dificuldades cresciam na medida em que aumentava o volume, a variedade e a complexidade dos produtos produzidos.

Outras linhas de pesquisa importantes se desenvolveram por volta de 1940, trazendo um grande desenvolvimento de métodos quantitativos na área da pesquisa operacional: a primeira foi o desenvolvimento da própria disciplina de pesquisa operacional espalhando suas contribuições para o mundo industrial; a segunda foi o trabalho inicializado por Shewhart na aplicação de princípios estatísticos no controle de processos por meio de cartas de controle da qualidade e gerenciamento da qualidade (VOSS, 1995). Essas pesquisas de métodos quantitativos, mais tarde, dariam grandes contribuições às atividades de planejamento e controle da produção por meio dos sistemas computacionais.

Com o fim da Segunda Guerra Mundial, as técnicas científicas aplicadas para a solução de problemas de guerra voltaram-se para o controle da produção nas indústrias, alcançando resultados notáveis nas técnicas para previsão e controle de estoques. No entanto, inicialmente, configuram-se barreiras na aplicação dessas técnicas, dado que muitas indústrias nem mesmo tinham seus dados de produção como lista de materiais e roteiros completamente definidos e organizados.

Provavelmente o maior problema na aplicação de técnicas científicas na indústria foi o fato de que as empresas não estavam preparadas para essas técnicas. As empresas ainda nem tinham começado a resolver muitos de seus problemas básicos no controle da manufatura. Muitas empresas nem mesmo tinham de forma razoavelmente precisa uma lista de materiais para fabricar seus produtos e rotas ou seqüências de operações. Elas dependiam sobremaneira da memória das pessoas [...]. Antes que as técnicas científicas pudessem ser aplicadas, informações básicas precisam estar disponíveis e de forma precisa. Além disso, o volume de cálculo requerido para aplicação de tais técnicas como a determinação estatística da previsão e pontos de ressuprimento, ambas desenvolvidas pela pesquisa

operacional, era considerado muito além das capacidades dos sistemas manuais (PLOSSL, 1985, p. 4).

Para ajudar no desenvolvimento e na disseminação desses princípios e técnicas na área de controle de estoque e produção foi formada uma associação por grupo de especialistas denominada *American Production and Inventory Control Society* (APICS). Essa associação, a partir de 1957, começou a ensinar práticas sobre controle de estoque e operações por meio de treinamentos e educação superior, seminários e conferências, certificando os profissionais envolvidos em uma abrangência mundial (BLACKSTONE; COX, 2005). Era uma forma de padronizar os conceitos e as técnicas nas indústrias da época. Como salienta Wight (1974), um dos “gurus” da técnica de planejamento de materiais, a abordagem empírica “vamos tentar para ver o que acontece” foi substituída gradualmente por um conhecimento prático, onde técnicas significantes foram identificadas e mais entendidas, incluindo o inter-relacionamento entre as mesmas.

É de ser ressaltado o intenso trabalho manual realizado pelo PCP desta época, mesmo com auxílio de máquinas automatizadas para perfurar cartões, classificar e tabular as ordens de produção a fim de determinar a quantidade necessária de cada componente para uma demanda no plano mestre de produção ou *Master Production Scheduling* (MPS)³ (MABERT, 2007). É bem verdade que, muito embora essas atividades de PCP exigissem intenso esforço manual, a lógica adotada por trás dessas atividades manuais se tornaria a base para os sistemas que surgiriam com o advento dos computadores (MABERT, 2007).

As primeiras aplicações computacionais nas indústrias eram bastante restritas e específicas, sendo que as empresas utilizavam os computadores principalmente para a contabilidade. Davenport; Marchand; Dickson (2004, p. 41) expressam que “por ser completamente formalizada, a contabilidade era o processo ideal de negócios para ser automatizado. Era fácil transformar uma fórmula de contabilidade em um código de programa”.

Assim, como as atividades de PCP também exigiam cálculos sistematizados, logo os computadores passaram a fazer parte desse processo, com o

³ O MPS representa o que a empresa planeja produzir e expressa em configurações específicas as quantidades e datas para cada produto ou família de produtos. Leva em consideração a previsão de vendas, os pedidos em carteira, disponibilidade de materiais, disponibilidade de capacidade, políticas e metas.

processamento de listas de materiais inteiras contendo centenas ou milhares de componentes, reduzindo substancialmente o tempo para gerar um plano de necessidades de materiais e controle de estoques.

Se de um lado os computadores ofereceram facilidades para as atividades de planejamento da produção, tornando-se aos poucos, ferramentas padrão de trabalho, de outro houve a necessidade de uma maior disciplina no manuseio das informações, de forma a inserir dados corretos e precisos nos programas de computador a fim de gerar uma programação da produção válida. Para tanto, foi preciso se preparar para receber esses novos recursos, fato nem sempre percebidos pelas indústrias da época, como aludido por Plossl (1985). Mas não se pode negar que, como as empresas de manufatura se ressentiam de problemas provocados pela incapacidade de obter informações corretas e precisas sobre o gerenciamento dos níveis de estoques, encontraram no computador a resposta para seus problemas: o computador parecia ser a solução (WIGHT, 1974). Era a chance que as indústrias tinham de gerenciar e organizar seus processos produtivos de uma forma muito mais eficiente se comparados aos métodos manuais.

Já na década de 1960, com a produção em massa ainda preponderante, houve um grande interesse em criar um sistema de informação compreensivo para toda a organização. Isso ficou conhecido como o conceito de “sistema total” (FORD; LEDBETTER; GABER, 1985). Dessa forma, sistematicamente, os antigos sistemas de planejamento de materiais começaram a ser informatizados provocando uma verdadeira revolução no PCP das indústrias. Nesse ponto, Wight (1974) lista três fatores que levaram ao sucesso o uso de computadores em ambientes de manufatura:

- a IBM desenvolveu o sistema computadorizado *Communication Oriented Production Information and Control System* (COPICS) em 1965. Um sistema voltado para o planejamento, programação e controle da produção, integrando decisões de previsão, programação, estoque e compras;
- a prática com sistema da IBM e de outros similares levou a um conhecimento prático sobre o uso dos computadores;
- pesquisadores sistematicamente comparavam essas experiências e desenvolviam novas idéias sobre o gerenciamento da produção.

De imediato, essa fórmula computacional trouxe conseqüências para as atividades de PCP, de forma a sobrepujar seus métodos manuais. O fascínio pela informática passou a dominar o dia a dia do PCP, e com muito mais glamour notou-se uma abertura para o aparecimento de um novo tipo de recurso humano como observado por Hughes (2004), que destaca que esses novos sistemas computacionais eram organizados de tal forma para resolver problemas, devendo os novos recursos humanos adaptarem-se a eles. Essa característica sustentada por Hughes revela a criação de um novo ambiente interno, caracterizado não apenas pelos computadores, mas pela predominância de operadores desses sistemas, até então desconhecidos na história da industrialização. Doravante, essa nova categoria de recursos humanos tornou-se preponderante nas atividades de PCP das empresas de manufatura.

Sendo assim, a junção dos sistemas computacionais com recursos humanos especializados e experientes abriu espaço para uma nova técnica de gestão de estoques, conhecida como MRP, utilizada intensamente na produção em lotes (*batches*) a partir da década de 1970, constituindo-se como uma das principais técnicas para o planejamento, programação e controle da produção.

2.2.1 A técnica MRP para auxiliar as atividades de PCP

No quadro de evolução da informática, os anos 70 marcaram o aparecimento dos microcomputadores com maior poder de processamento e armazenamento de dados, características primordiais para os primeiros sistemas informatizados de PCP.

Os sistemas de informações desenvolvidos nesse período tinham um poder de processamento suficiente para suportar aplicações grandes e complexas e eram bastante confiáveis. As aplicações começaram a não ficar restritas à contabilidade. Sistemas de apoio à produção ajudavam os gerentes de chão de fábrica a monitorarem a produção. [...]. As áreas de finanças, gestão de recursos humanos e marketing, por sua vez, receberam a atenção dos programadores (DAVENPORT; MARCHAND; DICKSON, 2004, p. 42).

Embora a informática em rede não fosse uma realidade da década de 1970, para Davenport; Marchand; Dickson (2004), os benefícios de se utilizar os

computadores eram maiores que os custos associados e o abandono dessa ferramenta seria um retrocesso. Logo, não tardou a utilização dos computadores também no PCP.

A justificativa pela informatização do PCP passava pela necessidade de lidar com inúmeras quantidades de peças da lista de materiais, por problemas de volumes de estoques de componentes sobressalentes e a falta endêmica de outros, ora pelo desbalanceamento da capacidade, ora pela deficiência no fornecimento, e com mais frequência, também pela falta de controle de estoque. A função de pedir (produzir/comprar) baseado nas reais necessidades das empresas de manufatura aflorou devido à moderada concorrência que já se fazia presente na época e da maior diversidade de produtos que as indústrias passaram a oferecer. Dessa forma, evidenciou-se a impossibilidade das indústrias de manter em estoque um pouco de tudo e geri-lo de forma manual. Nesse sentido, com maior intermitência da produção, surge a necessidade de controlar o fluxo de materiais, operadores de chão de fábrica, ferramentas e outros recursos para manter a produção.

De sorte que, uma das primeiras ferramentas para se resolver os problemas provocados pela intermitência da produção foi o MRP, com verificação das necessidades de materiais e a programação das ordens de produção (quanto e quando produzir) para cada centro de trabalho com base no plano mestre de produção. De acordo com a APICS, o MRP é um conjunto de técnicas que usa os dados da lista de materiais, dados de estoque e do MPS para calcular os requisitos de materiais necessários, para recomendar liberações de ordens de reposição de materiais dentro de um *lead time* específico para cada material, determinando um cronograma de produção para o chão de fábrica e para o setor de compras (BLACKSTONE; COX, 2005). A definição da APICS é ilustrada na figura 2.1.

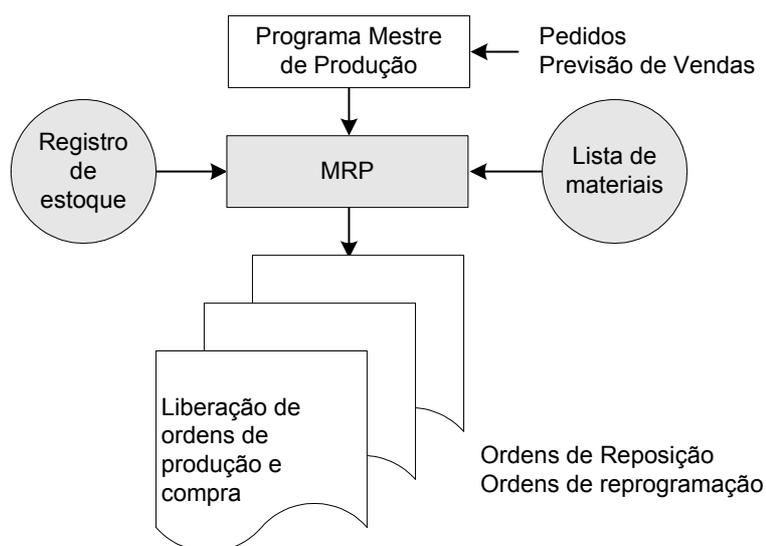


Figura 2.1 – Planejamento de Requisitos de Materiais.

Fonte: do autor (2007).

De acordo como Kumar e Meade (2002), esse sistema era normalmente referenciado como '*little MRP*' em que a capacidade produtiva era considerada infinita para efeito de cálculos.

O PCP passou a contar com uma ferramenta computacional poderosa e eficiente, sendo executado em grandes computadores centrais conhecidos como *mainframes*, desdobrando as necessidades do plano mestre em necessidades de peças e componentes. Em essência, “a abordagem do MRP visa, dentro do quadro de incertezas e de encadeamento de eventos que interferem na fabricação, oferecer um procedimento de sincronização de ações” (ZILBOVICIUS, 1999, p. 186). Assim, executar o software MRP era fazer referência à criação de um plano de produção para um mês ou um período maior por meio do envio de ordens de produção para os centros de trabalho e ordens de compra para os fornecedores de acordo com as necessidades, conforme já apontado, procurando sincronizar as ações. Os *lead times* eram pré-definidos e constantes, e o estoques de segurança estabelecidos como forma de evitar a falta de materiais necessários para a produção (BENTO; SHIN, 1998; TOOMEY, 1999; YÜCESAN; GROOTE, 2000; KRISHNAMURTHY; SURI; VERON, 2004). De forma geral, pode-se desde já presumir a influência

desses e outros fatores no desempenho do MRP e por conseqüência, na produção a partir de então (ENNS, 2002).

Para os sistemas MRP⁴, a execução do plano no chão de fábrica era de responsabilidade do programador ou controlador de cada departamento de forma a atender todos os pedidos enviados na data requisitada. Contudo, as tarefas de coordenar todo o fluxo de materiais e a liberação de ordens para o chão de fábrica ficavam a cargo do sistema centralizado. Era um modelo de hierarquia na qual autoridade e informação fluíam diretamente de cima para baixo, na mais legítima organização taylorista. Ou seja, com departamento de planejamento para administrar a empresa, retirava-se o poder de decisão do chão de fábrica, servindo à gerência de relatórios e números de produção.

The work of every workman is fully planned out by the management at least one day in advance, and each man receives in most cases complete written instructions [...]. This task specifies not only what is to be done but how is to be done and the exact time allowed for doing it (TAYLOR, 1967 apud BEST, 1990, p. 57).

Por volta do início da década de 1970, a sigla MRP já estava popularizada. Nasceram as cruzadas do MRP⁵ (PLOSSL, 1985; PTAK, 2000; MABERT, 2007). As atividades de PCP passaram a ser apoiadas por um sistema computacional, planejando a produção baseada na demanda dos consumidores, na quantidade disponível em estoque e nos materiais a receber. A quantidade de estoque ficou disponível para todos por meio de uma tela de computador. Em outras palavras, a técnica MRP representou um marco de evolução na história para o PCP, contribuindo para um melhor controle de estoque se comparada com as técnicas anteriores.

Não bastasse a técnica MRP ser mais apropriada para lidar com variações e incertezas da demanda se comparada com técnicas anteriores, os sistemas MRP também se tornaram ferramentas indispensáveis para as indústrias com produtos

⁴ Para Plossl (1994), o MRP não é um sistema, mas sim uma técnica que pode ajudar as indústrias nas atividades de controle da produção. Assim, nessa pesquisa, 'sistema MRP' é utilizado como referência às ferramentas computacionais que utilizam a lógica do MRP, ou seja, são os softwares de MRP.

⁵ As cruzadas do MRP representaram um conjunto de debates ocorridos durante a 14th conferência da APICS em Outubro de 1971. Joseph Orlicky, considerado o pai do MRP, apresentou um *paper* na conferência intitulado 'MRP – A hope for the future or a present reality – a case study', referenciando o MRP como a 'Cinderela' do planejamento e controle de estoques (MABERT, 2007).

padronizados e complexos, com vários níveis na composição da lista de materiais e com longos *lead times* de manufatura (PLENERT, 1999). A técnica MRP concebia as indústrias como organizações em que os processos fossem totalmente controlados por computador, e adequou-se mais aos sistemas de produção em lotes, ajustando a proteção da produção com estoques de forma mais eficiente (KRAJEWSKI; RITZMAN, 1996).

Normalmente, a produção em lotes era realizada, preferencialmente, em empresas organizadas em leiautes funcionais. Para esses casos e de acordo com a realidade da época, os sistemas MRP se adequaram à forma de produção adotada, enviando ordens de fabricação e rastreando-as para controlar a movimentação de materiais por todo o chão de fábrica. Para manter eficiência no trabalho, segundo Plenert (1999) era necessária uma grande quantidade de material disponível para se trabalhar, surgindo as grandes quantidades de estoques armazenadas na frente das estações de trabalho. Era a fórmula que os programadores encontravam para evitar a interrupção de trabalho por falta de materiais. Além disso, era economicamente mais viável produzir grandes lotes antes das próximas trocas e paradas de máquinas, conforme já apontado.

Um estudo compreensivo feito por Schroeder *et al.* (1981) mostrou os benefícios alcançados por mais de seiscentas empresas que instalaram o sistema MRP, entre eles o aumento do giro de estoque de 3.2 para 4.3, a redução do *lead time* de entrega de 71 para 59 dias, aumento de 16% das entregas no tempo prometido e redução de 13% do percentual de ordens requerendo *split* devido à falta de material. Consta ainda no estudo realizado pelos autores que entre os maiores benefícios colocados pelas empresas, em ordem de resultados mais expressivos, estavam a melhoria do controle de estoque e melhoria na programação da produção. Mais tarde, Braglia e Petroni (1999) e mais recentemente Petroni (2002) mostraram que esses benefícios ainda são alcançados por meio da aplicação da técnica MRP pelas indústrias.

É notório que os sistemas MRP trouxeram avanços significativos para as empresas de manufatura por meio de um processamento de informações muito mais ágil. Mas esses sistemas também trouxeram novos desafios como a tentativa de romper com os tradicionais sistemas informais e manuais. Contudo, essa transição nem sempre foi rápida e pacífica. No início, para muitas empresas, a convivência

entre o formal e o informal gerou muitas confusões de maneira que as próprias pessoas não conheciam como gerenciar os estoques por meio dos computadores. As empresas de manufatura, de certa forma, não estavam acostumadas com esses novos sistemas formais e se precavam das possíveis falhas e deficiências dessas ferramentas por meio de seus sistemas informais, tão comum na época e que ultrapassou fronteiras no tempo.

A expedição de ordens para a produção e para o departamento de compras continuou exatamente como antes. [...]. A teoria de gerenciamento de estoques estava fortemente concentrada em QUANDO pedir. A prática do controle da produção focava na tentativa de se obter o material para cobrir a reais NECESSIDADES (WIGHT, 1974, p. 28).

Esse fato colocado por Wight revela uma postura por parte de muitas empresas de manufatura que, ao invés de utilizar sistemas formais voltados para 'quando pedir', utilizavam sistemas informais concentrados nas suas necessidades. Disso resultava um sistema pobre em que, conforme Wight (1974, p. 28), "*it expedited, but it never unexpedited*", com prioridades de produção desatualizadas no chão de fábrica e com muitas ordens de produção e compras atrasadas.

2.2.2 O MRP em direção à análise de capacidade de produção

Um desafio para as empresas na programação da produção por meio do MRP estava na liberação da ordem propriamente dita para o chão de fábrica de forma a programar cada centro de trabalho de acordo com sua capacidade de produção. Para esse caso, Oliver Wight propôs ainda no ano de 1970 uma técnica simples chamada de *input/output control*. O objetivo era regular a capacidade e a carga de trabalho programada de modo a determinar os estoques em processo e os *lead times* (LUNN; NEFF, 1992; SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002; HYER; WEMMERLÖV, 2002). A técnica tornou-se um indicativo para verificar a produção de um centro de trabalho em comparação com o planejado. Cabia ao operador alterar ou não a programação da produção com base nesse indicativo.

Novamente, apoiados pela evolução dos computadores e a presença de um maior número de fornecedores de software, não demorou o desenvolvimento de novas versões do MRP no final da década de 1970 e início de 1980, a exemplo do

SAP⁶, principalmente em direção do cálculo de capacidade de produção. A partir de então, os sistemas MRP passaram a ser chamados de MRP de malha fechada (LANDVATER; GRAY, 1989).

O modo como se entendia esses novos sistemas era bastante peculiar. Se essa nova ferramenta procurava dissipar obscuridades do controle de capacidade, não foi para mudar a forma de planejamento e controle da produção por completo, mas apenas para reforçar o que já existia desde a época de Taylor: critérios considerando a capacidade produtiva que, nos sistemas MRP tradicionais foi somente levada em conta graças à evolução dos computadores, capazes de lidar com um número muito maior de informações e realizar cálculos de forma mais rápida. A figura 2.2 mostra o MRP com análise de capacidade feita após o desdobramento das necessidades líquidas. Esses sistemas apenas mostravam um indicativo de capacidade de produção, mas não alteravam o planejamento por algum problema de capacidade.

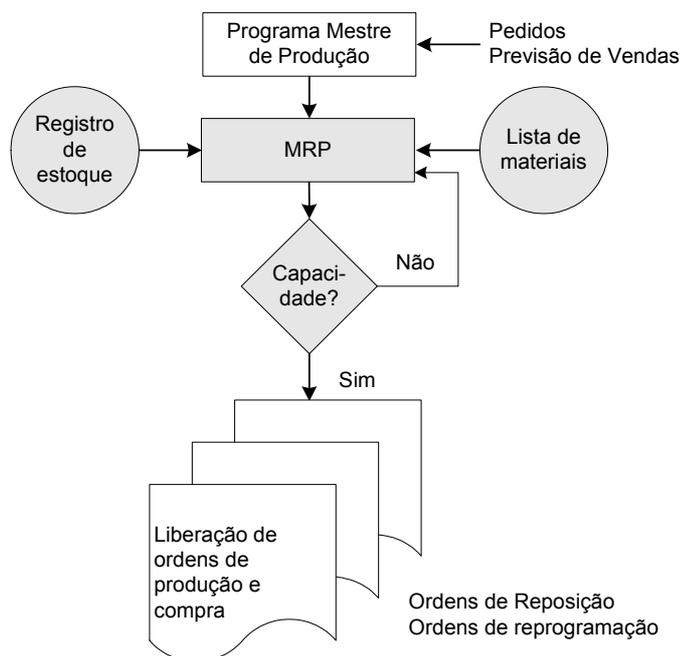


Figura 2.2 – MRP de malha fechada.

Fonte: do autor (2007)

⁶ Em 1972, cinco engenheiros de sistemas decidiram abandonar seus empregos e fundaram a *Systemanalyse and Programmentwicklung* (SAP) ou Sistemas, Aplicações e Produtos para Processamento de Dados. A idéia por trás dessa iniciativa era a criação de uma solução computacional única, totalmente integrada, capaz de automatizar todos os processos inerentes a uma empresa (SAP, 2006).

A inclusão da função de cálculo de capacidade deu mais subsídios à programação da produção. No entanto, um ponto a ser considerado é que, mesmo a adição dessa função, as limitações de capacidade não eram usadas pelo sistema para limitar o carregamento das ordens, sendo, portanto, caracterizado como sistema de capacidade infinita. Assim, é importante destacar que o MRP não prevê nenhuma forma objetiva de ação mediante problemas relacionados à falta de capacidade de produção. Essa tarefa é do programador, cabendo ao programa apenas o aviso de possíveis problemas.

Embora a técnica MRP tenha se espalhado, de uma forma ou de outra por diferentes países, os termos MRP e MRP de malha fechada não tiveram a mesma repercussão. Em países como a Alemanha, o termo malha fechada, mesmo na época áurea do MRP, nem sequer era utilizado. É o que coloca Porter *et al.* (1996a), lembrando que, ao invés desses termos, o termo 'planejamento e controle da produção' é geralmente utilizado para descrever os processos de planejamento de capacidade, planejamento de requisitos de materiais, controle de chão de fábrica, liberação e controle de ordens, etc., nem sempre presentes na lógica do MRP.

2.3 O PCP COM ÊNFASE NA INTEGRAÇÃO COMPUTACIONAL

Para ser bem compreendida, a evolução do PCP ao longo da história exige reflexões sobre as influências dos recursos computacionais no PCP e como esses recursos permitiram uma mudança de escopo dos sistemas de planejamento. De fato, as indústrias recorriam às soluções computacionais como forma de alcançar os benefícios da redução de estoques, na busca por menores *lead times* de manufatura, redução de tempos de projeto, além de substituir o esforço humano nas suas respectivas funções e adquirir agilidade no processamento dos dados: “cada vez mais esses programas de produção fazem parte integrante de software de planejamento da manufatura mais abrangente”, é o que afirmam Gaither e Frazier (2002, p. 361). É tentador considerar tudo isso um prelúdio de uma nova era computacional, a da integração dos múltiplos sistemas computacionais, até então orientados para operar funcionalmente, em “ilhas” de automação.

A década de 1980 viu emergir o estímulo à integração de outros sistemas computacionais, inicialmente pela integração de aplicações de software para o desenvolvimento de produtos conhecidos como *Computer Aided Design* (CAD), com aplicações de computadores nos processos fabris, denominados de *Computer Aided Manufacturing* (CAM) e que juntos introduziram o conceito de *Computer Integrated Manufacturing* (CIM)⁷ (BROWNE; HARHEN; SHIVNAN, 1988; KUMAR *et al.*, 2005). A utilização de máquinas de comando numérico programadas por CAD/CAM passou a ser uma realidade para muitas indústrias, trazendo alto nível de flexibilidade⁸ e produtividade, com capacidade de operar peças complexas e com rapidez. Aos descrever o conceito de excelência em manufatura como ponto chave para a produção do século XXI, Hitomi (1996), descreve o CIM como um sistema computadorizado integrado em uma mesma base de dados envolvendo CAD, CAM e também o *Computer Aided Planning* (CAP), que inclui o planejamento de vendas, o plano de produção e programação das operações.

Disso tudo recorria à necessidade de reforçar a competitividade por meio de uma reestruturação dos sistemas computacionais, rompendo com as velhas tradições de funcionalidades. Assim, conforme pode ser observado na figura 2.3, uma visão do CIM com a inclusão de funções relacionada à qualidade *Computer Aided Quality* (CAQ), o PCP ficou envolto por toda essa tecnologia computacional, e inserido nessa nova realidade, passou a realizar suas atividades de planejamento, programação e controle da produção migrando de um sistema isolado para um sistema integrado de manufatura.

⁷ A sigla CIM foi utilizada pela primeira vez em 1973 e seu fluxo de informações passou a ser conhecido como SIS – *Strategic Information System* em 1985 (HITOMI, 1986, p. 35).

⁸ Para Slack (2005), a flexibilidade inclui a flexibilidade de introduzir novos produtos ou modificar os existentes; flexibilidade de alterar o *mix* de produtos dentro de um determinado período; flexibilidade de volume e, flexibilidade de mudar o plano de produção.

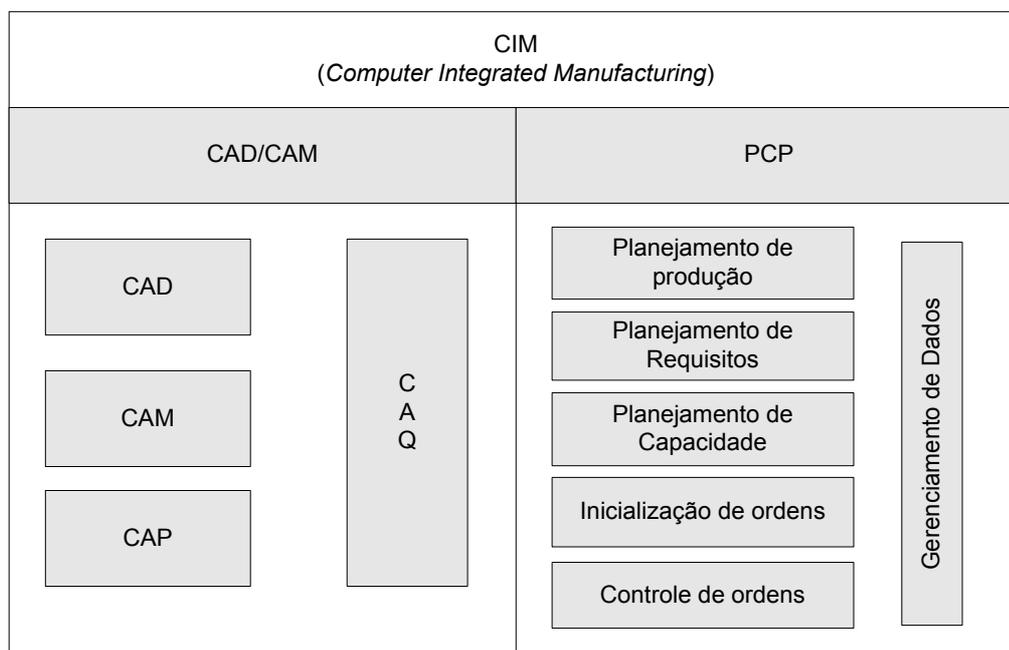


Figura 2.3 – O PCP dentro do conceito CIM.

Fonte: adaptado de Porter (1996a. p. 29)

De muitas maneiras, com maior ou menor intensidade, a idéia do CIM foi sendo introduzida nas empresas de manufatura.

Esses sistemas de produção flexível permitiram uma aceleração do ritmo da inovação do produto, ao lado da exploração de nichos de mercado altamente especializado e de pequena escala [...]. Em condições recessivas e de aumento da competição, o impulso de explorar essas possibilidades tornou-se fundamental para a sobrevivência. O tempo de giro [ciclo de vida dos produtos] foi reduzido de modo dramático pelo uso de novas tecnologias produtivas (automação, robôs) e de novas formas organizacionais (como o sistema de gerenciamento de estoques "just-in-time", que corta dramaticamente a quantidade de material necessária para manter a produção fluindo) (HARVEY, 2006, p. 148).

Nesse contexto de aumento de competição, Chen e Small comentam sobre o interesse das empresas americanas e européias nessas novas tecnologias.

A percepção da qualidade e confiabilidade superior de alguns produtos estrangeiros, e baixos preços desses produtos, tem afetado negativamente a habilidade das empresas de manufatura dos EUA e Europa em manter seus mercados e mesmo em alguns mercados chave. Aquisição e implementação de novas tecnologias [...] prometem aumentar a competitividade no mercado global (CHEN; SMALL, 1996, p. 4).

Dentro do CIM, além da integração dos processos de manufatura por meio do CAD/CAM, a integração dos sistemas de informação existentes por meio do

Management Information System (MIS) e a coleta de dados automatizada mediante o *Manufacturing Execution System* (MES), receberam inúmeros desenvolvimentos como a introdução da programação de capacidade finita e de otimizadores, com a promessa de rapidamente replanejar a produção em tempo real quando necessário (PTAK, 2000).

Com mais capacidade de processamento computacional, novos algoritmos e com novas necessidades operacionais por parte das empresas, os sistemas MRP foram se expandido para toda a manufatura, representando uma extensão dos sistemas até então voltados para o controle de materiais. Com maior abrangência, esses sistemas passaram a ser conhecidos como *Manufacturing Resources Planning* (MRP II), sem, no entanto, abandonar a velha e tradicional lógica do MRP.

Nesse histórico de informatização, em 1989, Landvater e Gray publicam o livro MRP II “Standard System: A Handbook for Manufacturing Software Survival”. Nesse trabalho, os autores definem um *Standard System* (MRP II) como um sistema que envolve funções nas áreas de: planejamento de vendas e operações; gerenciamento da demanda; plano mestre de produção; MRP; lista de materiais; transação de inventários; recebimentos programados; controle de chão de fábrica; planejamento de requisitos de capacidade; *Input/Output Control*; compras; *Distribution Resource Planning* (DRP); interfaces com o planejamento financeiro; simulação e medidas de desempenho (LANDVATER; GRAY, 1989, p. xiii).

A definição de *Standard System* estabelecida por Landvater e Gray (1989) não constitui uma definição arbitrária e nem ideal, mas inclui uma visão perceptiva da lógica do ambiente de manufatura de uma empresa, simulando ou pelo menos pretendendo simular o que efetivamente acontece no chão de fábrica, em compras, na distribuição e nos estoques. Landvater e Gray apresentam um comentário sobre os limites impostos ao *Standard System*.

Eventually, the question becomes, ‘what’s not part of MRP II?’ Almost every business system is logically part of MRP II or should be interfaced to the system. For the purposes of this explanation, the line had to be drawn somewhere. Consequently, the explanation of Standard System is limited to the planning and scheduling functions that form the core around which a complete MRP II system can be built. Without these planning and scheduling functions it is impossible to do MRP II. (LANDVATER; GRAY, 1989, p. xv).

Os sistemas MRP II adotaram a abordagem de que uma empresa não era uma série de atividades independentes, mas que, na visão de Maskell (1994), estavam integradas por meio de um sistema computacional. Foi com essa nova ferramenta que as empresas de manufatura deram os primeiros passos para operacionalizar as atividades de PCP de forma integrada com toda a manufatura, incluindo a parte financeira e recursos humanos. Com as informações residindo em um grande banco de dados, o PCP passou a gerir e fornecer informações sobre fornecedores, transportes, distribuição e do próprio ambiente de produção. Aos poucos, sistemas legados foram cedendo espaço aos novos sistemas integrados, e com isso, o PCP ganhou ascendência com os sistemas de informação industrial, com um aplicativo de maior escopo e sofisticação.

Um diagrama identificando o MRP II e suas funções atuais é mostrado na figura 2.4. Muito embora o cálculo de capacidade seja realizado em dois momentos distintos, um no nível do plano mestre e outro no nível detalhado do MRP, todo o procedimento de cálculo é executado após a “rodada” de cada programa, MPS e MRP, caracterizando um sistema de capacidade infinita. Se há capacidade suficiente para atender o plano de produção, ordens de produção são liberadas para o chão de fábrica, ficando o controle sobre o módulo *Shop Floor Control* (SFC) ou controle de Chão de Fábrica, também conhecido pelo nome *Production Activity Control* (PAC) ou Controle das Atividades de Produção. Dessa forma, as empresas de manufatura absorveram essa tecnologia com muitas delas adaptando as práticas de trabalho ao software, com muito conhecimento técnico para lidar com as complexidades da nova ferramenta.

Ainda no contexto da evolução dos sistemas computacionais, no final da década de 1980, uma nova versão do COPICS foi lançada pela IBM, com uma estrutura hierárquica em três níveis, incluindo marketing, pesquisa e engenharia, planejamento da produção, entre outros no primeiro nível; o CIM no nível intermediário e uma série de aplicações incluindo banco de dados, ferramentas de comunicação, entre outras, numa alusão à evolução dos sistemas MRP para os MRP II, dos MRP II para o CIM, e do CIM para as soluções empresariais ERP (JACOBS; WESTON, 2007).

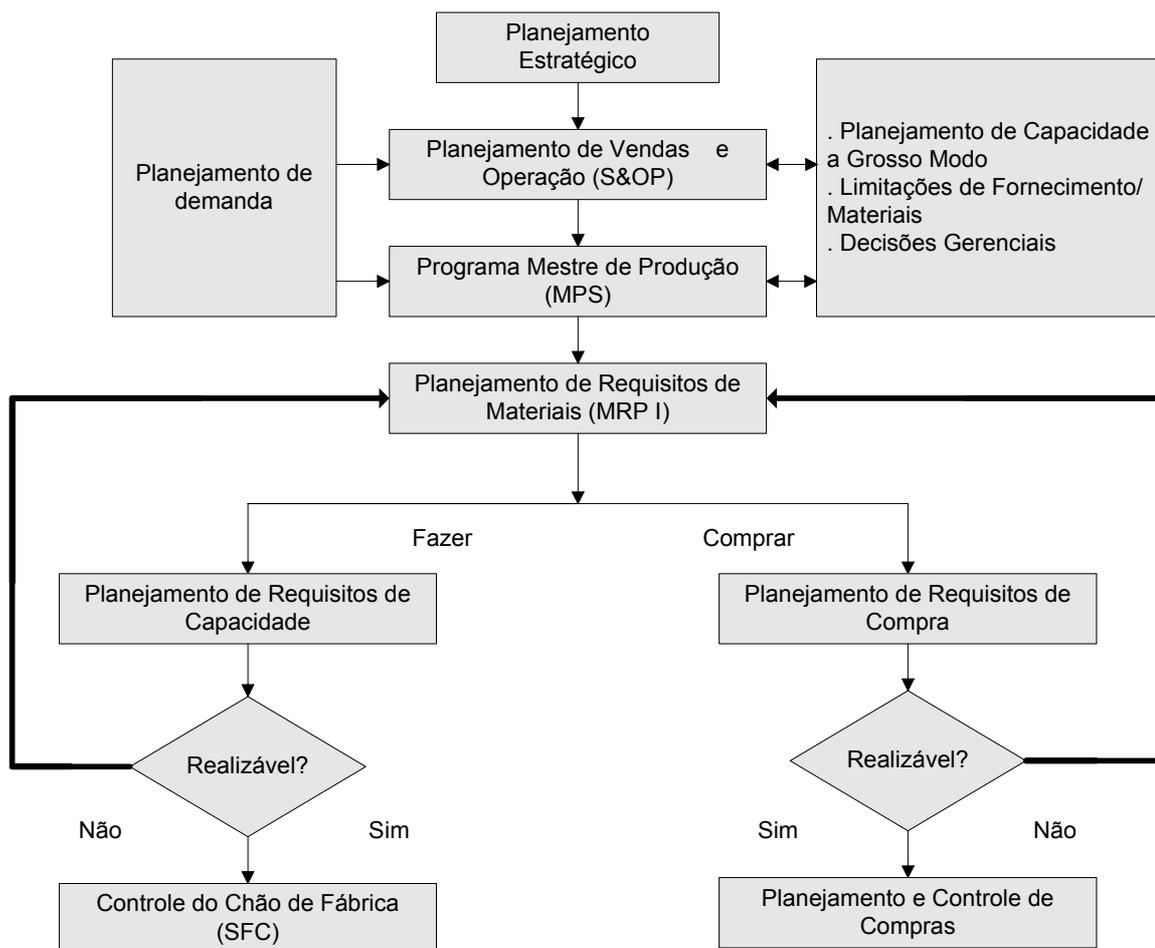


Figura 2.4 – Planejamento de Recursos de Manufatura.

Fonte: adaptado de Sheikh (2003, p. 55).

2.3.1 A convergência dos sistemas de informação industrial para o ERP

Ao longo dos anos, os sistemas de MRP II foram absorvendo outras funções, além daquelas tradicionais voltadas para a manufatura como a função de planejamento de vendas e operações. Aos poucos, esses sistemas ganhavam uma aparência de um sistema voltado para toda a empresa e não apenas para a manufatura. Contudo, as práticas com esses sistemas revelavam algumas dificuldades de integração computacional. As empresas ainda possuíam aplicativos específicos para a produção (MRP II), aplicativos para a contabilidade, geração de folhas de pagamento, entre outros, tudo na sua forma mais tradicional. Como o MRP II não atingiu na prática um grau de integração computacional prometido pelos

fornecedores de software, Yusuf e Little (1998) realizaram uma pesquisa com empresas de manufatura de diversos setores e propuseram três saídas para o MRP II:

- primeira saída: a melhoria nas funções dos sistemas de MRP II existentes por meio de melhor capacidade de software em resolver problemas que podiam ser resolvidos apenas manualmente;
- segunda saída: o uso híbrido dos sistemas MRP II com outros sistemas de controle da manufatura para obter vantagens combinadas;
- e finalmente, a terceira saída: a integração computacional dos sistemas MRP II com outras funções empresariais, conectando os sistemas funcionais existentes dentro das empresas.

Na primeira saída colocada por Yusuf e Little (1998) estão os problemas de capacidade ainda não resolvidos pelos tradicionais sistemas MRP II. Essa limitação de não restrição de capacidade por parte desses sistemas representou um dos maiores problemas para as empresas que adotaram esses sistemas de planejamento e programação da produção, principalmente em uma época que já não se podia mais relegar essa questão e culpar a produção por atrasos nos pedidos. Desta forma, houve muito trabalho em torno desse problema com o objetivo de criar um sistema capaz de gerar uma programação da produção factível. Esses sistemas passaram a ser conhecidos como Sistemas de Capacidade Finita ou *Finite Capacity System* (FCS), ou seja, um software que ao desdobrar o plano mestre de produção e gerar as ordens para peças e componentes, analisa a capacidade produtiva, ajustando as ordens conforme a capacidade disponível (PORTER *et al.*, 1996b; TAAL; WORTMANN, 1997; YUSUF; LITTLE, 1998; JONSSON; MATTSSON, 2003).

Esse problema de capacidade de produção não resolvido pelos sistemas de MRP abriu espaço para novas soluções como o *Optimized Production Technology* (OPT). O OPT, que mais tarde seria conhecido como a teoria das restrições ou *Theory of Constraints* (TOC), centrou-se na preparação de uma programação a partir de centros de trabalho gargalo para resolver os problemas de capacidade (WEMMERLÖV, 1996; RAHMAN, 1998; VOLLMANN *et al.*, 2006). Foi uma maneira de questionar os velhos dogmas dos sistemas MRP II, mas que encontrou várias críticas, com base na complexidade do software e por ter um algoritmo proprietário.

A segunda saída proposta para os sistemas MRP II, de acordo com Yusuf e Little (1998) exemplifica os casos mais recentes da utilização desses sistemas com técnicas mais eficientes para o controle do chão de fábrica, descritos no final deste capítulo. Por fim, na terceira saída, o surgimento de sistemas empresariais, envolvendo funções além da manufatura, nesse caso os pacotes de ERP (YUSUF; LITTLE, 1998). A própria existência dessas saídas para os sistemas MRP II apontadas, refletia a intenção dos fornecedores de software em continuar aprimorando os recursos da ferramenta para seus clientes.

Nessa vertente de saída para os sistemas MRP II não resta a menor dúvida que o grande avanço veio com os sistemas ERP, surgindo na década de 1990 para integrar todas as áreas funcionais das empresas por meio de um banco de dados central. Mantendo o MRP II como o núcleo das operações, o ERP possibilitou a junção de outros aplicativos como contabilidade, serviços, planejamento empresarial, toda a logística de aquisição, entre outras funções, desenvolvendo um melhor mecanismo de comunicação por toda a empresa por meio de novos algoritmos (DAVENPORT, 1998; DAVENPORT, 2000; GUPTA, 2000; GUPTA; KOHLI, 2006).

Como cenário para essa década, a reengenharia do negócio passou a convencer os empresários que os processos de negócio existentes, particularmente aqueles funcionais e não integrados, tinham que ser alterados. A melhor maneira de preparar o departamento de Tecnologia da Informação (TI) para essa tarefa era instalar o ERP (SIRIGINIDI, 2000).

Esses novos sistemas empresariais passaram a ser conhecidos como um dos desenvolvimentos mais significativos do MRP (YUSUF; LITTLE, 1998; CHUNG; SNYDER, 2000; KUMAR; HILLEGERSBERG, 2000; LAURINDO; MESQUITA, 2000). A evolução desses sistemas integrados computadorizados é mostrada na figura 2.5, com uma das evoluções mais recente sendo conhecida por gerenciamento da cadeia de suprimentos estendidos ou *Supply Chain Management* (SCM/ERP), envolvendo toda a cadeia de valor (DAVENPORT; BROOKS, 2004).

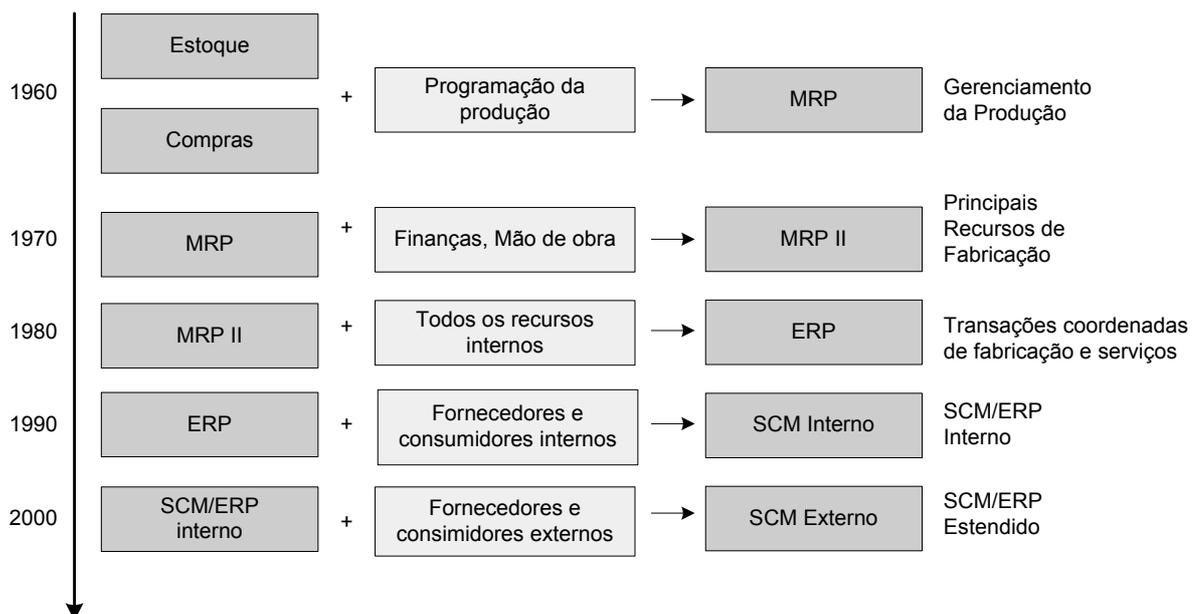


Figura 2.5 – Evolução dos sistemas integrados.

Fonte: Turban, Rainer e Potter (2003, p. 310).

Pode-se perceber uma convergência dos sistemas de informação em busca de um modelo de dados integrado, com a idéia básica em expandir as atividades de planejamento em direção a toda a cadeia de fornecimentos e não apenas à produção. Desta forma, a diferença chave entre os sistemas MRP II e ERP é que, ao passo que o MRP II estava focado nas atividades de planejamento e programação de recursos da manufatura, o ERP estendeu o escopo dessas atividades, no sentido de planejar e programar os recursos dos fornecedores também, baseando-se na demanda dos clientes⁹ (CHEN, 2001; SHEHAB *et al.* 2004).

2.3.2 O software ERP para o PCP

Do ponto de vista de comunicação com os fornecedores de matérias-primas, o PCP passou a ter um ferramental computacional de escopo maior com a inclusão de funções como o *supply chain*, permitindo interagir de forma mais dinâmica com os fornecedores e fornecendo um prospecto de gerenciamento de toda a cadeia, desde

⁹ Na literatura, pode-se encontrar o termo ERP II para designar os sistemas que integram toda a cadeia produtiva, em contraposição aos sistemas ERP voltados para a integração das funções empresariais (MØLLER, 2005). Nesta tese, o ERP é retratado como uma ferramenta que integra toda a cadeia de fornecimentos, conectando cliente e fornecedores.

o pedido do cliente até as atividades de fornecimento. Wallin; Rungtusanatham; Rabinovich (2006) apontam que a natureza econômica dessa complexa expansão, feita com base em alianças entre as empresas de manufatura, levaram-nas a decidirem sob diferentes abordagens para compra de materiais, seja por meio de especulação, postergação da compra até que a demanda seja conhecida, por consignação, entre outros. O controle dessas atividades passou a depender, em boa medida, da eficiência da equipe de PCP, sendo essas equipes as maiores reguladoras dos níveis de estoques internos e externos às empresas em que atuam.

O relacionamento do PCP se dá amplamente através da informação trocada entre fornecedor e o cliente, normalmente das atividades do *back end* [refere-se ao controle de chão de fábrica e à programação do fornecedor] do cliente diretamente para o sistema de PCP do fornecedor. Do ponto de vista do cliente, os objetivos da programação do fornecedor são os mesmos que os da programação interna do centro de trabalho: manter as ordens em linha com as datas devidas corretas do plano de materiais (VOLLMANN *et al.*, 2006).

Contudo, a maior abrangência do PCP não se limitou à integração vertical por meio dos computadores. De outra ponta, a possibilidade de integração de módulos adicionais como o *Advanced Planning Systems (APS)*¹⁰ empregando algoritmos computacionais sofisticados para modelar e analisar as restrições de capacidade, fez com que o PCP tivesse ao seu dispor, técnicas para produzir um plano ótimo ou próximo do ótimo: “para empresas que já possuem seus ERP ativos e funcionando bem, o APS pode trazer benefícios substanciais e adicionais e assim permiti-las utilizar melhor os investimentos em seus sistemas ERP” (SHEHAB *et al.*, 2004, p.382). Além da vantagem da limitação da capacidade para gerar a programação, outros aspectos como velocidade de execução e interatividade do sistema, permitindo a equipe de PCP criar e atualizar os planos rapidamente, dão aos sistemas do tipo APS os benefícios que o MRP sozinho não oferece (CHAMBERS, 1996; HAMILTON, 2003).

O ERP, de forma integral, tonificou o dia a dia do PCP, que passou a contar com um ferramental envolvendo desde novos algoritmos de software para análise dinâmica de *lead-times* como colocado por Enns e Suwanruji (2004), até novos sistemas de hardware com maior velocidade de processamento e maior capacidade

¹⁰ São sistemas mais sofisticados do que os sistemas MRP, pois levam em consideração as restrições de capacidade (Programação de Capacidade Finita), calculam *lead times* de forma dinâmica e são baseadas em um modelo preciso do sistema de produção.

de armazenamento de dados. Para essa conjuntura, o ERP passou a fornecer um ambiente rico em informações para as atividades de planejamento e execução, mesmo que pouca coisa tenha mudando desde a década de 1970 nas lógicas associadas às aplicações de previsão de demanda, na lógica por trás do MRP, escalonamento da produção, entre outras, segundo Jacobs e Weston (2007). Porém, esses novos sistemas passaram a executar as velhas lógicas de uma maneira muito mais rápida e em tempo real, segundo os mesmos autores. Jonsson e Mattsson (2006) colocam que a instalação de pacotes de ERP por parte das empresas são os grandes responsáveis pelo uso intensivo do MRP, se configurando como o método de planejamento de materiais mais dominante nas empresas de manufatura atual.

Entre outros benefícios do ERP, Kakouris e Polychronopoulos (2005) apontam a melhor coordenação entre vendas, planejamento de produção, logística e planejamento de inventários; melhor visibilidade das informações; melhor acesso às informações, entre outros. Nesse quadro de benefícios, mesmo tendo como núcleo o MRP, com a TI que se tornou mais dominante e personalizável, não tardou para que o ERP fosse visto mais como uma ferramenta de comunicação empresarial (produto de TI) do que uma ferramenta de planejamento. É com esse propósito de mostrar uma visão crítica da evolução dos sistemas de gestão empresariais que Laurindo e Mesquita (2000, p. 335) colocam:

a revisão histórica mostra que os sistemas MRP, MRPII e ERP evoluíram com base nas necessidades das empresas, em modelos de planejamento, programação e controle da produção e de gestão de estoques e nas potencialidades disponibilizadas pela TI. Os ERP caminham na direção de tornarem-se cada vez mais sistemas integrados de gestão empresarial (um produto focado em TI), afastando-se da proposta inicial dos MRP, fundamentalmente direcionados para a resolução de problemas específicos da manufatura. A evolução continua em curso, de forma que se deve esperar uma abrangência ainda maior nas futuras versões dos sistemas ERP [...].

De resto, com a proposta de aumentar a produtividade, qualidade e competitividade das empresas, quase não havia justificativa para a não instalação desses sistemas com base em inúmeros benefícios que poderiam ser alcançados por meio da utilização desses pacotes (HAWKING; STEIN; FOSTER, 2004; ALSÈNE, 2007). Stensrud (2001) identifica várias razões para esses projetos continuarem crescendo nas empresas, entre elas: os fornecedores de ERP estão continuamente oferecendo novos recursos, disponibilizando novas funções tais

como a automação da força de vendas, *supply chain*, gerenciamento de ordens, entre outras; e a transição para aplicações WEB e aplicações de comércio eletrônico. Dessa forma, fornecedores liberam novas versões de forma contínua aos seus clientes, e as empresas clientes geralmente vêm optando por essas atualizações sob pena de perda de serviços de assistência técnica¹¹. Entretanto, por muitas vezes, há uma lacuna entre as funcionalidades dos softwares ERP e as necessidades das empresas, o que leva ao desenvolvimento de novos aplicativos ou à compra de pacotes especializados (*best-of-breed*) como os sistemas do tipo APS, para complementar as funcionalidades do ERP (HAMERMAN; FORRESTER, 2005). São complexidades e dificuldades inerentes aos próprios sistemas ERP e que as empresas procuram driblar com soluções alternativas.

Por certo, muitos problemas também sobejaram ou emergiram com o ERP. Todavia, o fato é que a literatura tem apresentado os problemas do ERP, mas muito mais por problemas advindos da falta de preparo das empresas em receber esse tipo de solução do que propriamente uma limitação da ferramenta (CHEN, 2001; KOCH, 2001; THEMISTOCLEOUS; IRANI; O'KEEFE, 2001; WALLACE; STAHL, 2003; HAMERMAN; FORRESTER, 2005; KIM; LEE; GOSAIN, 2005). Assim, não é de se olvidar que o ERP é uma solução computacional que procura representar a empresa inteira, tendo que se adaptar à idiossincrasia do ambiente em que a mesma está inserida, e isso não é uma tarefa simples.

O fato é que mesmo que o PCP tenha adquirido essa aparência de TI por meio de pacotes de ERP, problemas de acúmulos de estoques, atrasos de pedidos, entre outros problemas de chão de fábrica continuaram presentes. E esses problemas se tornaram mais crônicos na medida em que as empresas de manufatura procuravam reduzir seus custos de produção, aumentar a gama de produtos oferecidos e melhorar seus serviços de atendimento aos clientes.

¹¹ Com tantos recursos disponíveis e os custos envolvidos, Wallace e Kremzar (2001) colocam três fases de evolução no processo de implantação de sistemas ERP. A fase um envolvendo os módulos tradicionais de MRP, MRP e capacidade; a fase dois envolvendo a integração na cadeia de fornecimentos (*supply chain*); e a fase três envolvendo extensões do ERP, com aplicações de APS, MES, entre outros.

2.3.3 As dificuldades do MRP/ERP para as atividades de PCP

O PCP na sua forma moderna foi talhado pelo computador, trazendo grande eficiência nos cálculos executados. Todavia, essa ferramenta não resolveu por completo os maiores problemas do PCP, conforme já apontado. Inicialmente, com um mercado mais volúvel e competitivo, o problema da previsão de vendas se tornou mais complexo, provocado por alteração de pedidos em quantidades, prazos ou diferentes produtos demandados, e até mesmo cancelamento dos pedidos feitos, o que levava a um planejamento de capacidade e usos dos recursos produtivos que também não se confirmavam, resultando ora em falta de capacidade, ora em excesso, o que elevava os custos de produção.

Na busca por uma maior flexibilidade dos sistemas de produção, com novas técnicas de redução dos tempos de *setup*, abriu-se caminho para a redução dos lotes de produção e uma programação mais balanceada e nivelada. Contudo, a multiplicidade de trocas (*setup*) e a grande movimentação de materiais diversificados passaram a exigir uma programação e controle da produção mais eficiente, que pudesse responder rapidamente às mudanças no ambiente de chão de fábrica. O fato é que para o PCP onde imperavam as ordens de produção geradas pelo MRP/ERP, a boa assistência desse software vinha justamente por meio da programação de grandes lotes, resultando em poucas trocas e com grandes *lead times*, com a produção se adaptando às mudanças de demanda durante um mês ou períodos maiores (LUSCOMBE, 1994; MONDEN, 1998; PLENERT, 1999).

Com uma diversidade maior de peças para gerenciar, o PCP com receios de atrasos nos pedidos, liberava as ordens de produção o mais cedo possível a fim de garantir a entrega dos produtos no tempo previsto. Esse tipo de atitude de liberar as ordens de produção mais cedo levava a um aumento do estoque em processo, aumentando, conseqüentemente, os *lead times*. Explica-se esse fato, pois a reação do programador era aumentar o *lead time* planejado como forma de garantir a entrega do material a tempo, o que tornava a situação ainda pior, e como afirma Duggan (2002), o resultado desse aumento de *lead time* são os impactos negativos na previsão e na programação da produção, tornando quase impossível prever com

precisão que recursos serão utilizados para produzir os produtos, que tipos de materiais serão necessários, entre outros problemas.

O fato é que, se de um lado o MRP/ERP para ser usado de maneira efetiva exige informações extremamente precisas de *lead times*, por outro, manter esses dados precisos e atualizados tem sido um verdadeiro desafio para as empresas de manufatura. Isso levou a um problema clássico na utilização de sistemas ERP, o de não conseguir fazer um gerenciamento preciso de materiais e planejamento de recursos, como aponta Brown (2006). Esses parâmetros são estimativas baseado naquilo que a empresa prevê de como o futuro se comportará, tomando por base sua produção no presente. Como é difícil acertar essas estimativas, nas observações de Cusumano (1989), as empresas encontraram nos estoques uma maneira de se proteger contra as flutuações de demanda e do processo produtivo, tornando impossível cortar os custos operacionais na mesma velocidade das empresas que possuem baixos estoques.

Além do problema do *lead time*, a lógica do MRP/ERP estabelece uma programação em lotes para cada centro de trabalho, computando a fórmula: produção necessária é igual à demanda do cliente menos estoque e mais o estoque de segurança, geralmente alto. O computador executa a lógica e determina a quantidade de pedido econômico que é entregue para cada operador. Dessa forma, cada operador executa suas atividades de forma independente com base no plano que recebe ou quando há pedidos urgentes, esquecendo do que fora planejado e seguindo as recomendações dos seus supervisores. Como resultado, geralmente, as operações possuem peças em excesso ou faltam outras para atender o plano de produção, com o sistema de computador sendo complementado por um sistema de apoio com os apressadores percorrendo o chão de fábrica de modo a adiantar os pedidos e transferir as peças em falta para o primeiro lugar da fila em todos os departamentos e máquinas (WOMACK; JONES, 2004).

Os pedidos de emergência levam à geração de pedidos ainda mais urgentes, mais esforços e correrias para se evitar multas em pedidos vencidos e por certo, problemas de qualidade. Se tudo o que o computador faz é realizar cálculos para definir um lote de produção além daquilo que está estocado e evitar a falta de peças, e se essa quantidade de estoques é grande e imprevisível, o resultado é o processamento de pedidos errados com estoques ainda maiores. Para o desespero

de muitas empresas, isso leva aos atrasos de entregas dos produtos aos seus consumidores e a multas por esses atrasos.

O problema da liberação de ordens torna-se assim, fundamental para o controle de liberação de ordens de trabalho para o chão de fábrica, ou recusando trabalho em potencial quando o chão de fábrica está completamente carregado ou mantendo a ordem de trabalho em uma fila pré-liberação até a hora em que o chão de fábrica possa acomodar trabalho adicional. As pesquisas sobre a liberação de ordens tentam responder duas questões básicas: primeiro, qual é a melhor hora para liberar as ordens para o chão de fábrica? E segundo, qual o *job* particular deveria ser liberado quando estiver na hora certa? O problema da liberação de ordens mantém uma significância prática para gerentes de manufatura, sabendo-se que, negligenciando-o, pode levar a grande variação na carga de trabalho, causando excessivos *backlogs*, ordens que são completadas muito cedo ou muito tarde, e a freqüente necessidade de apressar as ordens (WISNER, 1995, p. 25).

Nesse sentido, é possível afirmar que a política da liberação de ordens em lotes utilizando a lógica MRP/ERP passou a ser um dos principais problemas para o PCP de muitas indústrias. Dessa forma, o controle das operações do chão de fábrica, como proposto inicialmente por Landvater e Gray (1989), estava longe da realidade, mesmo com toda a capacidade de processamento dos sistemas computacionais. Esses sistemas se tornavam ainda mais complexos e difíceis de entender na medida em que procuravam representar todos os problemas da produção (SHEIKH, 2003). A lógica do MRP/ERP com a utilização da função de cálculo de capacidade é um exemplo dessas complexidades, dado o volume de cálculo requerido para gerar o plano de produção, tornando o computador mandatário em todos os níveis de planejamento, sem alcançar, entretanto, os níveis de detalhes do dia a dia do chão de fábrica (SHEIKH, 2003). Essas dificuldades acabaram levando também muitas empresas a utilizar parte de toda essa complexidade computacional para suas atividades de PCP, de acordo com Klaus *et al.* (2000).

[...] a maioria dos aplicativos de MRP era melhor do que os sistemas manuais, mas, no dia a dia, operava em um nível de desempenho muito inferior ao teoricamente possível e ao que havia sido amplamente esperado quando o MRP foi lançado (WOMACK; JONES, 2004).

Esses problemas não solucionados pelo uso do computador nas atividades de PCP se tornaram ainda maiores na medida em que a concorrência aumentou, o mercado se diversificou e a demanda ficou ainda mais flutuante, tornando ainda maior o desafio do PCP em alinhar demanda e oferta. Não é à toa que o PCP vem utilizando diversos métodos para o planejamento, programação e controle da

produção, variando em aplicabilidade, pois dependem do ambiente em que a empresa está inserida (JONSSON; MATTSSON, 2006). Isso tem sido enfatizado por Newman e Sridharan (1995), Jonsson e Mattsson, (2003) e mais recentemente por Olhager e Selldin (2007), abrindo espaço para discussão da evolução do PCP a fim de se resolver os problemas mais crônicos das atividades de planejamento, programação e controle da produção.

2.4 UMA VISÃO DA MANUFATURA ENXUTA

2.4.1 A origem

Enquanto GM e Ford dominavam o cenário da produção automobilística por volta da década de 1930, do outro lado do pacífico surgiram as primeiras iniciativas de uma fabricante que mais tarde se tornaria sinônimo de competitividade, desenvolvendo seu próprio sistema de produção: o Sistema Toyota de Produção, ou comumente chamado *Toyota Production System* (TPS).

O TPS foi originalmente desenvolvido para a manufatura. Logo, deve-se recorrer à história para compreender as origens desse sistema, mais especificamente na indústria automobilística.

A história da Toyota Motor Company remonta à Sakichi Toyoda, inventor que, por volta de 1918 desenvolveu uma máquina de fiar automática que revolucionou a indústria têxtil japonesa. Com o desejo de abrir caminhos para uma indústria automobilística, Toyoda começou sua ventura na produção de automóveis com seu filho Kiichiro, após visita técnica à Ford nos Estados Unidos. Kiichiro criou o departamento automobilístico na *Toyoda Automatic Loom Works*, a fabricante de equipamentos e máquinas têxteis pertencente à família Toyoda, produzindo os primeiros caminhões em 1935, os primeiros carros em 1936 na unidade fabril de Kariya com uma produção por volta de 150 veículos por mês, e a conseqüente criação formal da Toyota Motor Company em 1937 (HOLWEG, 2007).

Em 1938, a Toyota construiu uma unidade fabril maior, com um plano para produzir dois mil veículos por mês. Para alcançar essa meta, Kiichiro importou equipamentos da Alemanha e Estados Unidos e desenvolveu na seqüência sua própria ferramentaria em 1941 (FUJIMOTO, 1999). Nessa unidade, Kiichiro tentou introduzir o conceito do sistema de produção em massa americano, mas suas tentativas não tiveram êxito. A principal dificuldade estava no tradicional trabalho manual que persistia em alguns processos de produção, com os trabalhadores operando diversas máquinas e preparando suas próprias ferramentas, resultando em pilhas de estoques, distúrbios no fluxo de produção e falta de balanceamento na utilização das máquinas (FUJIMOTO, 1999, p. 37). Por certo, essa característica artesã nos primórdios da produção da Toyota influenciaria toda a estrutura do TPS.

Um fato importante que marcou o impulso para o desenvolvimento do TPS foi a entrada de Taiichi Ohno¹² no setor de produção de automóveis da Toyota em 1943 (HOLWEG, 2007). Antes de entrar no ramo automobilístico, Ohno já trabalhava na empresa do grupo conhecida como *Toyoda Spinning and Weaving*. Suas experiências acumuladas nesse período utilizando a produção em pequenos lotes, leiaute por produto e a idéia de ‘fazer as coisas certo na primeira vez’, foram aos poucos sendo transferidas para a produção de automóveis da Toyota. (FUJIMOTO, 1999). No entanto, para produzir em pequenos lotes, Ohno precisou modificar as regras de parada de máquinas, com os melhores resultados trazidos pelo trabalho de Shingeo Shingo que ocasionou a redução significativa dos tempos de *setup* (SHINGO, 2000).

Por essa época, a Toyota ainda era uma empresa pequena, sem grandes recursos financeiros e que tinha que sobreviver com os equipamentos de produção existentes. Nessa situação econômica da empresa, a Toyota produziu três mil veículos em 1945, negligenciável se comparado com as grandes montadoras americanas (HOLWEG, 2007). Como a Toyota tinha a meta de alcançar o nível de produtividade da Ford em três anos, mas tinha dificuldades de investimentos pesados, a empresa recorreu a soluções mais simples. Tipicamente, segundo Fujimoto (1999) essas soluções incluíram a padronização do trabalho, o leiaute de máquinas com base no fluxo de produção, colaboradores multitarefa e o nivelamento

¹² Considerado o pai do *Just-In-Time*, Taiichi Ohno, entrou para a Toyota Motor Company em 1943, tornando-se vice-presidente executivo em 1975.

da produção utilizando *Heijunkas*¹³. Ou seja, as práticas juntas representaram a introdução parcial do TPS.

2.4.2 A evolução do TPS

Até o fim da década de 1940, embora a Toyota tivesse aumentado substancialmente sua produtividade sem grandes investimentos de capital, a empresa enfrentava problemas com grandes quantidades de estoques de produtos acabados, convivendo com o medo da falência (FUJIMOTO, 1999, p. 39). Nesse contexto histórico, os anos de 1949 e 1950 foram de maior importância para Toyota, segundo Coriat (1994), isso porque três eventos-chave se sucederam neste período: (1) a crise financeira de 1949 que a conduziu à beira da falência; (2) no rastro das greves, a demissão de trabalhadores e de Kiichiro, presidente da empresa; (3) aliado a esses fatos, a empresa recebeu encomendas em massa no momento de redução de pessoal, o que levou a empresa a adotar soluções inovadoras e originais, conforme já mencionado (CORIAT, 1994, p. 38).

Entre essas soluções inovadoras estava um novo método de organizar a produção de chão de fábrica na Toyota: o método *Kanban* de produção. Um sistema de controle visual da produção e estoques que sinalizava a produção de estações a montante de acordo com as necessidades das estações a jusante. Ou seja, era o surgimento do sistema de produção JIT, um sistema próprio para organizar e controlar os estoques de um sistema de produção como era o caso da Toyota, que no ano de 1955, a produção girava na casa de vinte e três mil veículos por ano, quase insignificante para uma produção como a da Ford que fabricava oito mil carros por dia (HOLWEG, 2007).

Na década de 1950, a Toyota partiu também para novos investimentos em equipamentos e novos produtos. A empresa abriu as portas para técnicas como treinamentos dentro da indústria, controle estatístico da qualidade, treinamentos para os supervisores em controle da qualidade, incluindo as melhorias contínuas de

¹³ Nivelamento do tipo e da quantidade de produção durante um período fixo de tempo, atendendo eficientemente as exigências dos clientes sem excessos de estoques, com conseqüências na redução de custos, mão de obra e *lead time* de produção (LÉXICO LEAN, 2006, p. 33).

um fluxo completo de valor ou de um processo individual a fim de diminuir desperdícios (*Kaizens*), no entanto, sem oferecer ainda uma abordagem sistemática de assistência técnica para os fornecedores (FUJIMOTO, 1999). Nessa mesma década, a Toyota inseriu o sistema de supermercado na fábrica, coordenando os pedidos de forma visual com base nas retiradas dos clientes (OHNO, 1997). Uma idéia simples que levou décadas para ser implantada. Como a intercambiabilidade de peças, na visão de Best (1990), o supermercado foi uma idéia revolucionária que criou um novo paradigma de produção, um sistema desenvolvido que afluía qualquer excesso de produção, conservando-a no ritmo das retiradas de peças das prateleiras.

Na área de gerenciamento, a Toyota viu crescer as variedades de modelos oferecidos, passando de dois em 1960, para três em 1965 e oito em 1970, e também viu seu volume de produção crescer (BEST, 1990). a década de 1960, a qualidade ganhou ênfase com o Controle da Qualidade Total, e o sistema JIT para o controle de estoques foi disseminado para os fornecedores. O resultado dessas inovações na forma de gerenciar representou a difusão do TPS para a cadeia produtiva, sincronizando a produção com entregas JIT, com o gerenciamento da produção focando nas melhorias de desempenho interna e dos fornecedores em termos de qualidade, custos e entrega (FUJIMOTO, 1999).

Com a crise do petróleo em 1973, muitas empresas fecharam suas portas ou enfrentaram grandes prejuízos. Todavia, a Toyota emergiu como uma das poucas empresas que escaparam praticamente ilesas dos efeitos dessa crise (LIKER, 2005). Ao mesmo tempo em que as exportações da Toyota se expandiram, crescia também as variações de modelos, tornando o nivelamento do *mix* de produtos (*Heijunka*) uma ferramenta importante na medida em que diferentes modelos eram produzidos na mesma linha (FUJIMOTO, 1999). Assim, a Toyota atingiu um novo patamar de competitividade e despertou a curiosidade do mundo inteiro sobre o segredo da empresa.

A Toyota continuou o lento processo de maturação do TPS. Na década de 1980, os sistemas computacionais chegaram ao chão de fábrica da empresa, mas não alteraram a base do sistema de manufatura da empresa, conforme alegado por Fujimoto (1999). É também por volta desse período que o ocidente passa a conhecer mais de perto o modo Toyota de ser, com explicações sistemáticas por

meio de inúmeros pesquisadores como Schonberger, Hall, Cusumano, Womack, entre outros. Não se pode deixar de colocar também o famoso caso da *New United Motor Manufacturing* (NUMMI) em 1984, uma *joint venture* de sucesso entre General Motors e Toyota, reestruturando a antiga fábrica da GM na Califórnia em termos de produção e organização do trabalho, de acordo com os preceitos do TPS (HOLWEG, 2007).

A partir do final da década de 1980, como forma de divulgar os princípios do TPS para o mundo ocidental, um dos termos mais divulgados tem sido o *Lean Manufacturing* ou Manufatura Enxuta, colocado inicialmente por Krafcik (1988) ao fazer um estudo das práticas adotadas pela Toyota. O termo *Lean* foi difundido pelo mundo todo mediante o *best seller* de Womack “A Máquina que mudou o mundo” em 1990, reportando o conceito de *Lean* como sinônimo de práticas superiores, tendo como pioneira a Toyota (VOSS, 1995; WOMACK; JONES; ROOS, 2004). Womack e Jones (2004) descrevem o *Lean Thinking* como o antídoto contra os desperdícios de produção. “[...] uma forma de especificar valor, alinhar na melhor seqüência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz” (WOMACK; JONES, 2004). Nesse contexto, uma das ferramentas mais difundidas pelo *Lean* para ajudar as empresas a visualizar todo o processo, desde o consumidor até a matéria-prima é o Mapeamento de Fluxo de Valor ou *Value Stream Map* (VSM)¹⁴, uma representação visual dos fluxos de materiais e informação por toda a cadeia produtiva (JONES; HINES; RICH, 1997; DUGGAN, 2002; EMILIANI; STEC, 2004).

Deve-se pontuar que, embora com os mesmos conceitos do JIT, o *Lean*, por meio dos estudos de Womack, chamou a atenção de muitas empresas e indústrias, por exemplo, a indústria aeroespacial que não tinha participado dos primeiros movimentos. Para Schonberger (2007), o *Lean* veio no tempo certo, com as empresas divergindo as atenções entre o *Total Quality Management* (TQM) e reengenharia, com os entusiasmos pelo JIT tendo sido estagnados. Além disso, o grande número de empresas que não alcançou os benefícios do JIT reavivou as idéias sob a mesma ótica, ainda segundo Schonberger.

¹⁴ São todas as ações que criam valor ou não, necessárias para trazer um produto ou serviço do conceito ao lançamento ou do pedido à entrega. Incluem todas as etapas de processamento de informações e materiais necessários para que o valor seja entregue ao cliente (LÉXICO LEAN, 2006, p. 29).

Concluindo, a essência do TPS em atacar os desperdícios conduziu a Toyota ao topo do *rank* em critérios de desempenho como melhor produtividade, qualidade, giro de estoques, etc., comparado aos seus competidores (FUJIMOTO, 1999; WOMACK; JONES; ROOS, 2004). A evolução contínua e consistente da Toyota que partiu de uma produção negligenciável antes da década de 1950 para se transformar na maior montadora do mundo em 2006, sem abandonar seus métodos, evidencia a habilidade da empresa em se adaptar diante do mercado em expansão ou em retração, programando seus recursos de forma eficiente para cada situação de modo a evitar qualquer aumento de custos de produção.

2.4.3 O segredo da Toyota

A essência do TPS ao longo dos anos tem sido a perseguição e eliminação de toda e qualquer forma de desperdícios. Esse princípio baseia-se na crença de que a fórmula tradicional para se definir o preço de um produto, $\text{Custo} - \text{Lucro} = \text{Preço}$, deve ser substituída por $\text{Preço} - \text{Custo} = \text{Lucro}$. Segundo a lógica tradicional, o preço era definido como resultado de um dado custo de fabricação somado a uma margem de lucro pretendida, definindo o preço do produto ao cliente. Para a Toyota, o preço passa a ser definido pelo mercado, com a redução de custos sendo a única maneira de se aumentar os lucros (OHNO, 1997; LIKER, 2005).

Dessa forma, a Toyota lançou-se na busca de um produto de melhor qualidade, menor custo e *lead time* mais curto, e para atingir essas metas a empresa vem atacando qualquer forma de desperdício, eliminando todas as atividades que consomem recursos sem criar valor ao cliente (*MUDA*), por meio de uma maior regularidade das operações (*MURA*) e evitando sobrecarga de equipamentos e operadores (*MURI*), a fim de aumentar a eficiência de todo o processo produtivo (OHNO, 1997).

A melhor resposta ao segredo da Toyota é colocada por Liker ao associar a Toyota ao conceito de excelência operacional.

A inacreditável consistência no desempenho da Toyota é um resultado direto da excelência operacional. A Toyota transformou a excelência operacional em uma arma estratégica. Essa estratégia é baseada, em parte, nos métodos de melhoria da qualidade e ferramentas que a Toyota tornou

famosos no mundo da indústria, tais como o *just-in-time*, fluxo unitário de peças, automação (*jidoka*) e nivelamento da produção (*heijunka*). Essas técnicas ajudaram a promover a revolução da 'produção enxuta'. Mas ferramentas e técnicas não são armas secretas para transformar uma empresa. [...]. Seu sucesso [da Toyota], essencialmente, baseia-se em sua habilidade de cultivar liderança, equipes e cultura para criar estratégias, construir relacionamento com fornecedores e manter uma organização de aprendizagem (2005, p. 27).

Essa consistência no desempenho e a idéia de eliminar todas as formas de desperdícios por meio de novos métodos de produção têm sido desenvolvidas gradualmente pela Toyota ao longo dos anos. Nesse sentido, como se poderia argumentar que Ohno inventou um novo sistema de produção em 1948, foi na verdade, um ciclo de aprendizagem contínua que se espalhou por várias décadas, levando o sucesso do TPS, marcado pela 'capacidade de aprendizagem dinâmica' (HOLWEG, 2007). Conforme observam Spear e Bowen:

Toyota does not consider any of the tools or practices – such as Kanbans or andon¹⁵ cords, which so many outsiders have observed and copied – as fundamental to the Toyota Production System. Toyota uses them merely as temporary responses to specific problems that will serve until a better approach is found or conditions change. They're referred to as 'countermeasures', rather than 'solutions', because that would imply a permanent resolution to a problem. Over the years, the company has developed a robust set of tools and practices that it uses as countermeasures, but many have changed or even been eliminated as improvement is made. So whether a company does or does not use any particular tool or practice is not indication that it is truly applying Toyota's rules of design and improvement (1999, p. 104).

De fato, a melhor representação do TPS tem sido a chamada "casa da Toyota", apoiada em dois pilares – JIT e *Jidoka* ou automação com toque humano, conforme figura 2.6. Por de trás desse modelo está uma combinação de fatores que caracterizam o modelo TPS com base em conceitos que remontam desde a época de Kiichiro Toyoda durante a década de 1930, como o JIT e o *Jidoka*, apoiados pelo nivelamento da produção, operações padronizadas e melhorias contínuas (*Kaizens*).

¹⁵ "Ferramentas de gerenciamento visual que mostra o estado das operações em uma área em um único local e avisa quando ocorre algo anormal" (LÉXICO LEAN, 2006, p. 4).

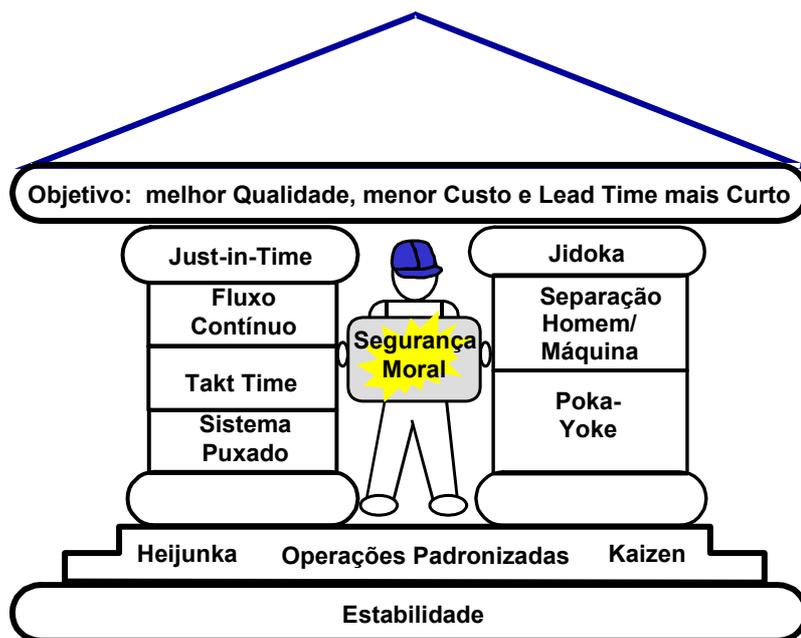


Figura 2.6 – Casa da Toyota.

Fonte: adaptado de Léxico *Lean* (2003, p. 83)

É bem verdade que o TPS tem suas raízes nas experiências de Kiichiro Toyoda e de Ohno, mas não se pode negar as influências das idéias de sincronização de Ford. Tanto para Ford quanto para a Toyota, houve uma procura pela produção sincronizada entre os processos produtivos. A diferença aqui é que Ford obteve essa sincronização por meio de um sistema de esteiras ligando fisicamente as estações de trabalho, ao passo que o JIT procurou a sincronização mediante a redução de estoques entre os postos de trabalho. Para Fujimoto (1999), essa diferenciação é válida, pois como Ford e outros sistemas de produção em massa criaram ilhas de sincronização completa (esteiras) no meio da produção de grandes lotes, a Toyota adotou a semi-sincronização (*Kanban*) com pequenos lotes de produção por toda cadeia produtiva.

O fato é que o *Kanban* como um método de programação e controle da produção manual, mostrou ser simples e eficiente, respondendo rapidamente às mudanças de demanda de acordo com uma sistemática visual, ou seja, o *Kanban* se transformou em um novo sistema de informação para controlar harmoniosamente as quantidades de produção em todos os processos (SUGIMORI *et al.*, 1977; MONDEN 1981a; MONDEN, 1981b; NEWMAN; SRIDHARAN, 1995).

As conseqüências imediatas da utilização do sistema *Kanban* para controlar a produção foi o aumento da responsabilidade do pessoal de chão de fábrica, referido por Coriat (1994) como o princípio da descentralização das tarefas do processo de controle de fabricação encomendadas, aludindo ao fato de que na forma clássica essas recomendações eram realizadas por um departamento especializado. Além disso, a adoção do *Kanban* como um recurso visual de controle das operações tem sido acompanhada por um maior controle de qualidade, dando também aos operadores de chão de fábrica o encargo da gestão da qualidade (CORIAT, 1994). Tudo isso, de certa forma, representou uma revolução nos métodos de trabalho, estabelecendo o fluxo real da produção em toda a cadeia a partir de 1965, com o *Kanban* comandando as peças vindas de fornecedores (OHNO, 1997).

Desse modo, a implantação do método *Kanban* estabeleceu uma diferença profunda em relação à técnica MRP: de um lado, o PCP que utiliza os sistemas MRP, instalado em um computador central, para produzir as ordens de produção de forma eletrônica, com a programação da produção gerada para cada posto de trabalho ou para cada célula; de outro lado, o PCP que opera *Kanban*, um meio de controle visual que oferece oportunidade de melhorias em casos onde desperdícios tenham sido verificados, com obtenção rápida dos fatos diários por parte dos operadores de chão de fábrica.

Embora alguns sistemas MRP já incorporam funções que detectam eventos não previstos no decorrer da produção e atualizam a programação do chão de fábrica, por mais eficientes que sejam, esses sistemas não apresentam a simplicidade e agilidade do sistema *Kanban*, que permite, por exemplo, limitar o excesso de capacidade das áreas precedentes, permitindo aos gerentes das áreas de trabalho alterar fatores de capacidade de produção sem a ajuda do computador. Como apontado por Cusumano (1989), esses novos sistemas de MRP são onerosos e eles ainda falham na prevenção de grandes estoques devido aos problemas de confiabilidade de dados e os problemas operacionais.

Nesse contexto de mudanças, quando as empresas de manufatura passam a operar o *Kanban*, além das vantagens de um maior controle de qualidade como colocado por Coriat (1994), uma conseqüência imediata são os benefícios operacionais trazidos pela simplificação do planejamento da produção, pois esse planejamento ocorre apenas para os produtos finais. A quantidade de informação

também é consideravelmente menor. O processamento da lista de materiais é simplificado visto que operações de submontagens são controladas apenas no chão de fábrica, não constituindo mais em transações computacionais.

É fundamental também atentar para o fato de que, quando o controle da produção é realizado pelo sistema *Kanban*, os estoques intermediários entre os processos passam a ser controlados de forma visual, e a padronização dos métodos para evitar variações nos tempos de trabalho torna-se de suma importância para se obter a sincronização de todas as operações, conforme mencionado por Sugimori (1977). Com todos esses benefícios do sistema *Kanban*, Cusumano (1989, p. 297) coloca a opinião de Ohno de que um dos maiores benefícios das técnicas da Toyota foi a redução da necessidade do computador para o controle da produção e para aquisição de peças. Em outras palavras, é uma forma de controle puramente visual e de ajuste fino da capacidade de produção que ajuda os operadores a identificar o que fazer para cada situação específica. Na abordagem de Liker,

Agora, em todo o mundo, as empresas estão estudando o poder do sistema *Kanban*. Estão distanciando-se de sofisticadas programações computadorizadas para muitas partes do processo. Enquanto isso pode parecer um retrocesso, já foi repetidamente demonstrado que se trata de um passo à frente, pois o estoque da empresa diminui enquanto a frequência de peças certas aumenta. E todos aqueles complexos sistemas para mapear a precisão do estoque tornam-se desnecessários [...]. (2005, p. 117).

2.4.4 A simplificação do MRP

O resultado líquido da gestão visual do TPS/*Lean* é o enxugamento da estrutura computacional de apoio ao PCP de forma completa. Inclusive, muitas aplicações computacionais para apoiar as atividades de planejamento, programação e controle da produção podem se executadas de forma independente de sistemas MRP/ERP, atualizando as informações por meio de um simples sistema de transferência de dados, compartilhando-os com toda a empresa. Leone e Rahn (2002) chamam essa característica de *Loose Integration* ao especificar essa conexão entre a aplicação de apoio ao PCP e o sistema MRP/ERP, trazendo os benefícios da simplificação de utilização e instalação, rapidez na execução da aplicação, facilidade de realizar as mudanças nos planos de acordo com as

mudanças solicitadas, entre outras. O resultado disso tudo são as rápidas respostas do PCP ante as mudanças do chão de fábrica.

Nessa concepção, de um ponto de vista de sistemas de informação industrial, o PCP continua utilizando o computador para fazer o planejamento em longo e médio prazo. A parte do desdobramento do plano mestre em ordens de produção para peças e componentes fica restrita à atualização dos registros na base de dados, geralmente por meio da técnica *backflushing* ou baixa automática dos componentes da lista de materiais (SHEIKH, 2003). Para as operações de chão de fábrica, em um ambiente Enxuto, a ordem lógica do *Kanban* é mais relevante do que a ordem cronológica do MRP. Como as atividades de PCP envolvem longo, médio e curto prazo, uma prática adotada pelas empresas é o modelo híbrido de gestão, com a utilização do sistema MRP para o planejamento em médio prazo e o *Kanban* para o controle das operações do dia a dia da produção (BENTON; SHIN, 1998; OLHAGER; WIKNER, 2000; SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002; STEPHENS; RAMOS, 2002; VOLLMANN *et al.*, 2006).

De acordo com o exposto, a figura 2.7 mostra um modelo de dois tipos de PCP: um utilizando o MRP para realizar a programação da produção por meio de ordens de produção e pedidos de compra, e outro utilizando as práticas do *Lean*, estabelecendo um plano mestre nivelado e utilizando o MRP para auxiliar a compra de materiais, com a gestão visual por meio do *Kanban* programando e controlando a produção. Alguns sistemas, inclusive, imprimem cartões *Kanbans* que são nivelados em caixas *Heijunkas* no final das linhas de fabricação e também cartões *Kanbans* que são enviados para os fornecedores de matérias-primas, eliminando, inclusive, a necessidade do MRP para a geração de pedidos de compra para os fornecedores.

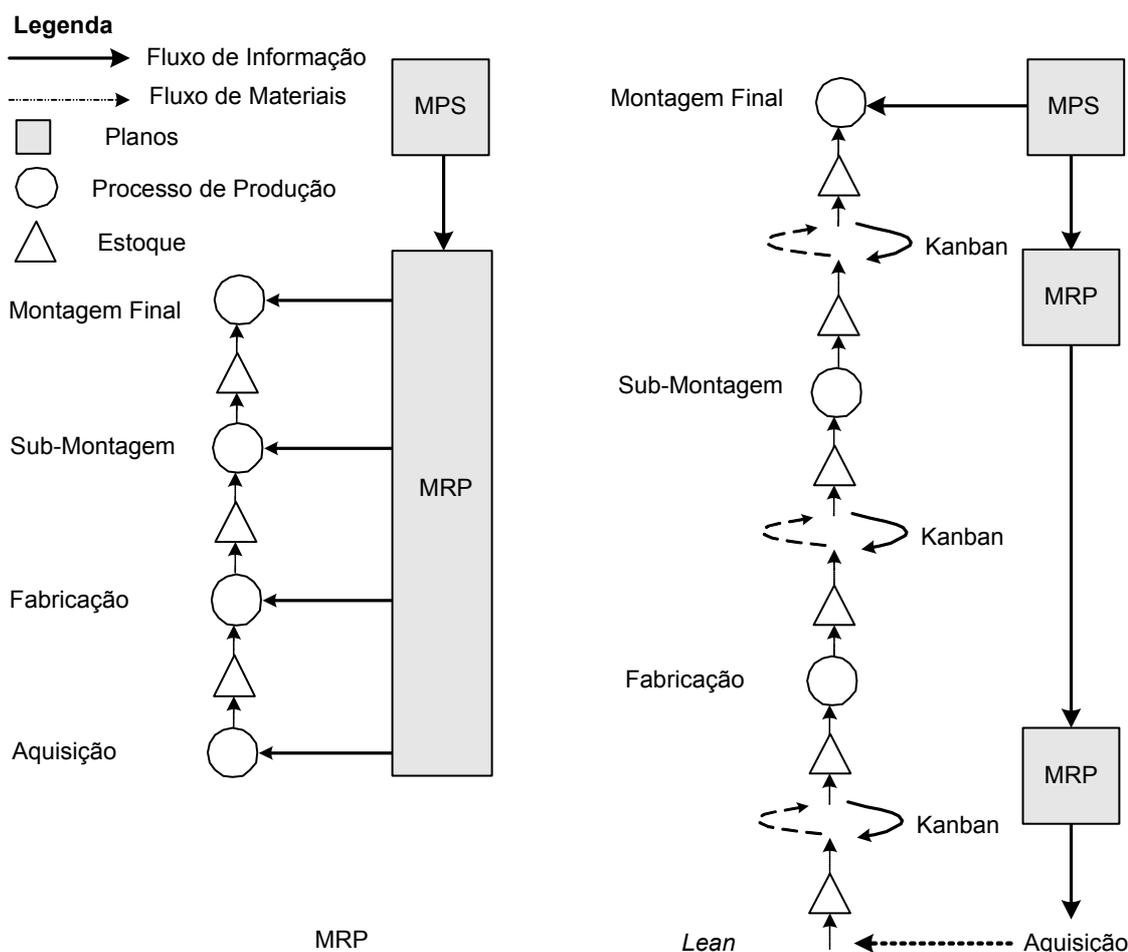


Figura 2.7 – MRP tradicional e MRP em um ambiente Lean.

Fonte: adaptado de Miltenburg (2001, p. 199)

Concluindo, embora o objetivo principal da Manufatura Enxuta seja produzir de acordo com os pedidos dos clientes, a transferência dessa flutuação de demanda para dentro da produção traz perdas por falta de regularidade das operações (*MURA*). Se de um lado o *TPS/Lean* observa o nivelamento do plano mestre de produção como ponto fundamental, utilizando o conceito de “cada peça cada intervalo”, com base no ritmo da demanda (tempo *takt*¹⁶), do outro está a produção em massa, entretida na utilização de indicadores clássicos como volume de

¹⁶ Tempo disponível para a produção dividido pela demanda do cliente. O objetivo do tempo *takt* é alinhar a produção à demanda, com precisão, fornecendo um ritmo ao sistema de produção (LÉXICO LEAN, 2006, p. 89). O tempo *takt* é essencial para o nivelamento da produção, definindo o ritmo esperado e identificando os atrasos na fabricação, sempre orientado pela demanda, com a conseqüente necessidade de respostas rápidas para corrigir esses atrasos.

produção, com o objetivo de melhorar a eficiência, muitas vezes independente da demanda real existente.

O fato é que empresas mais enxutas conseguem estabelecer um *mix* maior de produtos para cada intervalo considerado, por exemplo, no decorrer de um turno ou de um dia de produção, se comparadas com empresas menos enxutas, que precisam de uma semana ou um período maior para mudar de produto.

CAPÍTULO 3

3 METODOLOGIA CIENTÍFICA

Para atingir os objetivos da presente tese foi realizada uma pesquisa de campo tendo o estudo de caso múltiplo como procedimento de pesquisa e a utilização de entrevistas, observações diretas nos processos produtivos e análises de registros do PCP como técnicas para a coleta de dados. Este procedimento científico foi desenvolvido dentro de uma metodologia respaldada na literatura especializada em metodologia científica, matéria que será tratada brevemente neste capítulo. O procedimento utilizado para o desenvolvimento desta tese está representado na figura 3.1.

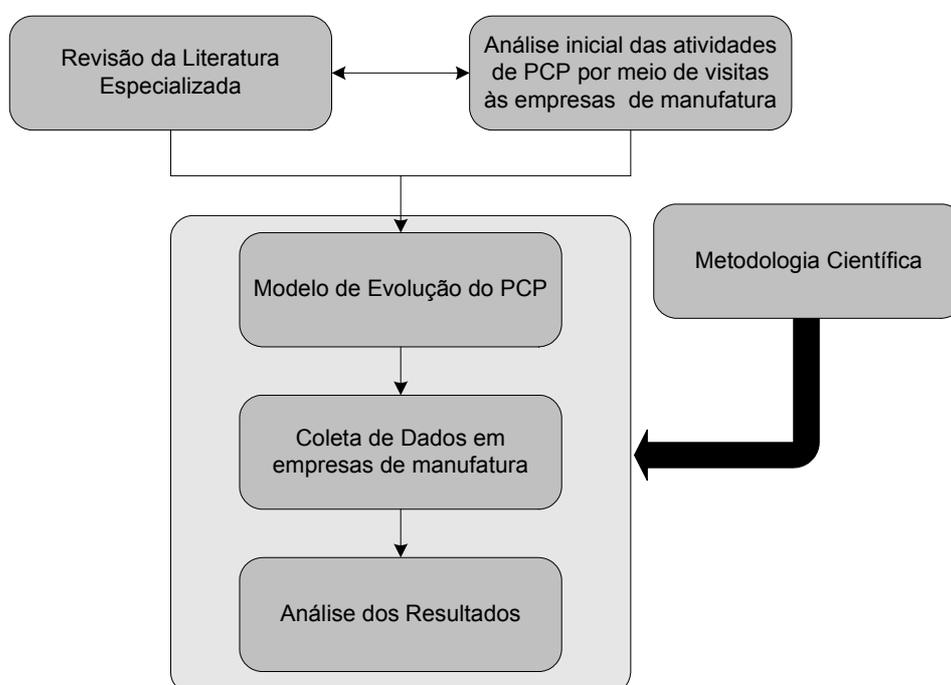


Figura 3.1 – Metodologia de Pesquisa adotada.

Fonte: do autor (2007)

A seguir serão apresentados os fundamentos da metodologia científica, envolvendo os procedimentos de pesquisa e o enquadramento desse trabalho de acordo com esses fundamentos.

3.1 A NATUREZA DAS PESQUISAS REALIZADAS NAS EMPRESAS

Muitas questões são levantadas diariamente nas empresas com os mais variados propósitos, muitas vezes para entender melhor um problema e alcançar uma solução mais apropriada, outras vezes para identificar oportunidades de melhorias, sejam em nível de processo produtivo, organização administrativa, recursos humanos, entre outros. Outras questões ainda, em determinado momento, são levantadas para se obter o saber, sem pretensões de alcançar uma solução para um problema específico. Para esse caso, quando não há uma busca por respostas para perguntas preestabelecidas, cujo objetivo maior é o saber, caracteriza-se como um estudo. No entanto, quando essas questões delimitam-se com base em temas e problemas bem definidos, a busca pela solução é caracterizada como pesquisa.

De um lado, a grande maioria dessas questões não recebe tratamento científico porque estão mais preocupadas em saber como fazer e não com suas causas e conseqüências. Exemplo disso são questões como: como aplicar pesquisas de mercado a fim de estabelecer novas estratégias de vendas? Como aumentar a produtividade no trabalho? O que pode ser feito para se resolver o problema da qualificação dos colaboradores? Outras questões ainda podem indagar se algo é bom ou ruim, mais adequado ou menos adequado, etc., como: qual a melhor técnica para o controle de estoques? Qual prática de planejamento e controle da produção está sendo mais eficiente? Nesses casos, embora possam ser caracterizadas como pesquisa devido à necessidade de se encontrar uma resposta para o problema apresentado, essas questões estão mais voltadas em saber qual é o problema e resolver o problema do que saber quando ocorreu o problema, por que ocorreu, de que forma ocorreu.

Por outro lado, o crescente interesse da academia pelos assuntos e problemas vinculados às empresas tem levado a discussão de temas de significância para a comunidade científica, mediante a aplicação de métodos e técnicas reconhecidos por essa comunidade, resultando no aparecimento das pesquisas científicas nas organizações. Para essas pesquisas, tomando a prática de forma isolada e auto-suficiente, a mesma pode ser considerada uma técnica, na busca por encontrar e resolver problemas. Contudo, a teoria sem a prática, pode ser vista como um conjunto de conceitos, sem aplicação imediata. Assim, para as pesquisas nas organizações, a relação teoria e prática enseja a criação de novos conceitos, novos *insights*, estabelecendo um caráter dinâmico para a relação muito mais de inclusão do que exclusão.

Na década de 70, muito tempo foi gasto nas indústrias com a introdução da tecnologia da informação para o controle de processos de manufatura, especialmente para o sistema de planejamento de requisitos de materiais (MRP). Inicialmente, a comunidade da Pesquisa Operacional não considerou esses sistemas de qualquer importância. Entretanto, a evolução dos sistemas MRP foi uma onda para a *American Production and Inventory Control Society* (APICS) começar uma real cruzada para reduzir estoques, aumentar a eficiência e aumentar o desempenho na entrega de produtos nas indústrias dos Estados Unidos. [...]. Inicialmente, cientistas não tiveram um papel importante nesse desenvolvimento. Finalmente, entretanto, o sistema MRP foi adotado como um 'modo de trabalhar' e teóricos da pesquisa operacional começaram a analisar os problemas relacionados ao MRP, criando *insights* dentro do ambiente de trabalho dos sistemas MRP, mas novamente sem muito impacto no campo. Um fenômeno similar foi observado em resposta à introdução das técnicas de manufatura japonesa, como o Sistema Toyota de Produção [...]. A comunidade da Pesquisa Operacional deslocou sua atenção para os elementos da manufatura *Just In Time* e começou a analisar esses novos problemas, produzindo *insights* dentro das características dessas novas técnicas de manufatura (BERTRAND; FRANSOO, 2002, p.247).

Esse interesse da comunidade científica pelos problemas das organizações não tem se mostrado paliativo e nem estático. O crescente interesse em pesquisas envolvendo academia e empresa é mostrado por Prasad; Babbar; Motwani (2001) por meio de um levantamento das principais pesquisas publicadas entre 1986 e 1997 por diversos *journals*. São pesquisas que mostram como as estratégias de operação podem ser formuladas para ganho de vantagem competitiva. De acordo com o levantamento realizado pelos autores, 36% das pesquisas tinham como objetivo a construção de novas teorias a partir da coleta de dados nas empresas, ao passo que 64% estavam envolvidas com testes de teorias já existentes.

Porém, assuntos de interesse entre teoria e prática nem sempre se mostraram com as mesmas prioridades. Slack; Lewis; Bates (2004) mostram em uma investigação preliminar que há uma lacuna entre os temas mais prioritários de pesquisas publicadas entre os anos 2000 e 2003 em *journals* como “*Journal Operation Management*” e “*International Journal of Operation Management*” e os temas de maiores significâncias para as empresas (práticas). O resultado indica que entre os dezesseis temas considerados no levantamento realizado pelos autores, os cinco primeiros mais relevantes para os *journals* estavam voltados para as estratégias de operações, *supply chain*, qualidade e melhorias, medidas de desempenho e tecnologia de processos. Já para as empresas, os cinco temas de maiores prioridades eram os relacionados à qualidade e melhorias, *supply chain*, JIT/*Lean*, MRP/ERP e planejamento e controle. Nessa pesquisa publicada pelos autores MRP/ERP aparecem apenas na última posição como prioridade para os *journals*. No entanto, essa diferença reflete a aparente dificuldade da academia em fornecer uma resposta rápida à grande evolução dos ERP na década de 1990 (SLACK; LEWIS; BATES 2004).

Outro tema que revela uma diferenciação de prioridades é referente ao JIT/*Lean*: a produção JIT/*Lean* é um tema de pesquisa tratado há muitos anos e na medida em que os conceitos se tornaram mais coesos, se tornaram menos relevantes nos *journals*. Porém, nas empresas, há ainda um grande escopo de aplicação desses conceitos e é um assunto de interesse (SLACK; LEWIS; BATES 2004).

De fato, pesquisa e prática são atividades de naturezas distintas. Porém, muitos conceitos importantes têm surgido de dentro das indústrias e influenciado toda a academia e suas pesquisas, como a implantação de sistemas ERP, o gerenciamento total da qualidade, o aparecimento do JIT/*Lean*, entre outros. Além disso, as lacunas observadas apenas refletem alguns tópicos de interesse classificados de forma tradicional. O que não é considerado no levantamento realizado pelos autores é o crescente interesse por temas transversais. Esses temas envolvem mais de uma área como as pesquisas que mostram a evolução das atividades de planejamento, programação e controle da produção frente às novas incursões dos princípios do *Lean*, entre outras pesquisas. O resultado aparece tanto no desenvolvimento de novas teorias tomando-se por base práticas já estabelecidas,

quanto no desenvolvimento de novas práticas com base em teorias preestabelecidas.

Nesse interesse por temas transversais, as pesquisas de campo ganharam força, sobretudo no sentido de facilitarem a aproximação entre teoria e prática (FORZA, 2002). E com essa aproximação veio o desafio de manusear adequadamente os métodos e técnicas de pesquisa correspondentes, num mundo pervadido de lógicas matemáticas (DEMO, 1996). Muitas dessas pesquisas realizadas nas indústrias procuram obter modelos mais próximos da realidade, ou seja, modelos estudados e validados com base nos processos reais. Bertrand e Fransoo (2002) observam esses fatos e colocam que a Pesquisa Operacional precisa se tornar mais efetiva, estudando modelos mais próximos dos processos operacionais da 'vida real'.

Nesse contexto de processo de construção da ciência, as teorias elaboradas são confrontadas a fim de comprovação junto aos dados de campo. Contudo, quando essas teorias são construídas com base em pesquisas realizadas nas empresas, é comum a presença de dados pouco significativos para validá-las, ou a presença de uma massa muito grande de dados, sem, no entanto, revelar algo dentro do contexto da pesquisa, tornando-a evasiva e inconsistente. Essa é uma preocupação das pesquisas de campo e para tal, algumas considerações particulares devem ser observadas, como na aplicação de um questionário para levantamento de dados. Nesse caso, deve-se avaliar não apenas os indivíduos que responderão as questões levantadas, mas também avaliar a empresa na qual se encontram; outra consideração é o nível de análise em que a pesquisa deveria ser conduzida, especificando quais as pessoas deveriam ser incluídas na pesquisa (BRYMAN, 1989).

Assim, considerando o lado do pesquisador, as primeiras dúvidas que surgem, além das observações colocadas por Bryman, são referentes ao tipo de método que deve ser utilizado de modo a obter as respostas, como essas respostas serão analisadas após a coleta de dados e como garantir a confiabilidade dos resultados. Cabe ao pesquisador definir uma abordagem mais adequada no contexto do estudo da empresa, de modo a tomar forma de uma pesquisa científica ou não.

Além disso, se o pesquisador desejar se debruçar sobre um problema de natureza científica, esse objeto de estudo para ser reconhecido como um projeto de pesquisa científica deve ser reconhecível por outros pesquisadores, mostrando algo útil que ainda não foi abordado ou analisado, e fornecendo elementos para a verificação e a contestação das hipóteses apresentadas (ECO, 2003).

Em síntese, se uma ou mais questões de pesquisa procurar evidenciar as idéias iniciais sobre o objeto em estudo, por meio de uma análise diferenciada do que já foi dito (**intuição**), acoplada a um método de obtenção das respostas (**experimento de campo ou empirismo**), comprovando ou refutando novas teorias ou hipóteses, com a explicação de como os resultados foram obtidos e o grau de aproximação com a realidade (**razão**), tem-se uma *pesquisa científica*. Quando esse conjunto de procedimentos é regular, explícito e passível de ser repetido a fim de se obter a solução do problema pesquisado, Bunge (1980) chama esses conjunto de procedimentos de **método científico**. A figura 3.1 ilustra esquematicamente a definição de pesquisa científica.

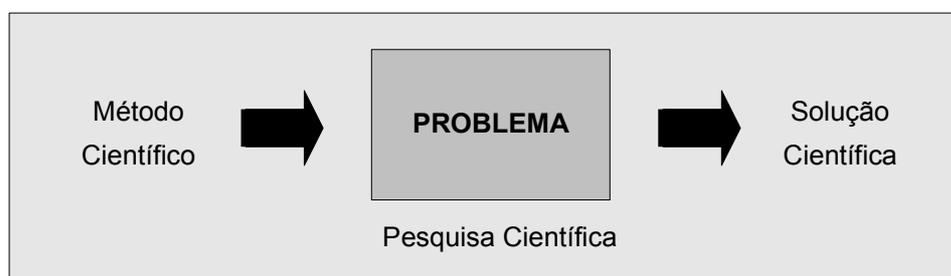


Figura 3.2 – Pesquisa Científica

Fonte: do autor (2007)

Sendo assim, essa pesquisa de tese com o tema o **Planejamento, Programação e Controle da Produção**, que embora venha sendo tratado por diversos autores ao longo de muitos anos, requer uma nova abordagem, mostrando como as empresas de manufatura vêm organizando suas atividades de PCP e como essas atividades vêm se adaptando às influências da evolução dos sistemas de informação industrial e da utilização de práticas derivadas da manufatura enxuta (*Lean*).

O problema apresentado apresenta relevância no sentido de que é capaz de produzir novos conhecimentos, ou seja, a apresentação de um modelo considerando a evolução funcional do Planejamento e Controle da Produção das empresas de manufatura. Também se refere à novidade no estágio atual da evolução científica e à utilidade acarretada para a humanidade, podendo o modelo proposto ser um ponto de reflexão para outras empresas que procuram projetar seus PCPs de forma a alcançar uma melhor eficiência operacional. A relevância de produzir novos conhecimentos, a de referir-se à novidade e a de utilidade para a humanidade, Salomon (1977) dá os nomes de relevância operativa, contemporânea e humana, respectivamente.

3.1.1 Métodos científicos

Toda a Pesquisa científica é realizada por meio de métodos científicos. Sendo assim, a solução de um problema de forma científica passa necessariamente pela utilização de procedimentos adequados para abordá-los, propondo soluções e as submetendo à prova. Esses procedimentos aplicados pelos pesquisadores para desenvolver uma experiência e gerar novos conhecimentos são chamados de métodos científicos.

O método científico é mais do que uma simples experimentação, é um conjunto de etapas que envolve a criatividade e imaginação do pesquisador por meio da observação do objeto de interesse e da descrição do experimento reproduzível para novos testes. Com base nesses passos iniciais, o pesquisador formula hipóteses verificáveis para explicar as observações realizadas por meio de experiências controladas a fim de eliminar variáveis que possam mascarar os resultados. Por fim, apresenta a explicação dos resultados com base nas hipóteses levantadas.

Nessa linha de um conjunto de atividades sistemáticas e racionais, Bunge (1980, p. 25) propôs um conjunto de etapas que devem ser seguidas de forma a auxiliar as decisões do cientista e de forma que a pesquisa se proceda de acordo com o método científico: inicialmente, toda atividade de pesquisa deve começar com o descobrimento de um problema ou lacuna existente em um conjunto de

conhecimentos. Com base na colocação precisa do problema, ou seja, recolocação de um velho problema à luz de novos conhecimentos (empíricos ou teóricos, substantivos ou metodológicos), ou ainda colocação do problema em termos matemáticos, tenta-se solucioná-lo com auxílio dos meios identificados. Caso o problema não tenha sido resolvido, utilizam-se hipóteses, teorias, técnicas ou produção de novos dados empíricos para tentar resolver o problema apresentado.

Para completar a pesquisa científica, Bunge (1980) salienta ainda que, a obtenção de uma solução do problema é realizada com o auxílio do instrumento conceitual ou de campo disponível, levando, a seguir, às investigações da solução obtida e à comprovação como um confronto da solução com a totalidade das teorias existentes, com apoio das informações de campo pertinentes. Se o resultado for satisfatório, a pesquisa é dada como concluída até surgirem novos dados. Do contrário, corrigem-se as hipóteses, teorias, procedimentos ou dados empregados na obtenção da solução incorreta e recomeça-se uma nova pesquisa.

3.1.2 Tipos de métodos científicos

A pesquisa científica, seja teórica ou experimental, é baseada em hipóteses¹⁷ em que o pesquisador verifica-as uma a uma a fim de encontrar uma solução para um determinado problema. Porém, a ciência com suas teorias complicadas, chegaram a tal ponto que é difícil refutá-las, e as observações tão detalhadas e carregadas de teoria que é difícil verificar quais hipóteses que corroboram ou são refutadas (BUNGE, 1980).

Tais complexidades levaram a uma revisão de esquemas metodológicos com prioridade ao conceito de comprovabilidade. Para Bunge, esse é o cerne da cientificidade, pois “uma idéia só pode ser considerada científica se for objetivamente comprovável com dados empíricos” (1980, p. 22). Além disso, complementa o mesmo autor, essa é uma condição necessária, mas não o

¹⁷ Na literatura especializada, encontra-se também o termo proposição para focar a pesquisa de campo. A diferença básica entre hipóteses e proposições é que proposições envolvem conceitos, ao passo que hipóteses requerem medidas (WHETTEN, 1989, p.491).

suficiente, tendo em vista que a mesma idéia deve ser compatível com o conhecimento comum para ser considerada científica.

Para mostrar que uma idéia é comprovável com dados obtidos por meio de pesquisa de campo, pode-se aplicar alguns métodos, entre eles: os métodos indutivos, que partem de fatos particulares para conclusões genéricas; os métodos dedutivos, que partem de enunciados gerais para se chegar a uma conclusão particular; e os hipotéticos-dedutivos, que partem da formulação de hipóteses e, pelo processo de inferências dedutivas, testa as hipóteses por meio das observações dos fatos (LAKATOS; MARCONI, 2001).

Com a preocupação de alcançar resultados mais confiáveis, precisos e supostamente científicos, os indutivistas utilizavam como critério de validação a “comprovação” junto a dados particulares, generalizando depois para o universo. Quanto mais evidências favoráveis à explicação, mais correta essa hipótese seria. No entanto, para Popper (1972), está longe de ser óbvio, de um ponto de vista lógico, haver justificativa ao se inferir enunciados universais tomando-se por base enunciados singulares, independentemente de quão numerosos sejam esses. Com efeito, qualquer conclusão obtida desse modo sempre pode revelar-se falsa, independente de quantos casos sejam observados.

Já Köche (1982) analisa a indução sob dois pontos de vista: o primeiro é de como surgem as soluções para os problemas e o segundo é como se dá a validação das soluções, ou a justificção das teorias. Sob o ponto de vista de solução para os problemas, Köche sustenta a colocação de Popper (1972), destacando que, do ponto de vista epistemológico, a indução é insustentável porque não se pode observar todos os fenômenos, fatos ou coisas, para deles fazer surgir uma explicação. Mesmo se o fossem, os fatos não explicariam por si mesmos o problema objeto de investigação científica, pois há muitas formas de classificá-los e observá-los que dependem de critérios por vezes muito subjetivos ou tendenciosos. Já sob o segundo ponto de vista, o da validação na indução, Köche afirma que a indução também é insustentável. “Uma hipótese jamais será verificada pelo simples fato de que apenas os enunciados empíricos singulares e particulares podem ser confirmáveis. Os enunciados universais só podem ser falseáveis e jamais confirmáveis” (KÖCHE, 1982, p. 46).

De sorte que, diversos resultados favoráveis não podem afirmar que uma hipótese é verdadeira, pois, “[...] uma hipótese ou uma teoria são universais. E não há experiência ou observação universais [...]. O resultado de uma experiência será sempre um enunciado singular” (KÖCHE, 1982, p. 46). Dessa forma, conclui o mesmo autor, que nada adianta centenas ou milhares de observações sabendo-se que jamais uma hipótese pode ser confirmada no sentido positivo. Por razões de não se poder confirmar ou afirmar a veracidade de uma hipótese de forma universal, é que se usa o termo *corroboração*, dado que uma hipótese não pode ser confirmada, mas apenas corroborada (POPPER, 1972). Igualmente para Lakatos e Marconi (2001), o termo “*corroboração*” é correto porque confirmar uma hipótese é utópico, pois se teria que acumular todos os dados positivos presentes, passados e futuro, se caracterizando como impossível. A não descoberta de um caso que negue a hipótese corroborará a hipótese, mostrando que a mesma superou todos os testes, porém não definitivamente confirmada, pois novos fatos poderão invalidá-la.

Para solucionar esses casos do método de indução, Karl Popper propôs o método hipotético-dedutivo, que submete criticamente as teorias à prova e que seleciona essas teorias conforme os resultados obtidos. Nesse modelo, a investigação começa com a proposta de um problema inserido dentro de um contexto e não por meio de observação de fenômenos ou fatos, como no método indutivo. Esses fenômenos ou fatos passam a ser importantes apenas quando relacionados a uma dúvida, a uma questão que precisa de resposta (POPPER, 1972; LAKATOS; MARCONI, 2001).

Identificado o problema, o pesquisador começa a conjecturar sobre possíveis soluções que poderiam explicá-lo, ou seja, soluções provisórias que deverão ser confrontadas com a realidade por meio de dados de campo. Desta forma. “a partir de uma idéia nova, formulada conjecturalmente e ainda não justificada de algum modo – antecipação, hipótese, sistema teórico ou algo análogo - podem-se tirar conclusões por meio de dedução lógica” (LAKATOS; MARCONI, 2001, p. 33).

Em síntese, a diferença do método estabelecido por Popper em relação ao método indutivo é o fato de que o método de Popper (hipotético-dedutivo) não estabelece “verdades” de teorias com base em verdades de enunciados singulares e nem propõe que seja possível ter por “verdadeiras” ou “prováveis” quaisquer teorias por força de conclusões “verificadas”. A consequência prática em termos de

investigação científica do método proposto é que o pesquisador deverá submeter as hipóteses a testes rigorosos com o intuito de encontrar algum caso que a falseie, mas se a hipótese se mantiver incólume, então poderá dizer que ela está corroborada (KÖCHE, 1982).

Discutido o método científico, no intuito de fundamentar metodologicamente a pesquisa apresentada, a seguir é descrita a classificação da pesquisa científica segundo os procedimentos e métodos utilizados.

3.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA CIENTÍFICA

Uma pesquisa tem por finalidade responder às indagações, de resolver um ou mais problemas. No entanto, a forma de como a pesquisa se dá depende fundamentalmente da natureza do problema. Assim, de acordo com o problema em estudo, pode-se utilizar diferentes abordagens e procedimentos.

Em relação às abordagens de pesquisa, as mais difundidas são a **pesquisa quantitativa** e a **pesquisa qualitativa** (VAN MAANEN, 1979; BRYMAN, 1989; GODOY, 1995a).

Quando o pesquisador define um plano de trabalho com hipóteses e variáveis operacionalmente definidas, ele está utilizando a abordagem quantitativa. Para Godoy (1995a) a preocupação aqui é com a medição objetiva e a quantificação dos resultados, com o pesquisador procurando enumerar e medir os eventos. No entanto, Godoy conclui que se a abordagem adotada pelo pesquisador envolve a obtenção de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos, possuindo contato direto do pesquisador e procurando compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos participantes da situação em estudo, a abordagem utilizada neste caso é a qualitativa. Mas é de se apontar que mesmo que as pesquisas quantitativas lidem com números e usem modelos estatísticos para explicar os dados, diferentemente das pesquisas qualitativas que evitam esses números, as discussões sobre as diferenças entre pesquisa quantitativa e pesquisa qualitativa e sobre as diferentes formas de justapor as mesmas é uma discussão estéril e sem propósitos.

Para Bauer e Gaskell (2003) não há quantificação sem qualificação, aludindo ao fato de que a mensuração dos fatos depende da categorização, além de que não há análise estatística sem interpretação, afirmando que os dados não falam por si mesmos.

Já com base nos procedimentos de pesquisa adotados, segundo Bryman (1989), para as pesquisas organizacionais, esses procedimentos podem ser:

- a pesquisa experimental, permite ao pesquisador estabelecer uma relação de causa e efeito;
- a pesquisa de avaliação (survey), geralmente associada a questionários e entrevistas estruturadas ou semi-estruturadas;
- estudo de caso, envolve o estudo detalhado de um ou um pequeno número de 'casos', podendo ser o caso uma organização, departamento ou seção em uma organização;
- e a pesquisa-ação, envolve a participação do pesquisador em conjunto com os membros da organização, que colaboram na solução de um problema. O pesquisador passa a ser membro da organização, diferentemente do estudo de caso, onde o pesquisador é um observador e não é parte integrante da solução do problema em questão.

Qualquer que seja o procedimento de pesquisa adotado em uma organização, a parte preponderante de qualquer pesquisa é a coleta de dados. Neste sentido, algumas técnicas podem ser aplicadas:

- *questionários*: envolve uma coleção de questões que o pesquisado responde por si só;
- *entrevista estruturada*: envolve uma coleção de questões específicas e precisamente formuladas aos pesquisados durante o processo de entrevista;
- *observação participante*: é uma técnica em que o pesquisador gasta um período de tempo fazendo as observações dentro do contexto da organização. O grau de participação varia de estudo para estudo;

- *entrevista não estruturada*: diferentemente da entrevista estruturada, o pesquisador entrevista o pesquisado em uma maneira bem informal, não incluindo, inclusive, questões pré-formuladas;
- *observação estruturada*: envolve o registro de observações em termos de uma programação pré-estabelecida;
- *simulação*: pesquisados são levados a imitar uma situação real a fim de que se possa observar como eles reagem em diferentes situações;
- *informações documentais*: inclui documentos históricos, contemporâneos e dados estatísticos (BRYMAN, 1989).

Essas técnicas não são excludentes, mas altamente complementares, de modo que o pesquisador pode e deve utilizar diferentes técnicas como fonte de evidências para estabelecer um bom estudo de caso.

Na mesma linha de técnicas de coleta de dados, porém com abordagem qualitativa, Flick (2004) define dois grandes grupos de coleta de dados:

- coleta de dados verbais;
- coleta de dados visuais.

Para a coleta de dados verbal realizada por meio de entrevistas semi-estruturadas, há o propósito de tornar explícito o conhecimento do entrevistado sobre o tópico em estudo, estabelecendo tanto questões abertas (*Em sua opinião, qual é a tendência do PCP em sua empresa quanto à política de software?*), quanto questões fechadas (*Você acha que a melhoria do PCP da sua empresa passa pela aquisição de mais capacidade computacional?*) ou (*Você tem conhecimento sobre campanhas de melhorias como práticas de 5S, kaizens, entre outras, nos métodos de trabalho do PCP da sua empresa?*). Mesmo para as questões fechadas, o objetivo é assegurar o significado que o entrevistado dá ao contexto, ultrapassando avaliações do tipo “sim” ou “não”.

Já para a coleta de dados visuais, o procedimento inclui as observações realizadas em campo, com o pesquisador participando por completo ou como observador. Questões como (*Como as ordens de produção são transmitidas para o*

chão de fábrica da sua empresa?) ou ainda (*A sua empresa opera Kanban?*) podem ser respondidas por meio de visitas ao processo produtivo ou por meio de análise de documentação disponível.

Na formulação de uma questão, referente às questões fechadas ou abertas, muitas buscam pela memória do entrevistado (*Como foi a evolução da sua empresa nas últimas décadas em relação ao software de apoio para realizar as atividades do PCP?*) e outras requerem o conhecimento contemporâneo (*A equipe de PCP da sua empresa tem atribuições estendidas, oferecendo apoio computacional para vendas, contabilidade, compras, engenharia, processamento de dados, treinamentos de software, etc.?*). Porém, mesmo para os conhecimentos contemporâneos, a qualidade dos dados coletados depende fortemente da memória do entrevistado e dos seus interesses, aludindo ao fato de expor ou não determinados acontecimentos. Dessa forma, alguns pontos fracos podem ser observados na coleta de dados por entrevistas como os assinalados por Yin (2005): imprecisão devido à memória fraca do entrevistado e respostas viesadas. Para diminuir ou eliminar esses pontos fracos é que são utilizadas múltiplas fontes de evidência, como a observação direta, análise de documentação, entrevistas com outras pessoas experientes, entre outras.

Além da classificação da pesquisa quanto à abordagem e aos procedimentos, pode-se classificá-la quanto aos objetivos. Nesse caso, quando uma pesquisa é realizada com o objetivo de entender melhor um problema, seja por um levantamento bibliográfico ou por estudo de caso, a pesquisa é do tipo **exploratória**, com aplicação de métodos de coleta de dados geralmente baseado em entrevistas com pessoas experientes no problema pesquisado. Se o objetivo for descrever os fenômenos, sem que ocorra a interferência por parte do pesquisador, utilizando geralmente, questionários e observação direta como método de coleta de dados, a pesquisa é do tipo **descritiva**, assumindo em geral a forma de levantamento de dados (*surveys*). Por fim, se a pesquisa tem por objetivo a definição de leis mais amplas, a estruturação e definição de modelos teóricos e identificação dos fatores que contribuem para a ocorrência dos fenômenos ou variáveis que afetam o processo, explicando os “porquês das coisas”, a pesquisa é do tipo **explicativa**, assumindo a forma de pesquisa experimental (GIL, 2002).

Como essa tese apresenta o estudo de caso como procedimento de pesquisa, a seguir, esse procedimento é colocado com maiores detalhes, com a identificação das etapas de pesquisa. O objetivo é expor brevemente os procedimentos que devem ser prescritos ao adotar o estudo de caso como procedimento de pesquisa.

3.2 UTILIZANDO O ESTUDO DE CASO COMO PROCEDIMENTO DE PESQUISA CIENTÍFICA

Muitas pesquisas organizacionais são realizadas por meio de estudos investigativos detalhados de uma ou mais empresas com o objetivo de entender os fatos dentro do contexto dessas empresas em estudo. Stuart *et al.* (2002) comentam que, em virtude da complexidade dos ambientes organizacionais e a falta de métricas e definições bem fundamentadas, essas características favorecem a aplicação de estudo de casos como abordagem de pesquisa. Ao passo que métodos como os levantamentos realizados por questionário podem ser muito úteis para comparar resultados e atitudes dentro do mesmo contexto, são menos adequados quando há uma comparação entre organizações inseridas em diferentes contextos. Sendo assim, concluem os autores, o estudo de caso é uma das melhores formas de pesquisa que assegura que os pesquisadores estão realizando observações válidas e, dessa forma, estão contribuindo para toda a teoria da Administração da Produção.

O estudo de caso é um procedimento de pesquisa de campo, e assim sendo, conecta os dados coletados em campo às questões iniciais de pesquisa. Nessa conexão entre dados de campo e questões de pesquisa, há um conjunto de etapas que se constitui como passos primordiais para o sucesso do caso sendo estudado, conforme figura 3.3 e descritas a seguir.

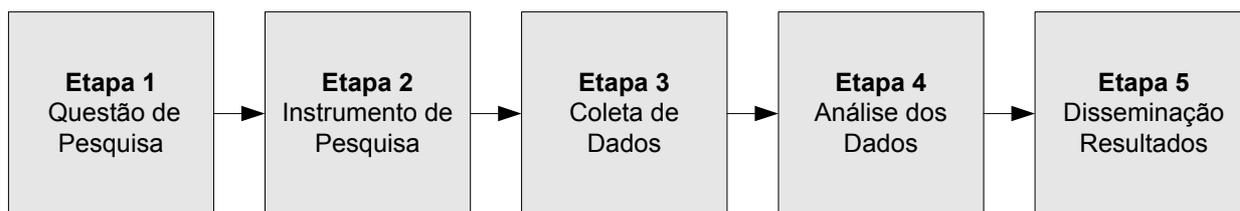


Figura 3.3 – Etapas da Pesquisa por estudo de caso.

Fonte: adaptado de Stuart *et al.* (2002, p. 420).

Etapa 1 - Questão de pesquisa

Uma condição para diferenciar uma estratégia de pesquisa de outra é conhecer o tipo de questão de pesquisa. Para o estudo de caso, o ponto principal é entender e explicar a ocorrência de fatos utilizando as questões “como” e “por que”, podendo levar a testes de teorias pré-concebidas ou, principalmente, ao desenvolvimento de novas teorias (VOSS; TSIKRIKTSIS; FROHLICH, 2002). Uma maneira de se fazer isso é por meio da construção de um modelo conceitual, capaz de descrever de forma gráfica ou narrativa, os principais assuntos que estão sob estudo, pontos chaves, construção ou variáveis, e uma presumida relação entre eles (MILES; HUBERMAN, 1994). Nesse sentido, uma das principais contribuições da pesquisa por estudo de caso está no entendimento mais aprofundado das questões levantadas, permitindo explorar variáveis e fenômenos ainda não completamente conhecidos (MEREDITH, 1998).

Etapa 2 - Instrumento de pesquisa

A segunda etapa do desenvolvimento da pesquisa diz respeito ao instrumento de pesquisa. Diferentemente de uma pesquisa utilizando questionários, onde o instrumento é o próprio questionário, para o estudo de caso utiliza-se o protocolo de pesquisa, contendo também os procedimentos e regras gerais que devem ser seguidas para se utilizar o instrumento, destinando-se a orientar o pesquisador na coleta de dados (YIN, 2005). Voss; Tsikriktsis; Frohlich (2002) afirmam que no núcleo do protocolo está o conjunto de questões para ser usado nas entrevistas, mostrando os assuntos que devem ser tratados, tipo das questões a serem perguntadas, além da indicação de dados específicos que devem ser requisitados.

O protocolo desenvolvido é a etapa preliminar da coleta de dados. Assim, é recomendada a realização de um estudo de caso piloto como forma de “aprimorar os planos para a coleta de dados tanto em relação ao conteúdo dos dados quanto aos procedimentos que devem ser seguidos” (YIN, 2005, p.104).

Etapa 3 - Coleta de dados

Um ponto forte das pesquisas por estudo de caso é a possibilidade de realizar a coleta de dados utilizando múltiplas fontes de informações como as entrevistas, análise de documentação, observações diretas, entre outras, possibilitando uma linha convergente de investigação. A esse princípio de se utilizar várias fontes de evidência, a fim de corroborar com uma qualidade maior do estudo de caso, Yin (2005) chama de processo de triangulação. Uma questão como (*Você tem conhecimento sobre campanhas de melhorias como práticas de 5S, kaizens, entre outras, nos métodos de trabalho do PCP da sua empresa?*) pode requerer evidências por meio dos conhecimentos dos entrevistados, como também por meio de observações diretas e análise de documentação disponível. É uma forma de reforçar a validade da informação coletada.

Há dois outros princípios utilizados para a coleta de dados: a construção de um banco de dados, identificando os dados coletados de forma que “outros pesquisadores possam revisar as evidências diretamente e não ficar limitados a relatórios escritos” (YIN, 2005, p. 129), e o princípio do encadeamento das evidências, permitindo com que um pesquisador externo vá das conclusões de pesquisa para as questões iniciais ou das questões para as conclusões do estudo de caso (YIN, 2005).

Entretanto, ao se realizar uma coleta de dados para evidências da teoria formulada, nem todas as fontes de informação estão disponíveis. Além disso, é importante observar a questão do tempo necessário para analisar essas múltiplas fontes e o grau de contribuição que cada uma traz no processo de pesquisa de forma integral. Exemplo disso é a coleta de dados por entrevista, onde o pesquisador deve observar o compromisso entre eficiência e qualidade dos dados. E para tentar aumentar a confiabilidade desses dados, Voss; Tsikriktsis; Frohlich (2002) mencionam que uma das técnicas utilizadas é fazer as mesmas perguntas

para um número de pessoas. No entanto, concluem os autores, pode-se necessitar de um grande tempo de pesquisa.

Etapa 4 - Análise dos dados

A interpretação das evidências registradas em campo é o cerne de uma pesquisa por estudo de caso. Como observam Stuart *et al.* (2002), o desafio não está apenas em observar, escutar e registrar os dados coletados, mas fundamentalmente de analisar e interpretar o que os entrevistados estão tentando dizer. Nesse sentido, encontrar significado para os dados coletados pode representar uma tarefa de grande esforço e tempo. As inabilidades de extrair padrões significativos e de simplificar informações descritivas na seção de análise de dados de estudos de caso constituem as principais fragilidades de artigos submetidos aos *journals* (STUART *et al.*, 2002).

Como o objetivo de qualquer pesquisa é produzir resultados significativos e convincentes, o procedimento por estudo de caso não foge à regra. Uma das maneiras de ajudar a manipular os dados e eliminar interpretações alternativas vem a partir do estabelecimento de proposições teóricas estabelecidas no início da pesquisa, abrindo caminho para o confronto dos dados coletados com questões e proposições orientadoras (GODOY, 1995b). Essa estratégia tem a vantagem de ser uma orientação teórica que serve como guia para se analisar o estudo de caso, isso porque elas refletem as questões de pesquisa e as revisões da literatura (YIN, 2005). Uma segunda estratégia ensinada por Yin é a explanação concorrente que inclui tentativas de coletar evidências sobre possíveis influências relevantes nos dados coletados.

Essas técnicas ajudam a manipular os dados coletados nos estudos de caso realizados. No entanto, independente da estratégia adotada pelo pesquisador, cuidados especiais devem ser tomados ao ser analisados esses mesmos dados. Especificamente para esse tipo de análise, uma das técnicas mais utilizadas é a técnica de adequação ao padrão, ou seja, os dados coletados em campo são comparados com padrões previamente estabelecidos derivados da teoria ou de outras evidências. Se os padrões (de campo e o de base prognóstica) coincidirem, os resultados podem ajudar o pesquisador a fazer inferências de relação entre os

eventos verificados durante o levantamento de dados (YIN, 2005). Se esses padrões forem replicados em casos similares (replicação literal), a confirmação fica mais robusta. Ainda mais, se esses padrões forem evidenciados em casos não similares (replicação teórica), a confirmação se torna mais robusta ainda (STUART *et al.*, 2002).

Etapa 5 - Disseminação dos resultados encontrados

Uma das preocupações dos pesquisadores nesse tipo de procedimento de pesquisa é assegurar a credibilidade e rigor dos resultados obtidos. Essa preocupação é derivada da grande quantidade de dados obtida durante as entrevistas, dados obtidos de uma documentação muitas vezes imprecisa, falta de evidências, etc., ocasionando uma das principais críticas ao estudo de caso que é a falta de rigor científico (STUART *et al.*, 2002). Contudo, um dos principais focos de Yin (2005) é evidenciar a qualidade das pesquisas por estudo de caso fornecendo técnicas para aumentar a validade e a confiabilidade dos resultados obtidos por meio de quatro testes lógicos: validade do *constructo*, validade interna, validade externa e confiabilidade. De acordo com Yin (2005):

- **a validade do *constructo***: está relacionada ao estabelecimento de um conjunto de medidas operacionais corretas para os conceitos estudados. Três táticas de estudos estão disponíveis para aumentar a validade do *constructo*: a primeira é a utilização de várias fontes de evidências como, entrevistas, análise de documentação, observação direta, entre outras; a segunda consiste em estabelecer um encadeamento de evidências; e uma terceira tática consiste na revisão do rascunho do relatório pelos pesquisados;
- **validade interna**: teste que estabelece uma relação causal, procurando determinar se uma condição levou a outra sem influência de eventos espúrios. É um termo que denota que a variável independente realmente afeta a variável dependente, conforme Bryman (1989). A preocupação aqui é sempre quando há inferências por parte do pesquisador, mostrando que determinados eventos que não puderam ser observados diretamente foram resultados de alguma consequência anterior, com base nas

entrevistas realizadas, documentação consultada e outras fontes de dados. Entre as táticas de estudos utilizadas estão a adequação ao padrão, construção de explicação e utilização de modelos lógicos;

- **validade externa:** teste que verifica se as descobertas de um estudo de caso são generalizáveis além do estudo de caso imediato (BRYMAN, 1989; YIN, 2005). Entretanto, é de ser relevado que uma das objeções ao uso do estudo de casos como abordagem de pesquisa é justamente a dificuldade de generalização, dada a análise de um único caso ou de poucos, oferecendo uma base frágil para sustentar a generalização. Entretanto, conforme colocado por Gil (2002), os estudo de casos não têm como objetivo proporcionar o conhecimento preciso das características de uma população, mas sim de proporcionar uma visão global do sistema ou de identificar fatores que influenciam ou são influenciados por esse sistema. Yin (2005) também assinala que os estudos de caso são generalizáveis em termos de proposições e não para populações ou universos. Assim, é o erro que se comete ao conceber a generalização estatística como o método para generalizar os resultados de um estudo de caso (YIN, 2005). Inicialmente, esse fato ocorre porque os casos que são escolhidos não são unidades de amostras e sim selecionados pelo pesquisador em questão. Se o pesquisador seleciona vários casos, trata-se de casos múltiplos e,

[...] sob tais circunstâncias, o método de generalização é a 'generalização analítica', no qual se utiliza uma teoria previamente desenvolvida como modelo com o qual se devem comparar os resultados empíricos do estudo de caso (YIN, 2005, p. 54).

E para aumentar as chances de generalização com base em uma pesquisa por estudo de caso, Meredith (1998) assegura que há uma necessidade de um maior aprofundamento das observações e uma maior triangulação e uma necessidade de avaliação de múltiplos estudos de caso, envolvendo principalmente casos diferentes, com o objetivo de desenvolver uma teoria mais compreensiva;

- **teste de confiabilidade:** por fim Yin (2005) estabelece que os mesmos resultados podem ser obtidos repetindo-se os mesmos procedimentos de

estudos adotados de forma a minimizar os erros e os vieses de um estudo. Está associada à garantia de execução das etapas de projeto de forma a conduzir outros pesquisadores às mesmas constatações e conclusões. Duas formas de aumentar a confiabilidade são: por meio da utilização de protocolos de estudo de caso; e da utilização de banco de dados, de forma que observações possam ser armazenadas e recuperadas. No caso da realização de uma pesquisa que envolva múltiplos estudos de caso, Yin (2005) aconselha o uso de protocolos de pesquisa, permitindo que se adquira confiabilidade na execução da pesquisa, auxiliando o pesquisador na coleta de dados. Em outras palavras, o protocolo é uma boa diretriz para que outros pesquisadores possam executar os mesmos passos (repetir os mesmos procedimentos) e chegar aos mesmos resultados.

Nesses critérios utilizados para julgar a qualidade dos projetos de pesquisa, a decisão do número de casos a ser estudado passa a ser de fundamental importância. Se o pesquisador está diante de um caso representativo ou decisivo para comprovação da sua teoria sendo testada ou construída, então o estudo de caso único poderia ser adotado. Por outro enfoque, se o caso sendo estudado não é decisivo e nem representativo, deve-se optar pela utilização de múltiplos estudos de caso devido à possibilidade de aumentar a validade dos resultados e evitar observações tendenciosas (VOSS; TSIKRIKTSIS; FROHLICH, 2002). Registra-se ainda o aconselhamento de Yin sobre a adoção de casos múltiplos a projetos de caso único:

Para começar, mesmo com dois casos, você tem a possibilidade de usar a replicação direta. As conclusões analíticas que independentemente surgem dos dois casos, da mesma forma que ocorre com dois experimentos, serão mais contundentes do que aquelas que surgem apenas de um caso único (ou experimento único). Em segundo lugar, é provável que os contextos dos dois casos distingam-se até certo ponto. Se sob tais circunstâncias variadas você ainda puder chegar a conclusões comuns a partir de ambos os casos, elas terão estendidos de forma incomensurável a capacidade externa de generalização de suas descobertas, novamente em comparação àquelas retiradas de um único caso (YIN, 2005, p. 75).

A opção por estudos de caso múltiplos leva o pesquisador a duas novas escolhas: o número de casos a serem selecionados e a forma de como devem ser selecionados. As respostas a essas duas questões vêm de Eisenhardt (1989) que recomenda a utilização de 4 a 10 casos e que podem ser escolhidos de forma aleatória. Porém, esse processo de escolha aleatória nem sempre é preferível e

necessário, alegando que o importante é escolher casos que contribuam para replicar e estender a teoria emergente.

Feitas essas considerações, os quatro testes lógicos permitem com que os pesquisadores possam seguir procedimentos sistemáticos a fim de julgar os resultados da pesquisa por estudo de caso. No entanto, cabe ao pesquisador o cuidado no reconhecimento de padrões e a descrição dos resultados, de forma que o leitor capte as essências da pesquisa realizada.

3.3 ENQUADRAMENTO DA PESQUISA DE TESE

Para essa pesquisa de tese, o método utilizado foi o método hipotético-dedutivo, com o desenvolvimento de um modelo evolutivo de PCP formando a teoria apresentada e as proposições levantadas de modo a confrontar a teoria com os dados de campo.

A pesquisa foi do tipo **exploratória**. A pesquisa apresentada no capítulo a seguir tem por objetivo entender os mecanismos de evolução do PCP que representa a inserção crescente dos Sistemas de Informação Industrial e das práticas da manufatura enxuta nos métodos e processos do PCP em empresas de manufatura do setor metal-mecânico. Inicialmente foi realizada uma análise histórica do PCP. Com base na evolução histórica e análises de algumas empresas de manufatura, um modelo de evolução do PCP foi elaborado, seguindo um estudo exploratório em empresas do setor metal-mecânico para analisar a validade do modelo proposto.

Como a finalidade da pesquisa é estruturar e definir um modelo teórico e relacionar proposições no âmbito de um processo produtivo, identificando o porquê do enquadramento das empresas em um *status* de evolução das atividades de PCP, a pesquisa também tem características **explicativas**.

Já o procedimento adotado foi o **estudo de caso múltiplo**, a fim de contribuir para a validade externa, com a abordagem qualitativa, possuindo como fontes de dados os colaboradores e os ambientes (empresas) no qual eles estão inseridos.

Para a coleta de dados foi utilizada a **entrevista semi-estruturada**, com a aplicação de um questionário com questões fechadas e abertas no sentido de captar do entrevistado, o conhecimento sobre o tópico em estudo. Também foram utilizadas as técnicas de **observação direta** dos eventos e **análise de documentação** por meio de visitas técnicas. A figura a seguir mostra o enquadramento da pesquisa sendo apresentada.

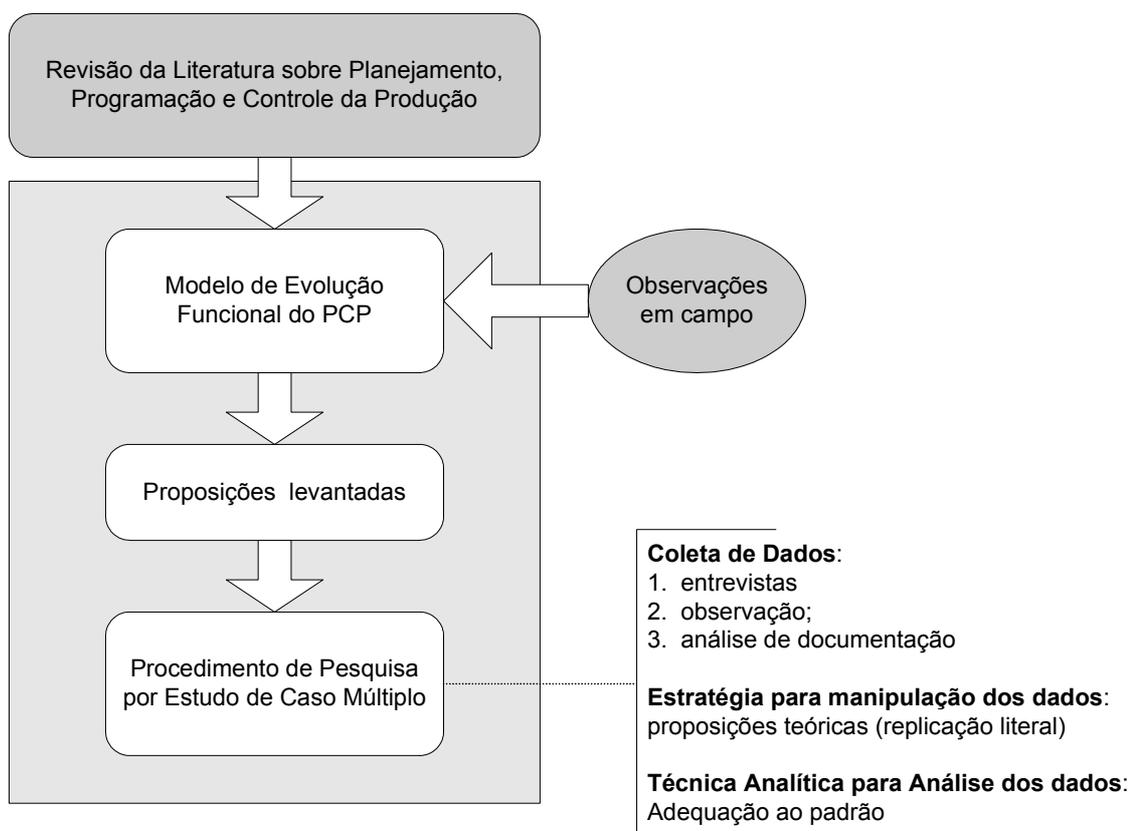


Figura 3.4 – Enquadramento da Pesquisa.

Fonte: do autor (2007)

CAPÍTULO 4

4 COMPONENTES DO PROJETO DA PESQUISA DA TESE

A presente tese apresenta cinco componentes de um projeto de pesquisa, baseado em Yin (2005):

- a questão de pesquisa;
- as proposições;
- as unidades de análise;
- a lógica que une os dados às proposições;
- e os critérios para determinar as constatações.

As seções a seguir mostram como esses cinco componentes de pesquisa estão inseridos nesse trabalho.

4.1 QUESTÃO DE PESQUISA

De uma forma simplificada, o PCP pode ser visto como uma função que busca o equilíbrio entre produção e demanda com papel voltado para o planejamento, programação e controle das ordens de produção, compras, gestão de estoques e movimentação de materiais.

No âmbito deste trabalho, considera-se que a função de Planejamento, Programação e Controle da Produção recebeu o título de PCP com o advento do

computador na medida em que ele se tornou ferramenta fundamental para o processamento de dados, apoiando as atividades correlatas.

Considerando as complexidades dos processos de manufatura e das estruturas dos produtos produzidos, a dinâmica da demanda e as ferramentas de gestão disponíveis, o PCP tem sido constantemente desafiado e tem passado por uma série de transformações a fim de assegurar o equilíbrio entre oferta e procura. Nessa vertente, a questão de pesquisa é colocada da seguinte forma:

Como as empresas de manufatura vêm projetando seus PCPs na busca de uma melhor eficiência operacional?

Para responder essa questão de pesquisa mediante a abordagem científica dois ingredientes fundamentais foram utilizados: a coleta de dados e as análises desses dados relacionadas ao problema de pesquisa formulado. A maneira que se optou para realizar essa investigação científica baseou-se na estrutura lógica do processo de pesquisa proposto por Bryman (1989, p. 7), utilizando o método hipotético-dedutivo, conforme já mencionado.

De início, como reflexão na literatura especializada do Planejamento e Controle da Produção, pôde-se deduzir uma lógica de evolução das práticas e métodos de PCP como resposta ao aumento de complexidade dos processos de manufatura e ao ambiente em que as empresas estão inseridas. No entanto, conforme já mencionado, essa evolução nem sempre é linear com o tempo, em razão do PCP ser um processo complexo e que interage com outros setores, e que também depende do grau de maturação e conhecimento das práticas de PCP existentes. Assim sendo, um modelo foi elaborado com o objetivo de proporcionar um melhor entendimento da evolução do PCP.

Os modelos estabelecem um modo de pensar, abordar e articular os problemas organizacionais e desempenham um papel de referência, ou seja, operam como prescrição para os agentes que tomam decisão a respeito de práticas a serem empregadas nas operações e processos organizacionais (Lima, 2001, p. 217).

A motivação para a modelagem da evolução funcional do PCP foi baseada em Vernadat (1996) que argumenta que os modelos procuram fornecer um melhor entendimento e uniformidade de representação de um processo ou empresa, suportam o projeto de novas etapas de um processo e podem ser usados para monitorar e controlar as operações de uma empresa. Dessa forma, o modelo deve

ser expresso por um formalismo, fornecendo certo grau de abstração para que as atividades, as informações, os recursos e a estrutura organizacional da empresa possam ser representados por de uma linguagem (VERNADAT, 1996). Essas linguagens para a elaboração de modelos podem ser definidas com base em textos, símbolos gráficos ou em linguagem matemática, dependendo do grau de formalismo desejado.

Em virtude da complexidade inerente do PCP, para a elaboração do modelo realizou-se a separação entre o processo do PCP e recursos de apoio (estrutura e infra-estrutura do PCP), isso porque, de acordo com Vernadat (1996) é importante separar o que precisa ser feito (processos) dos agentes que as executam (recursos), preservando desta forma a flexibilidade operacional. E também, os processos foram decompostos em atividades abrangendo as funções do PCP, procurando mostrar pontos marcantes da evolução do Planejamento e Controle da Produção.

Partindo do pressuposto de se obter um modelo evolutivo para responder a questão de pesquisa, sabe-se que há a necessidade de um conjunto de dados de campo para tornar o modelo válido e sólido. Nesse sentido, faz pouco sentido analisar apenas uma empresa de manufatura e tentar entender a contribuição do PCP de forma isolada, devido às dificuldades de generalização com base em um único caso. Logo, a opção por uma pesquisa exploratória envolvendo um conjunto de empresas permitiu retratar de forma mais fidedigna o papel do PCP de acordo com o modelo de evolução proposto e que será apresentado a seguir.

Propositadamente, algumas empresas de manufatura foram visitadas inicialmente com o objetivo de entender o papel do PCP e sua relação com os setores de produção e vendas. A idéia inicial foi a elaboração de uma solução prévia, expressa em um modelo mais próximo possível da realidade, mesmo que essa estratégia de pesquisa não fosse imprescindível nessa fase inicial, dada a possibilidade de refutar proposições e adicionar novas características ao modelo proposto.

Em linhas gerais, observou-se duas formas alinhamento nas empresas de manufatura no que diz respeito às atividades de PCP: o primeiro é um maior alinhamento do PCP com a TI, representado aqui pelos pacotes de ERP. Verificou-se que algumas empresas estavam em pleno processo de instalação do ERP e removendo o software exclusivo de operações do PCP. Para esses casos, o PCP

tendia a ser um enclave do departamento de TI. O segundo alinhamento apareceu em uma empresa com aplicações de práticas do *Lean*, que embora possuísse o ERP para comunicação dos dados, em linhas gerais, já manifestava outras práticas para o controle da produção como o *Kanban*. O PCP continuava utilizando o ERP para comunicação dos dados e para editar o plano mestre de produção, mas a programação e controle do chão de fábrica envolviam mais a gestão visual. Para essa empresa específica, TI e PCP eram funções distintas, ambas se reportando à diretoria industrial.

Deve-se dizer que, embora as empresas visitadas fossem de portes e setores diferenciados, a reflexão após as visitas e somando-se a literatura consultada, formou a base para o desenvolvimento do modelo de evolução funcional do PCP em três estágios, de forma a sugerir que os PCPs das empresas evoluem de forma sistemática e lenta de um estágio para o outro. Todavia, essa passagem não é trivial, mas exige um grau de treinamento, vivência, cultura empresarial e novos conhecimentos sobre as diversas práticas existentes de PCP.

Diante desse quadro, se elaborou um modelo que mostra o PCP em três estágios evolutivos, mostrados a seguir.

4.1.1 O modelo proposto de evolução do PCP

Os três estágios do modelo são identificados a seguir:

- **estágio I** – o PCP com ênfase em geração de ordens de produção;
- **estágio II** – o PCP com ênfase na integração computacional;
- **estágio III** – o PCP na busca constante pela excelência operacional.

Para o desenvolvimento desse modelo evolutivo foram considerados os seguintes elementos essenciais:

- identificação de dois fatores considerados como parte da explanação do modelo apresentado (estrutura e infra-estrutura, e processo relacionado ao PCP);

- a explicação de cada um dos fatores dentro da estrutura do modelo;
- a geração de proposições deduzidas logicamente do modelo apresentado;
- a descrição dos casos de campo para validar o modelo (teoria).

Considerando o primeiro elemento essencial para explicar o modelo, os dois fatores considerados são os seguintes:

- a. **estrutura e infra-estrutura:** inclui software de apoio, métodos utilizados para as atividades de planejamento, programação e controle da produção e pessoas, referenciando-se ao corpo técnico e gestor do PCP;
- b. **processo:** fluxo de informações, indicando o papel do PCP diante do tratamento das informações industriais;

A seguir, são descritas as características de cada estágio, que em conjunto com os fatores determinados, formam a estrutura do modelo proposto.

Modelo evolutivo de três estágios

Antes do uso dos computadores nas empresas de manufatura, as atividades de planejamento e programação da produção, isto é, a geração das ordens de produção e compras era realizada por intenso trabalho manual de cálculos e mapeamento de dados. Foi também anterior ao PCP a época em que dificuldades de administrar faltas constantes de material e atrasos de pedidos que se disseminou o uso do plano mestre de produção. Com o advento do computador, o PCP passou a ter suas atividades apoiadas por software, o que o levou a um estágio de maior agilidade no manuseio dos dados industriais.

Estágio I – PCP com ênfase na geração de Ordens de Produção

Em sua fase inicial, o PCP se estruturou ao redor da sua mais valiosa ferramenta, o computador. Entre as décadas de 1960 e 1970, as atividades de planejamento e programação da produção passaram a ser executadas em

computadores *mainframes*, com um grande volume de dados manipulados pelo software de MRP. As atividades de PCP eram executadas não somente por uma equipe que tinha a experiência do chão de fábrica para o atendimento dos pedidos, mas também era treinada na área da informática.

Convém evidenciar que com a capacidade de processar dados e informações, o computador deu ao PCP maior visibilidade nas empresas, ganhou espaço e passou a se equipar com as mais modernas evoluções dos computadores, bem como aumentou sua equipe com especialistas em informática.

a) Estrutura e infra-estrutura do PCP

Neste estágio, o PCP era estruturado com pouca autonomia funcional, ora ligado à gerência de produção, ora se reportando à gerência comercial (vendas ou marketing). O grande volume de dados manipulados pelo software de MRP e os longos tempos de processamento fizeram com que o PCP utilizasse o computador de forma intensa para gerar ordens de produção e compra com grandes *lead times*. Nesse estágio era comum se encontrar empresas em que o computador central estava sob responsabilidade do PCP. Assim sendo, o PCP se envolveu de forma crescente em atividades computacionais correlatas às suas funções e até mesmo era um referencial tecnológico para outras funções dentro da fábrica.

b) Processo do PCP

O processo do PCP era predominantemente caracterizado por produzir ordens de produção e compra tomando-se por base dados agregados de pedidos dos clientes, que depois eram processados e enviados para os vários departamentos de produção. Com grandes intervalos de planejamento, o PCP era o responsável por gerar um cronograma para a produção e informações para compras para que pudesse fazer os pedidos aos fornecedores. No entanto, o nível de controle de fornecedores e clientes era ainda rudimentar.

Estágio II – PCP com ênfase na Integração Computacional

Os sistemas de informação industrial tiveram grande progresso em hardware e software a partir da década de 1980, marcado principalmente pelo surgimento dos computadores pessoais que progressivamente foram ligados em rede e pelo maior poder de processamento dos computadores *mainframes*. Empresas líderes da época seguiram esse progresso e entraram na tecnologia da informática, com elevados níveis de automação e integração dos dados de produção e com elevados investimentos. Os sistemas de informação representados pelo MRP II passaram a envolver toda a manufatura, integrando planejamento de vendas, planejamento financeiro, recursos humanos e outras funções por meio de banco de dados. Por sua vez, o PCP esteve na linha de frente desse progresso. De forma mais incisiva, termos relacionados a software, processamento de dados, outros jargões computacionais e um mar de acrônimos (MRP, MRP II, ERP, APS, entre outros) passou a fazer parte do dia a dia das empresas e do PCP.

A partir da década de 1990, toda a tecnologia de processamento computacional cresceu a uma velocidade extraordinária. Os computadores se tornaram sofisticados e ágeis o suficiente para lidar com grandes volumes de dados. Isso estimulou os fornecedores de software a buscarem a integração empresarial por meio do desenvolvimento de novos sistemas de informação, culminando com o ERP. Nesse ponto, as aplicações de PCP, da área contábil, logística, entre outras, que originalmente eram ilhas computacionais, foram integradas no software ERP. Nessa dimensão, o PCP foi assumindo gradualmente uma personalidade de TI.

a) Estrutura e infra-estrutura do PCP

Com os novos sistemas de informação representados pelo MRP II e na seqüência pelo ERP, o PCP ganhou sua ascendência na estruturação do processamento de dados que mais tarde seria chamado de TI, porque com a necessidade de manipular grandes quantidades de dados, passou a gastar mais tempo de processamento dos computadores e a exigir pessoas com boa formação em informática para operá-lo. Com atribuições mais estendidas se comparadas ao estágio inicial, o PCP viu

sua equipe se diversificar, com o crescimento das atividades computacionais para apoiar suas múltiplas funções. Por sua vez, a presença de uma equipe mais estruturada e com grande capacidade analítica deu ao PCP destacado *status* na empresa. Com o ERP dividido em módulos ou aplicações, o PCP passou também a ter uma função de coordenação procurando integrar os diversos subsistemas computacionais.

A par disso, passaram a fazer parte do portfólio deste PCP, além de funções correlatas de processamento de ordens, gestão de estoque e movimentação de materiais, outras funções como contratos de serviços, configuração e personalização de relatórios, administração do patrimônio, análise de vendas, processos de licitação, aquisição, remessa, gestão de investimentos, entre outras. Contudo, o PCP tornou-se uma parcela deste mundo de TI e o chão de fábrica ficou mais distante. Diante desse quadro, a hipertrofia do PCP no estágio II conduziu-o a perda de foco.

b) Processo do PCP

O processo do PCP se concentrou no provimento de informações industriais para as áreas de produção, comercial, financeira, vendas, entre outras, envolvendo toda a empresa. Tornou-se assim, um centralizador de informações relacionadas aos problemas de planejamento, programação e controle da produção e mais tantas outras funções fora das atribuições tradicionais do PCP. O PCP tornou-se responsável em mapear as ordens de produção à capacidade produtiva. Por meio do ERP, o PCP passou também a ter um controle maior sobre os fornecedores e clientes, planejando as compras e vendas. E com recursos mais sofisticados, o software passou a ser executado com mais freqüência, se comparado com o estágio inicial do PCP.

Estágio III – PCP na busca constante pela Excelência Operacional

O PCP tornou-se vítima da sua própria hipertrofia em virtude de uma maior abrangência de suas funções e da perda de foco. Os problemas de velocidade e confiabilidade de entregas eram resolvidos a custo de muitas alterações de ordens e grandes volumes de estoques. Os problemas de disponibilidade de recursos para as ordens de produção geradas pelo MRP/ERP ainda estavam longe de serem completamente solucionados.

Paralelamente, acontecia uma revolução na manufatura das empresas automobilísticas, liderada pela Toyota Motor Company, o que implicava numa revisão de todos os métodos tradicionais de manufatura. Esse método em ascensão voltava seu olhar para o chão de fábrica, para a qualidade, para a redução de *lead time*, para a confiabilidade de entregas, para o controle da produção e para a eliminação de desperdícios. Em suma, representava uma revolução para a cultura tradicional do PCP.

A melhor abordagem dessa revolução da manufatura foi sistematizada pelo *Lean*. Alguns resultados de como o *Lean* afetou as práticas de PCP já podem ser acompanhados pela literatura especializada e por casos de sucesso em várias empresas que adotaram o *Lean*. Nessa pesquisa de tese têm-se alguns exemplos dessas empresas, como será descrito na seção de unidades de análises deste capítulo.

Neste estágio acontece um rompimento com o estágio II do modelo. De um lado, a atividade de informática industrial, representada pelo uso dos sistemas de informação, e agora ampliada e chamada de TI seguiu seu caminho de sucesso, ampliando ainda mais sua área de atuação como o comércio eletrônico (*e-commerce* e *e-purchasing*). Por outro lado, o PCP voltou sua atenção para as atividades de planejamento, programação e controle da produção direcionada para o chão de fábrica. Essa nova visão passou a ser a contribuição constante em busca pela excelência operacional e com o objetivo de integrar todos os atores do processo de manufatura à luz de práticas diversificadas. A pedra angular do PCP passa a ser o nivelamento da produção por meio de uma programação em pequenos lotes e a conseqüente redução de desperdícios, especialmente a superprodução.

O computador não foi abandonado pelo PCP, apoiando na agregação de pedidos da demanda para a construção do plano mestre de produção e na programação e controle da expedição.

Assim sendo, o PCP passou a se envolver nos projetos de *Kanbans*, *Heijunkas*, projetos de supermercados, projetos de novas práticas de controle como os *Andons*, *poka-yokes*, entre outras, e também participando de ciclos de *Kaizens*.

a) Estrutura e infra-estrutura do PCP

Nesse estágio, a estrutura funcional do PCP foi progressivamente reformulada, com o computador ficando nas mãos da equipe de TI que assumiu a maioria das funções da gestão da informação das áreas comerciais, patrimoniais, contábil, financeira, suprimentos e logística. O PCP continuou com alguma atividade computacional mínima tratando dos planos mestres de produção, de fornecedores e da distribuição. O PCP voltou a ser constituído no seu corpo técnico de pessoas experientes em gestão de processamento de pedidos de clientes e de controle de chão de fábrica, agora com grande ênfase em ferramentas voltadas para o *Lean* e com o grupo treinado para fazer a integração de pessoas.

O plano mestre não foi abandonado e continuou uma realidade, mas a técnica MRP e as explosões gerando inúmeras ordens de produção se tornaram progressivamente entes do passado. A busca pela produção puxada e nivelada passou a ser a linha mestra do PCP para a redução de todas as formas de desperdícios, principalmente excessos de estoques. E é na procura desses mecanismos mais eficientes, com ênfase no controle e na eliminação de desperdícios, que membros do PCP se envolveram nos processos de melhorias contínuas (ciclos de *Kaizens*).

b) Processo do PCP

O processo do PCP deu ênfase na coordenação das ações de planejamento, programação e controle na busca constante pela excelência operacional. Em outras palavras, o PCP se voltou para o atendimento aos clientes com qualidade, rapidez, confiabilidade e

redução de custos na busca incessante pela estabilidade, voltando-se mais para a integração de pessoas do que de informações, principalmente entre os departamentos de marketing, vendas e produção. Como prática voltada para o controle do chão de fábrica, o PCP aderiu à política da gestão visual, interagindo com todos os agentes da produção de forma mais efetiva. A programação e controle da produção tornaram-se entes indivisíveis neste processo de atendimento ao cliente, trazendo como resposta a flexibilidade do ambiente de produção e agilidade na tomada de decisão.

Concluindo, ao passo que o PCP se move naturalmente do estágio I para o estágio II por meio de novas aplicações computacionais, substituindo os sistemas legados (MRP) por soluções de MRP/ERP a fim de alcançar a integração computacional, a passagem do estágio II para o III não é natural e nem simples. Por isso, adotou-se a posição de mudança de estrutura, uma interrupção no crescimento das funções computacionais do PCP e de todos os seus métodos tradicionais, exigindo uma nova postura, um novo projeto ante as idéias preconizadas pelo *Lean*. Para tal, muitos treinamentos em práticas do *Lean* e processamento de pedidos são necessários para sair do estágio II e evoluir para o estágio III. Dessa forma, o modelo preconiza que, para atingir o estágio III e nele se manter, deve-se promover melhorias contínuas em busca da excelência operacional. E as empresas que buscam a excelência chegam mais rápido no estágio III do modelo apresentado.

4.2 PROPOSIÇÕES DE PESQUISA

Como essa pesquisa de tese tem por objetivo apresentar um modelo de evolução dentro da teoria existente sobre planejamento, programação e controle da produção, a aplicação de proposições se torna bastante útil no sentido que elas fornecem foco na pesquisa de campo e contribuem com o processo de validação de

pesquisas futuras sobre o modelo apresentado. Nessa pesquisa, três proposições logicamente deduzidas do modelo apresentado foram utilizadas.

Para verificar se há uma mudança de estrutura quando o PCP evolui para o estágio III, elaborou-se a primeira proposição.

1ª Proposição: *o PCP procurou tirar proveito dos sistemas de informação industrial e se envolveu visceralmente com ele, a ponto de perder o foco. Porém, o Lean ajudou o PCP a fazer uma revisão em seus métodos. Com os olhos no chão de fábrica, o PCP se envolveu com ferramentas mais eficientes para lidar com as flutuações de demanda, envolveu mais o fator humano no processo e enxugou a estrutura computacional.*

A figura 4.1 mostra a 1ª proposição com a identificação do momento da passagem dos estágios II para o estágio III em um macro processo. Assim sendo, o objetivo dessa primeira proposição é verificar, de acordo com os dados de campo, se há empresas em que o PCP se envolveu intensamente com os sistemas computacionais para executar suas atividades, se há empresas que se envolveram com as práticas do *Lean* e se essas práticas têm conduzido ao enxugamento desses sistemas computacionais para auxiliar as atividades de PCP.

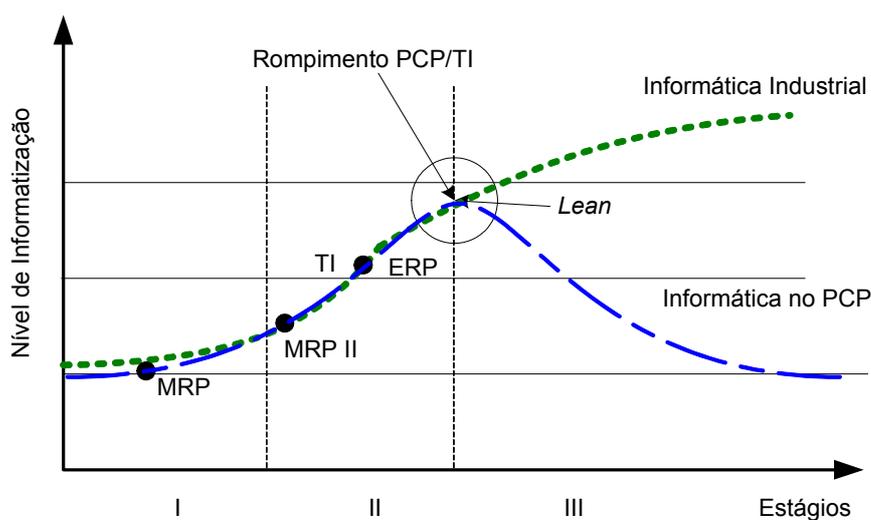


Figura 4.1 – Modelo de Evolução do PCP em direção a melhor eficiência operacional.

Fonte: do autor (2007)

A segunda proposição procura verificar se as empresas estão adaptando suas soluções de MRP/ERP quando utilizam as práticas do *Lean*, já que há várias soluções comerciais disponíveis.

2ª Proposição: *na medida em que as empresas adotam a gestão do Lean para o PCP elas não procuram adaptar o MRP para o Lean, mas reduzem sua utilização ou abandonam por completo.*

A terceira proposição foi elaborada para verificar se esse processo de evolução das estruturas funcionais do PCP em busca da excelência operacional representa de certa forma, uma convergência para o *Lean*, e se essa evolução é comandada pelas empresas líderes e seguida pelas demais. A corroboração dessa proposição ajudaria a identificar empresas com as melhores práticas, e empresas mais conservadoras, mas que apresentam também um movimento de evolução em direção à excelência operacional.

3ª Proposição: *o processo de evolução do PCP tem sido capitaneado por empresas líderes e acompanhado por empresas seguidoras.*

Em conjunto, essas proposições procuram testar a aderência do modelo proposta à realidade industrial.

4.3 AS UNIDADES DE ANÁLISE

A seleção das empresas para os estudos de caso foi realizada baseando-se em três critérios principais:

- visita técnica realizada anteriormente às instalações de uma empresa selecionada por parte do pesquisador;
- participação em curso em TPS oferecido em uma das empresas pesquisadas. Nesse caso, aproveitou-se esse curso para observar o ambiente de produção da empresa e convidá-la à pesquisa;

- conhecimento, por parte dos pesquisadores desse trabalho, de algumas empresas com práticas do *Lean*.

A lógica utilizada para essa pesquisa de estudos de caso múltiplos foi a lógica de replicação e não da amostragem, conforme literatura especializada.

A opção por selecionar múltiplas empresas para se realizar a pesquisa deveu-se ao fato que não há casos decisivos ou extremos para testar o modelo ora apresentado. Também não há casos representativos, tendo em vista que as atividades de planejamento, programação e controle da produção, de uma forma ou de outra, são realizadas por qualquer empresa e de formas diferenciadas.

Além disso, as empresas escolhidas, além de líderes em seus segmentos, adotavam estratégias diferentes em relação à implantação do *Lean*. E para viabilizar essa pesquisa exploratória se estudou apenas empresas da região Sul do Brasil.

A abordagem de replicação aos estudos de caso realizados encontra-se ilustrada na figura 4.2. E a seguir, é mostrada a descrição resumida de cada caso estudado, estando a descrição detalhada nos APÊNDICES de A a D.

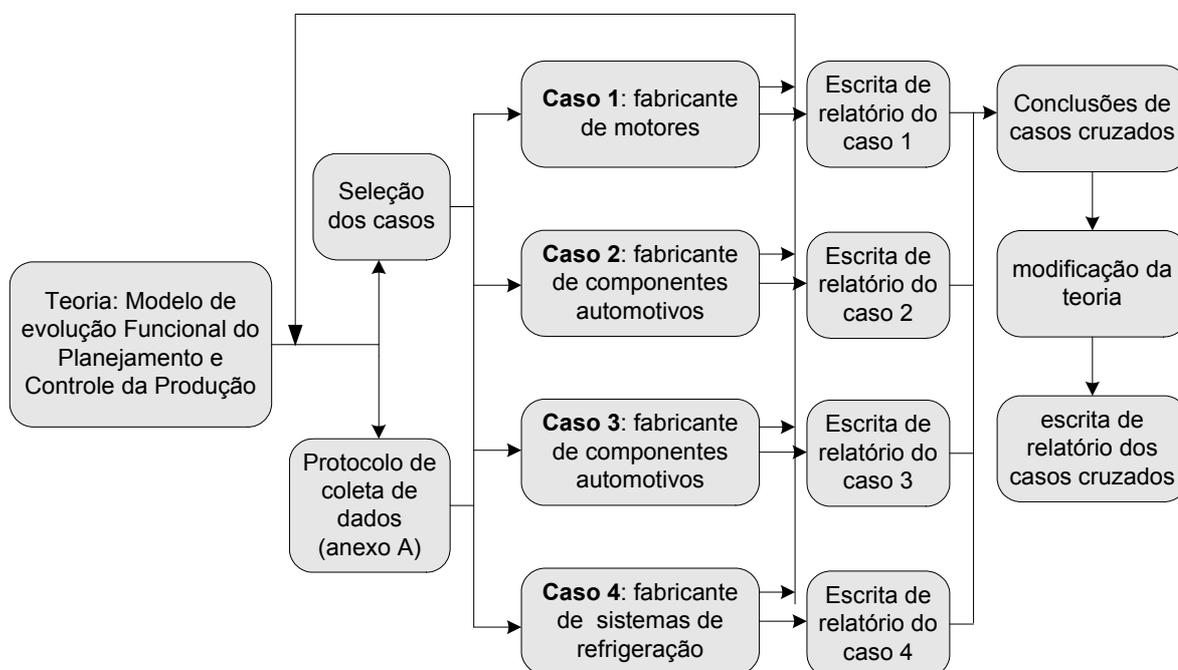


Figura 4.2 – Método de Estudo de Caso.

Fonte: adaptado de Yin (2005, p. 72)

4.3.1.1 Caso 1: empresa A

A empresa A produz motores para carros de passeio, tendo uma força de trabalho girando na casa de quatrocentos empregados em aproximadamente 40 mil m² de área construída. A programação da produção controla três diferentes tipos de motores e mais de duzentos componentes e peças entre produzidos e subcontratados. O ambiente de produção é caracterizado por três células de fabricação que alimentam uma linha montagem, onde são montados diariamente oitocentos motores, com todos os três tipos produzidos em toda hora.

O PCP da empresa está vinculado à gerência de *Material Supply*, que por sua vez, apóia na diretoria técnica ou direção industrial da empresa. Para apoiar o uso do sistema de informação industrial a empresa possui um setor de TI, vinculado à diretoria comercial o qual responde pela manutenção e operação do ERP. A figura 4.3 mostra a organização de forma simplificada da empresa A. As diretorias técnica e comercial estão vinculadas ao diretor geral da empresa. É possível identificar também um grupo voltado para soluções *Lean* sob responsabilidade da gerência de manufatura. Esse grupo é multidisciplinar e responde pela realização de ciclos de *Kaizens* e treinamentos voltados para a cultura do *Lean*.

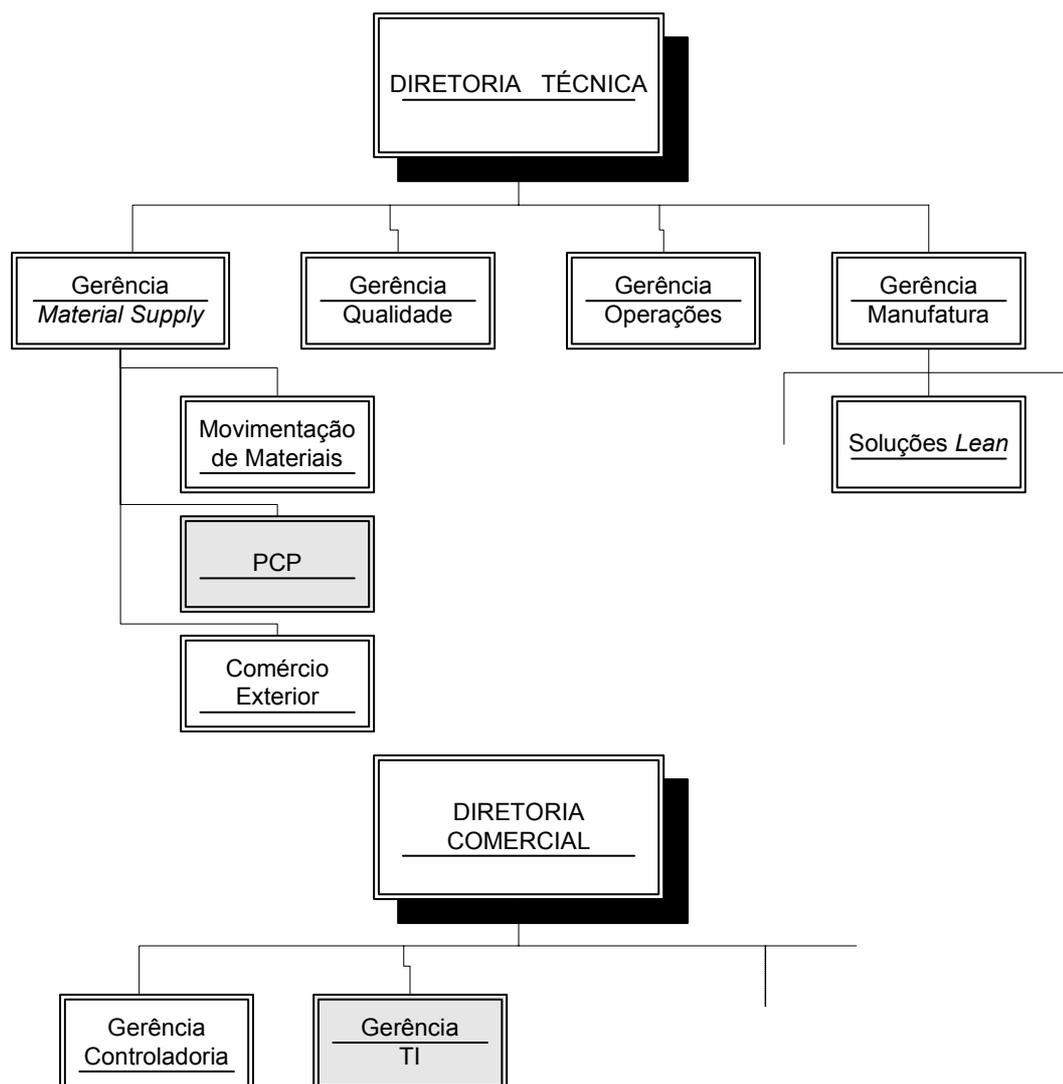


Figura 4.3 – Organograma simplificado da empresa A.

Fonte: dados da pesquisa (2007)

O plano mestre de produção é desenvolvido mensalmente incluindo os três modelos de motores como forma de atender aos pedidos dos clientes. Para editar o plano mestre a empresa utiliza seu software de ERP, mantendo um horizonte de planejamento de seis meses e com atualizações semanais a fim de refletir mudanças de pedidos, alterações de condições de produção como a realização de uma atividade de manutenção não programada, entre outros. A empresa não encontra problemas de capacidade, pois opera bem abaixo da sua real capacidade produtiva.

Todavia, o PCP faz uso de uma ferramenta auxiliar para programar e firmar cada semana. É uma planilha eletrônica que contém o volume de produção diário de cada tipo de modelo a ser produzido. Essa planilha é comunicada à linha de montagem por um sistema eletrônico da empresa mostrando a seqüência correta de produção. O volume de produção de cada modelo é consensado diariamente pela equipe de PCP, produção e vendas com base nos pedidos das montadoras e nos estoques disponíveis. Dessa forma, os responsáveis pela produção das células conhecem o plano de antemão e estabelecem os requisitos de produção baseados em níveis de estoques entre essas células e a linha de montagem, mantendo um nível próximo do ideal. Já a reposição de peças vindas dos depósitos para as células de fabricação se dá por meio de *Kanbans*. Assim, a programação da produção no chão de fábrica se dá por meios puramente visuais.

A parte de processamento junto ao MRP/ERP fica mais voltada para atualizar a base de dados e realizar uma previsão dentro dos seis meses considerados. Com isso, a empresa determina a programação de entrega dos fornecedores. No entanto, para programar a produção diariamente, ou quando necessário, realizar a reprogramação, o uso da planilha e comunicação informal constituem os elementos mais importantes para fazer toda a programação da produção e o controle de materiais transcorrerem de forma eficiente.

Essa unidade fabril opera com estoques geralmente inferiores a um turno de produção, sem ordens de fabricação e sem os chamados “apressadores” de chão de fábrica. É uma empresa que já nasceu com esses princípios do *Lean* bem definidos e com o PCP já envolvido por essas práticas de chão de fábrica.

4.3.1.2 Caso 2 – empresa B

A empresa B produz peças (sistema de climatização) para a indústria automobilística, tendo uma força de trabalho girando na casa de 1.400 funcionários em aproximadamente 60 mil m² de área construída. A programação da produção controla quinze tipos de modelos e mais de cinco mil itens entre comprados e produzidos. A empresa possui um ambiente de produção formado por oito células de fabricação em linha, para um volume de produção que gira em torno de 34 milhões de componentes por ano.

O PCP da empresa está vinculado à diretoria comercial. Já o sistema de informação industrial da empresa é apoiado pelo departamento de TI com vínculo direto à direção industrial. A figura 4.4 mostra de forma simplificada o organograma da empresa.

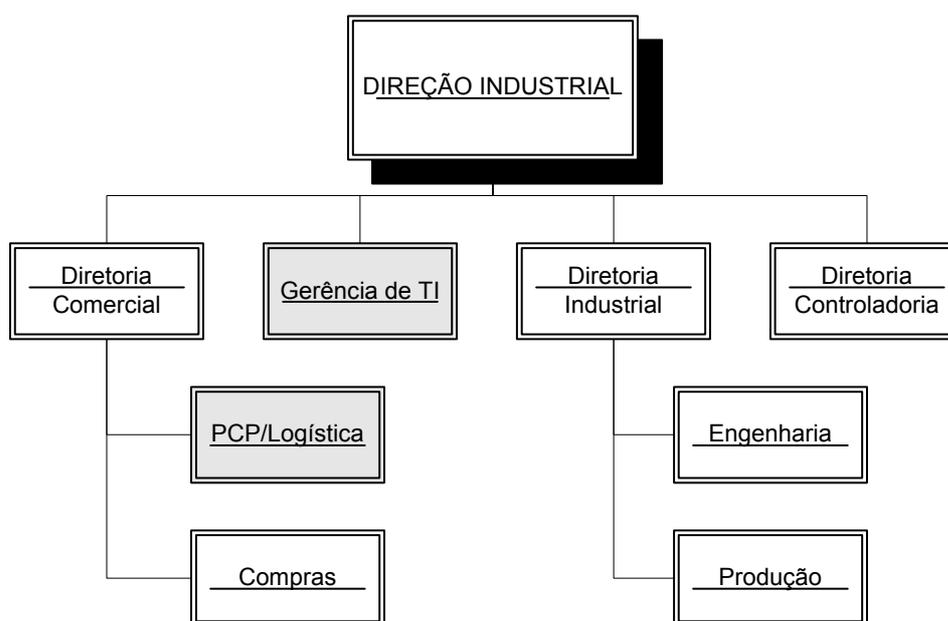


Figura 4.4 – Organograma simplificado da empresa B.

Fonte: dados da pesquisa (2007)

Para atividades de melhorias, a empresa possui um grupo multidisciplinar responsável por liderar trabalhos e aperfeiçoar as práticas TPS no chão de fábrica. Esse grupo responde por treinamentos em *Lean* e está sob responsabilidade da diretoria industrial.

A empresa elabora o plano mestre de produção a cada mês para todos os modelos e de forma nivelada, observando um horizonte de planejamento de sete meses e com atualização semanal. Para editar o plano mestre a empresa utiliza uma solução desenvolvida por sua matriz no Japão, conhecida como CIGMA, um software do tipo MRP. Basicamente é um sistema de único nível no processo de desdobramento do plano mestre de produção.

Com o plano mestre nivelado e contemplando toda peça todo o dia, o CIGMA gera diariamente *Kanbans* de produção que são enviados para o chão de fábrica e

que são nivelados em cada *Heijunka* no final das células de fabricação. Com base nessa programação, a produção se encarrega de produzir as peças por meio de *Kanbans*. O PCP utiliza também o software CIGMA para gerar os pedidos de compra para os fornecedores com os tamanhos de lotes determinados com base em critérios como, a necessidade de se manter estoques para manter a produção estável e custos envolvidos.

Quando é necessário reprogramar a produção diária para compensar situações como flutuação de demanda, essa reprogramação é feita por meio por alterações nos *Kanbans*. A atualização do software acontece apenas no final do dia de produção.

Contudo, embora o PCP mantenha sua própria solução computacional, para atender as necessidades da Receita Federal, a empresa foi obrigada a instalar e compartilhar os dados industriais em um ERP credenciado pelo fisco. Dessa forma, os dados de produção do software CIGMA são integrados com o ERP da empresa, e essa integração é de responsabilidade da equipe de TI.

Essa empresa trabalha com estoques em processo reduzidos, sem ordens de produção e sem os chamados “apressadores” de chão de fábrica. É uma empresa que pode ser caracterizada como possuindo uma manufatura genuinamente *Lean*, com grande ênfase na gestão visual para controlar as operações de chão de fábrica e com uma programação puxada e nivelada em todos os seus processos.

4.3.1.3 Caso 3 – empresa C

A empresa C é uma grande fabricante mundial de componentes automotivos. A empresa possui 17 unidades no Brasil, e entre elas a unidade voltada para a produção de sistemas de transmissão estudada na pesquisa. Com uma força de trabalho girando por volta de 600 funcionários em uma área construída de 17 mil m², essa unidade foi selecionada para a pesquisa, produzindo para as principais montadoras dentro e fora do Brasil. A empresa possui um ambiente de produção formado por quarenta células de fabricação em linha. O volume, o *mix* de produção e o número de componentes e peças produzidos pela empresa não foram informados.

O PCP da empresa está vinculado à direção industrial. Já a área de informática da empresa é de responsabilidade do setor de TI que é corporativo, atendendo todas as empresas do grupo na América do Sul, muito embora o grupo mantenha equipes de TI em cada unidade fabril, apoiando-se no TI corporativo. O organograma simplificado da empresa é mostrado na figura 4.5. Especificamente do TI, vale notar que a equipe é formada por pessoas altamente especializadas e que, com base em experiências no uso e personalização de um sistema ERP comercial, desenvolveu sua própria solução corporativa.

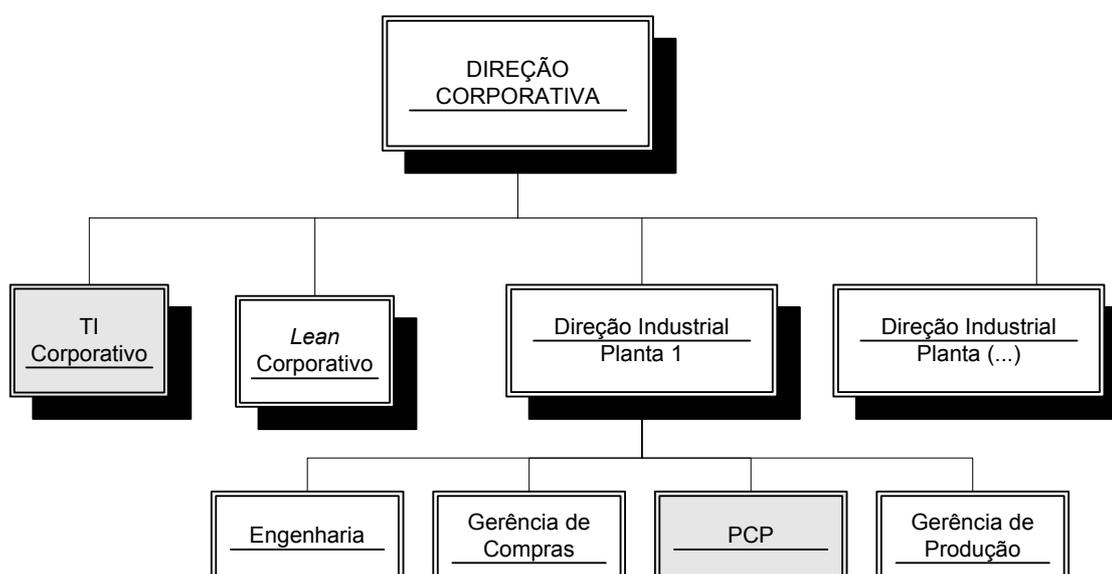


Figura 4.5 – Organograma simplificado da empresa C.

Fonte: dados da pesquisa (2007)

O plano mestre de produção é desenvolvido trimestralmente incluindo todos os modelos a fim de satisfazer o plano de vendas estabelecido. O plano mestre é editado no ERP que, embora seja corporativo, é executado localmente, contemplando um horizonte de planejamento de seis meses e com atualização semanal. Com base no plano mestre, a empresa utiliza um sistema do tipo APS para gerar ordens de produção para as células de manufatura. Embora as ordens de produção sejam práticas preponderantes, a empresa já implantou práticas de gestão visual em uma célula piloto, em que o PCP gerencia a produção por meio da entrega

de ordens de produção no final dessa célula, sendo as demais operações puxadas por *Kanban*.

Para as células que não operam *Kanban*, as ordens são impressas e entregues aos facilitadores de cada grupo de célula, que por sua vez distribui essas ordens para cada operador de máquina. Os tamanhos dos lotes são definidos mais por questão de manutenção de estoques e custos envolvidos.

A empresa vem se preparando para uma melhor eficiência operacional por meio de múltiplos ciclos de *Kaizens*. Os resultados já se manifestaram como a reorganização do leiaute, passando de funcional para celular, diminuição de estoques, aplicações crescentes da gestão visual, entre outros. Esses resultados, segundo as observações, são frutos de muitos treinamentos já realizados pela empresa envolvendo todos os setores, incluindo a equipe de PCP.

4.3.1.4 Caso 4 – empresa D

A empresa D produz sistemas de refrigeração para linha branca, tendo uma força de trabalho por volta de 5 mil funcionários em aproximadamente 12 mil m² de área construída. Com sua matriz no Brasil, a empresa produz cerca de 4,5 milhões de unidades em uma das unidades fabris, em seis famílias e com mais de 400 modelos. É caracterizada pela presença de duas linhas de montagem e células de manufatura que abastecem essas linhas.

A empresa não define uma área específica de PCP, conforme pode ser observado no organograma simplificado da empresa na figura 4.6. Essas atividades de PCP são distribuídas por diversos setores sob coordenação de diversas gerências, ora ligado ao planejamento de vendas, ora ligado à produção. Para cada setor há um responsável por executar determinadas operações e atender determinado contrato que, em conjunto, definem as atividades de PCP.

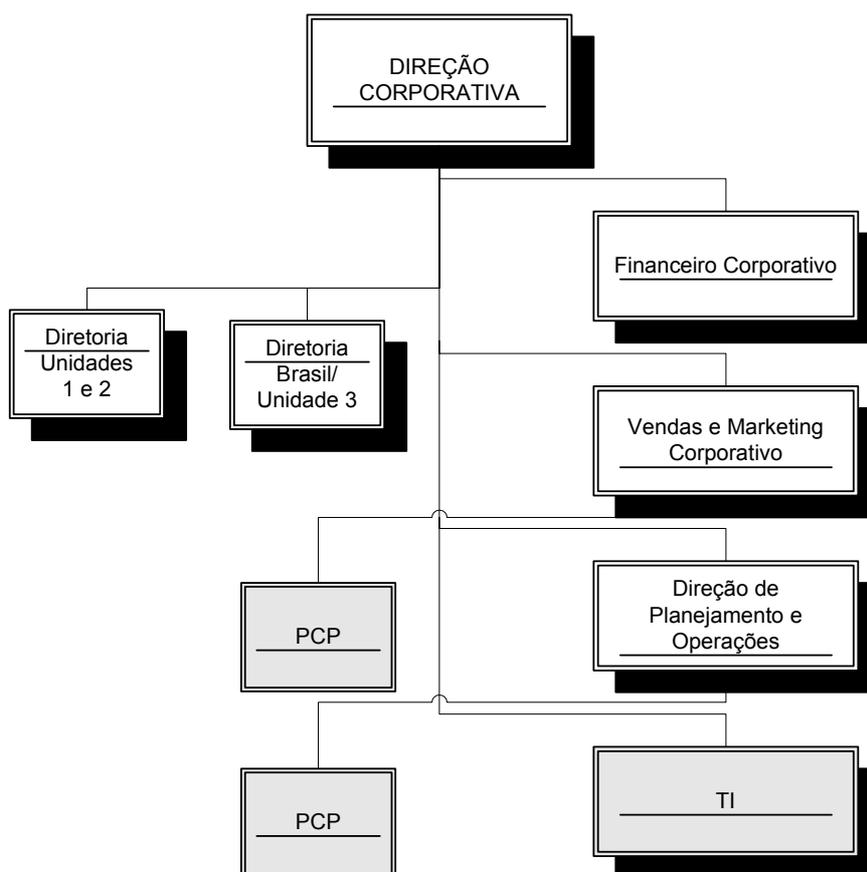


Figura 4.6 – Organograma simplificado da empresa D.

Fonte: dados da pesquisa (2007)

A empresa possui também um sistema de informação industrial representativo que está sob responsabilidade do TI, com uma estrutura corporativa, atendendo todas as empresas do grupo. A equipe de TI é responsável por manter e operacionalizar o ERP apoiando os diversos departamentos mediante especialistas em cada módulo do ERP.

O plano mestre de produção é desenvolvido mensalmente contemplando todos os modelos de forma a atender a demanda estabelecida para cada mês. Para editar o plano mestre a empresa utiliza o seu sistema ERP, com um horizonte de planejamento médio de doze meses e com atualizações semanais. Para avaliar a capacidade em nível de plano mestre a empresa utiliza ainda um outro sistema computacional que permite ajustar o plano antes da utilização do MRP.

Com o plano mestre ajustado a empresa desenvolve o plano semanal de produção, gerado por meio da técnica MRP. Tanto para o plano mestre quanto para a programação da produção a empresa utiliza o ERP, que embora seja corporativo, desenvolve todas as suas atividades em servidores locais.

As ordens de produção geradas pelo MRP que são direcionadas para as linhas de montagem e as células que alimentam diretamente essas linhas passam por um sistema de seqüenciamento da produção definindo as regras para cada dia de produção. Para as demais células e estações de trabalho as ordens vêm diretamente do MRP.

A empresa se desenvolveu dentro de um ambiente de alta tecnologia, voltada para os princípios da integração do sistema de informação industrial, mas também tem voltado suas atenções para os princípios do *Lean*, com as primeiras iniciativas começando por volta de 2004. Essas iniciativas são pontuais e ainda não atingiram o PCP, que continua com suas ordens de produção de forma predominante e regido pelo computador.

4.4 A LÓGICA QUE UNE OS DADOS ÀS PROPOSIÇÕES E OS CRITÉRIOS PARA INTERPRETAR AS CONSTATAÇÕES

Para essa pesquisa de estudo de casos múltiplos, procurou-se evidenciar as relações entre os dados coletados na pesquisa de campo e o modelo proposto, ou seja, buscaram-se evidências de campo de forma a validar o modelo apresentado, com a utilização da técnica analítica de adequação ao padrão. Para isso, foi elaborado um protocolo de pesquisa a fim de assegurar que os mesmos procedimentos pudessem ser executados para todos os casos estudados. A cópia do protocolo de pesquisa está no APÊNDICE E.

Nesse protocolo em questão está definido o procedimento de pesquisa de campo, bem como um roteiro de pesquisa, com a identificação das principais fontes de dados consultadas, os tópicos abordados nas visitas às empresas e as etapas de confecção do relatório de estudo caso. Ainda nesse protocolo de pesquisa, é

mostrado um questionário, identificando o roteiro de uma entrevista semi-estruturada.

O questionário aplicado às empresas mostra questões elaboradas no sentido de serem diretas, compreensivas e sem ambigüidades, evitando qualquer dupla interpretação por parte dos pesquisados. Além disso, evitaram-se questões longas, colocando apenas um tópico para cada pergunta, com o objetivo de facilitar o entendimento por parte dos entrevistados. Convém evidenciar ainda que o questionário é composto tanto de questões abertas quanto fechadas. As questões abertas têm com o objetivo dar liberdade, mesmo que vigiada, aos entrevistados, contribuindo com os próprios termos dos pesquisados em questão. Já as questões fechadas forçam os pesquisados a responderem dentro de uma faixa possível de respostas.

Para a análise das evidências dos estudos de caso, a abordagem geral utilizada foi a utilização de proposições teóricas, conforme já colocado, dando forma ao plano de coleta de dados e ajudando a por foco na pesquisa. As questões da entrevista e as observações diretas, conforme protocolo de pesquisa, procuram corroborar ou refutar tais proposições, de forma a validar ou não o modelo proposto.

A seguir, são mostrados os procedimentos adotados para a pesquisa de campo, bem como os testes aplicados para julgar a qualidade da pesquisa.

4.5 PESQUISA DE CAMPO

Após a construção do modelo e a elaboração das proposições, com o objetivo de testá-las por meio da pesquisa de campo, quatro empresas foram selecionadas. Inicialmente, antes mesmo do convite para participar da pesquisa, visitas a algumas fábricas foram realizadas. O objetivo dessas visitas foi de detectar a organização e estruturação do setor de PCP dessas empresas, envolvendo desde o software base até os métodos utilizados para o planejamento e controle da produção em médio e curto/curtíssimo prazo. E muito mais, os resultados dessas visitas técnicas contribuíram para reforçar e lapidar o modelo proposto. Vale destacar que os

pesquisados não tinham conhecimento do modelo, mas apenas do protocolo de pesquisa a eles endereçados.

Com o objetivo de testar o roteiro de pesquisa, uma empresa foi selecionada como caso piloto. A escolha dessa empresa valeu-se da disponibilidade do pesquisado e do interesse por parte do mesmo em participar da entrevista, além do grau de contribuição que a empresa poderia dar para o refinamento das questões de pesquisa.

Além de testar o roteiro de pesquisa, o caso piloto serviu também como forma de treinamento para o pesquisador em questão, no processo de ouvir e captar as evidências, julgar os dados relevantes e irrelevantes à pesquisa, conduzir um diálogo de forma efetiva e colaborativa aos objetivos do estudo, com a apresentação de seminários, revisão do protocolo de pesquisa, triagens e, por fim, a confecção do relatório, nesse caso, do teste piloto.

Com o convite aceito para participar da pesquisa de tese, as entrevistas foram marcadas e o protocolo de pesquisa enviado com antecedência para que os entrevistados pudessem ter conhecimento do objeto em estudo, porém sem conhecer o modelo proposto, conforme já mencionado. A duração média da pesquisa de campo foi de cinco horas. Como as questões foram mais fechadas, evitou-se com que os entrevistados saíssem do assunto em discussão, facilitando todo o processo de entrevista.

Além da gravação, foram realizadas anotações durante as respostas dos entrevistados, ocorrendo várias interrupções por parte do pesquisador como forma de anotar todas as informações a respeito do andamento da pesquisa. Durante as entrevistas, também foram analisados documentos referentes às atividades de PCP, de forma a evidenciar as colocações por parte dos entrevistados. Na maior parte, essa documentação era referente às ordens de programação da produção. Entre uma entrevista e outra no mesmo estudo de caso, foram feitas visitas ao processo produtivo e ao setor de PCP, com observância à operação do software base do PCP por parte dos usuários e os procedimentos para captar e enviar informações para outras áreas como a produção.

Como critério para julgar a qualidade da pesquisa de tese utilizou-se as táticas de estudo de caso já colocadas: a validade do *constructo*; a validade interna

e externa; e a confiabilidade, sendo todas as táticas utilizadas durante a execução do projeto de pesquisa.

Teste de validade do *Constructo*

Inicialmente, para esse teste, foram utilizados os fatores estrutura e infraestrutura, e processo do PCP como tipos específicos de mudança, caracterizando os diferentes estágios de evolução do PCP. Para o aspecto estrutura funcional, planejou-se estudar o software como ferramenta de apoio às atividades de planejamento e controle da produção, os métodos os recursos humanos utilizados. Para o aspecto processo, planejou-se estudar o tratamento do fluxo de informações por parte do PCP.

Desta forma, foram utilizadas entrevistas, análises de documentos, quando disponíveis, e observações como forma de obter múltiplas evidências e incentivando linhas de convergência da pesquisa. Além disso, após cada caso, um relatório foi confeccionado e enviado para cada empresa (pesquisado chave) a fim de garantir a confiabilidade dos dados adquiridos, interpretados e analisados.

Teste de validade interna e externa

Para o teste de validade interna utilizou-se a técnica analítica de adequação ao padrão e para o teste de validade externa utilizou-se a técnica da replicação por meio de estudos de caso múltiplos para se conseguir a generalização analítica. A escolha de estudos de caso múltiplos foi devida ao fato de poder reforçar a validade externa e a validade do *constructo*, com múltiplas fontes de informação, reforçando o modelo proposto.

Confiabilidade

Nessa pesquisa utilizaram-se duas táticas para o aumento da confiabilidade dos dados: o protocolo de pesquisa, com os tópicos cobertos durante as entrevistas (APÊNDICE E); e uma base de dados, consistindo de rascunhos e arquivos eletrônicos como fonte de dados, além do questionário completo e tabelas intermediárias com os dados tratados.

4.6 TRABALHANDO COM OS DADOS COLETADOS

Para trabalhar com os dados de cada estudo de caso, inicialmente obtidos por meio de entrevistas, documentação e observações, tais dados foram organizados de acordo com a estrutura do modelo proposto, ou seja, sob a estrutura, infra-estrutura, e processo do PCP, considerando os aspectos: software de apoio, métodos, pessoas e fluxo de informação.

Após cada visita, dados de rascunhos foram transcritos em formato digital, juntamente com toda a entrevista gravada. O material verbal gravado foi transcrito para um texto, evitando julgamentos prematuros. Para esse processo de transcrição dos dados gravados para o texto, levou-se, em média, cinco horas para cada caso. Somando-se a isso, para cada empresa visitada foi criada uma pasta digital com todas essas informações, além de informações de contato direto com o pesquisado chave, permitindo com que as informações pudessem ser recuperadas rapidamente.

Transcritos todos os dados primários de um caso, passou-se à etapa de estudos, redução e análises dos textos, sendo a abordagem adotada a sugerida por Seidman (2006, p. 117): inicialmente, todo o texto transcrito foi impresso e lido. Após a leitura, as partes consideradas relevantes foram destacadas (marcadas). Como esse é um processo de julgamento, os entrevistados foram contatados novamente para validar partes relevantes da entrevista. Após, fez-se a distribuição das partes relevantes marcadas no texto impresso em temas do interesse da pesquisa. Com isso, conseguiu-se distribuir as palavras-chaves dos pesquisados nas categorias de software de apoio, métodos, pessoas, fluxo de informação e atribuições.

Após a redução e o tratamento dos dados, partiu-se para a análise dos mesmos utilizando o teste de adequação ao padrão conforme mencionado. Para cada estudo de caso, avaliaram-se as proposições colocadas. O objetivo dos testes das proposições para cada caso foi evidenciar características de cada um desses casos a fim de falsear ou corroborar cada proposição, independente dos demais casos.

Depois de realizadas todas essas etapas para um único estudo de caso, passou-se para o caso seguinte utilizando as mesmas abordagens. Dessa forma,

cada caso foi considerado um estudo completo conduzindo a algumas conclusões, seja corroborando ou rejeitando as proposições levantadas.

Dessa forma, com base no modelo pré-concebido mostrando a evolução funcional do PCP, foram lançadas proposições de forma a corroborar ou refutar o modelo proposto. Contudo, o modelo poderá ser refinado por outras pesquisas de campo e novas proposições poderão ser lançadas a fim de testá-lo com novos dados de campo.

O quadro 4.1 apresenta os quatro testes lógicos adotados na pesquisa e as táticas de estudo utilizadas.

Teste de caso	Tática de estudo
Validade do <i>constructo</i>	Entrevistas, análise de documentos e observações diretas.
Validade interna	Adequação ao padrão
Validade externa	Lógica de replicação em estudos de caso múltiplos.
Confiabilidade	Protocolo de estudo de caso e banco de dados.

Quadro 4.1 – Testes lógicos aplicados durante a pesquisa.

Fonte: do autor (2007).

4.7 LIMITAÇÕES DA PESQUISA UTILIZANDO ESTUDO DE CASO

Há de se destacar as limitações dos procedimentos adotados na presente pesquisa:

- a forte influência por parte do entrevistado, sendo a principal fonte de informação, não evitando com que este colocasse seu ponto de vista sobre determinados eventos relevantes ao processo de pesquisa;
- a impossibilidade de se analisar todos os eventos e de identificar todas as variáveis importantes no processo de pesquisa;

- a dificuldade em participação de reuniões de PCP nas empresas, mostrando que muitas informações são estratégicas e de caráter sigiloso, não permitindo a participação do pesquisador;
- a dificuldade de entrevistar a equipe de PCP, dadas as suas inúmeras tarefas, com prorrogação de datas de encontro, dificuldades em manter o entrevistado durante algum tempo para responder as questões e, geralmente, dificuldades de tempo para as correções dos relatórios enviados;
- inclui-se também a restrição ao acesso às documentações sigilosas da empresa, que poderiam apoiar ainda mais algumas observações feitas pelo pesquisador.
- mesmo com uma forma de entrevista semi-estruturada, o levantamento de dados dependeu muito da memória dos entrevistados, havendo a necessidade de recorrer a outras pessoas que não estavam participando diretamente da entrevista, para adicionar novas informações, o que não evitou a introdução de algum outro tipo de viés na pesquisa considerada.

CAPÍTULO 5

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesse capítulo serão mostrados os resultados das comparações entre os casos considerando os fatores: estrutura e infra-estrutura, e processo do PCP de acordo com o modelo. Após, serão apresentados os testes das proposições no qual se utilizou a estratégia de replicação literal e a técnica analítica de adequação ao padrão para confrontar os dados de campo com o modelo apresentado, conforme já colocado.

A pesquisa de tese foi desenvolvida em duas fases: a primeira fase foi exploratória e preparatória para a pesquisa propriamente dita. Realizada entre 2004 e 2006, constou de algumas visitas às empresas de manufatura para verificar as atividades de planejamento, programação e controle da produção. Observou-se que, a despeito da grande evolução dos computadores e da ampla oferta de soluções ERP, os sistemas de geração de ordens de produção por sistemas legados do tipo MRP ainda são uma realidade. Várias empresas de manufatura ainda com seus sistemas funcionais geravam ordens de produção de modo independente formando verdadeiras ilhas de informática. Algumas com sistemas MRP comerciais, outras com sistemas desenvolvidos para suas necessidades. Além disso, se observou empresas sem qualquer software para programar a produção, usando apenas planilhas de cálculo ou mesmo fazendo todo o trabalho de forma manual.

Ainda nessa fase preliminar e exploratória, dois casos chamaram a atenção: o primeiro foi de uma empresa no ramo de autopeças que usava o ERP EMS para controlar a distribuição e estoques, mas que fazia toda a programação e a geração de ordens de produção manualmente. O segundo caso foi de uma empresa de grande porte que tinha alto volume de produção e grande variedade de produtos, usuária de um sistema ERP com intenso processamento do seu MRP, sem qualquer

atividade do *Lean* associada ao PCP, ao contrário das empresas escolhidas para realizar essa pesquisa sendo apresentada. Essa empresa não pôde ser usada como caso de estudo, pois o PCP estava em intensa atividade de treinamento para a implantação do ERP SAP.

5.1 ANÁLISE DOS CASOS ESTUDADOS

A segunda fase da pesquisa, realizada entre 2006 e 2007, compreendeu o levantamento da problemática e da questão de pesquisa, a elaboração do modelo de evolução do PCP e os estudos de campo em quatro empresas de manufatura.

Todos os casos estudados nessa pesquisa são empresas de grande porte que buscam a eficiência operacional. São empresas caracterizadas por um processo produtivo predominado pela presença de linhas de montagem e células de manufatura (processo produtivo seriado). No quesito participação no mercado, três das quatro empresas pesquisadas são líderes internacionais em suas respectivas áreas (empresas B, C e D). A empresa A, embora não seja líder no setor que atua, é detentora de um prêmio europeu de qualidade do produto. O quadro 5.1 resume as informações básicas de cada caso estudado.

Aspecto Geral	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Empresa D
Áreas de atuação	Autopeças	Autopeças	Autopeças	Metal-Mecânica
Leiaute predominante	Linha	Células focalizadas por família de produtos	Células focalizadas por família de produtos	Linha
Número total de colaboradores na empresa pesquisada	434	1400	600	Por volta de 5.000
Número de colaboradores atuantes no PCP	7	8	10	23
Volume de produção/ano	190 mil	34 milhões	Não informado	4,5 milhões e componentes
Número de modelos	3	15	Não informado	410 modelos em 6 famílias

Quadro 5.1 – Dados gerais dos casos estudados.

Fonte: dados da pesquisa (2007).

A seguir, é mostrada a análise de casos cruzados considerando os fatores estrutura e infra-estrutura, e processo do PCP, de acordo com o modelo proposto.

5.1.1 Estrutura e infra-estrutura do PCP

As informações coletadas nas quatro empresas pesquisadas evidenciaram a presença de estruturas e infra-estruturas computacionais bem desenvolvidas, com dois casos sendo possível traçar uma mudança marcante do ERP/TI nos últimos anos. É o caso da empresa C que possuía o sistema IBM COPICS e decidiu por uma solução própria a fim de reduzir os custos de manutenção e atualização. A nova solução foi desenvolvida pela equipe interna de TI, tornando o sistema corporativo. De igual forma é o caso da empresa D que evoluiu de um ERP voltado para a unidade fabril para uma solução corporativa, o ERP SAP, envolvendo as demais empresas do grupo. Já para as empresas A e B as evoluções do ERP/TI são referentes mais às atualizações de versões do software, com a empresa A usando a solução SAP e a empresa B com seu ERP EMS-DATASUL.

Dessa forma, a pesquisa de campo evidenciou que as empresas estão atualizadas quando o assunto é sistema de informação industrial. Todavia, as entrevistas e observações mostraram que as influências desses sistemas de informação computacional nos PCPs das empresas pesquisadas diminuem na medida em que as empresas se envolvem de forma mais intensa com as práticas do *Lean*, conforme será descrito na seqüência.

5.1.2 Sistema para apoiar o desenvolvimento do Plano Mestre de Produção

De um ponto de vista de apoio computacional, as empresas A, C e D usam a solução ERP para apresentar ou editar o plano mestre de produção, mas com abordagens diferentes. A empresa A faz uso do ERP para dar visão de mais longo prazo ao PCP e para estabelecer contatos com os clientes e fornecedores. No entanto, para firmar a primeira semana do planejamento e refinar a produção, o PCP utiliza uma planilha eletrônica. A empresa C utiliza o módulo de PCP do ERP desenvolvido pela equipe de TI para editar o plano mestre. Já a empresa D, além do

ERP, usa uma segunda ferramenta computacional específica conhecida como Otimizador para ajustar o plano mestre de produção de acordo com a capacidade disponível. Por sua vez, a empresa B utiliza um software específico conhecido como CIGMA para desenvolver o plano mestre. Trata-se de um software do tipo MRP. Como o CIGMA é executado nos computadores locais do PCP, há uma integração dos dados com o ERP EMS que é credenciado pelo fisco, criando o que a equipe de TI denomina de 'espelhamento dos dados industriais' para satisfazer as necessidades da Receita Federal, conforme descrito.

5.1.3 Sistema para apoiar a programação e controle da produção

Diferentes abordagens quanto ao uso do computador para a programação da produção foram evidenciadas nos quatro casos estudados. Para a empresa A, a planilha eletrônica é a base computacional da programação da produção. É utilizada para fixar o plano mestre de produção para a primeira semana dentro do horizonte de planejamento. O PCP se apoia nesse recurso com base na simplicidade e facilidade de uso, realizando a programação apenas para os produtos finais, ficando os componentes e peças controlados por *Kanban* ou pela técnica ROP. Entretanto, mesmo com a gestão visual predominando no chão de fábrica, a empresa utiliza o MRP/ERP para manter os dados atualizados e realizar também pedidos de compra para os fornecedores.

A empresa B utiliza o software CIGMA para programar sua produção, com os ajustes de capacidade sendo realizados pelos programadores do PCP depois de executar o software. O CIGMA gera *Kanbans* que são nivelados nos *Heijunkas* disponibilizados para cada célula de produção. Os componentes e peças são puxados por *Kanbans*, incluindo os pedidos de compra para os fornecedores.

Já a empresa C utiliza uma solução do tipo APS para programar a produção. Essa solução é executada nos computadores locais do PCP, mas está integrada com o ERP, de onde lê as informações necessárias para gerar ordens de produção para o chão de fábrica e pedidos de compra para os fornecedores, e também atualizando o ERP com dados de produção.

Para desenvolver a programação da produção da empresa D, utiliza-se predominantemente o módulo MRP do SAP para gerar ordens de produção, mas o PCP faz uso também de um software de seqüenciamento de produção a fim buscar a máxima utilização dos recursos de produção das linhas de montagem e das células que alimentam essas linhas. Os pedidos para os fornecedores são gerados diretamente por meio do MRP.

O quadro 5.2 resume o sistema de apoio computacional para realizar as atividades de PCP de cada uma das empresas estudadas.

Estrutura e Infra-Estrutura de PCP	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Empresa D
Sistema para apoiar o desenvolvimento do plano mestre de produção	Planilha eletrônica e ERP (solução comercial)	Software CIGMA (solução específica)	ERP corporativo (solução <i>in-house</i>)	ERP corporativo (solução comercial) e Otimizador
Sistema para apoiar o desenvolvimento da programação da produção	Planilha eletrônica	Software CIGMA	Solução do tipo APS	MRP/ERP
Método predominante para o controle da produção de peças e componentes	<i>Kanban</i> e ROP	<i>Kanban</i>	Ordens de produção por meio do APS	Ordens de produção por meio do MRP

Quadro 5.2 – Estrutura e Infra-Estrutura de PCP dos casos estudados

Fonte: dados da pesquisa (2007).

De acordo com os dados coletados, a empresa D está mais orientada para sistemas computacionais para desenvolver suas atividades de PCP. Nessa empresa foram identificados pontos fundamentais em que o computador norteia as ações da equipe de PCP, desde o plano mestre por meio do ERP corporativo até a programação detalhada no chão de fábrica com um sistema de seqüenciamento da produção, processando as ordens de produção. A empresa possui um *know-how* de TI bem definido o que permite aos colaboradores resolverem os problemas diários de informática do PCP. Nesse caso, não é difícil deduzir que o crescimento dos sistemas de informação industrial tem influenciado, sobremaneira, o PCP dessa empresa.

A empresa C também possui exigência computacional corporativa para operacionalizar suas atividades de PCP, mostrando um processo de desenvolvimento minuciosamente definido com base no conhecimento do corpo técnico da empresa que criou sua própria solução de ERP, adicionando outros recursos como a solução do tipo APS. O PCP ainda norteia suas atividades com base nesses recursos computacionais, mas mostra um histórico em que as primeiras práticas do *Lean* estão em processo de implantação. É o caso de células controladas por *Kanban* e com a comunicação das informações por meio de *Andon*, mostrando uma evolução gradual do PCP da empresa para o estágio III.

Já para as empresas A e B os dados de campo mostraram que os PCPs dessas empresas não ingressaram diretamente no processo de evolução dos sistemas de informação industriais. Com maior independência dos recursos de informática (ERP), as empresas optaram por soluções específicas à tecnologia computacional avançada para as atividades de PCP e vêm aprimorando ainda mais a gestão visual para identificação dos problemas de produção no chão de fábrica. As duas empresas costumam utilizar muito mais a comunicação das pessoas e o método *Kanban* para resolver os problemas de chão de fábrica do que o computador, o que se leva a deduzir que a evolução dos sistemas de informação não afetou diretamente o dia a dia do PCP, muito embora as empresas continuem atualizando os recursos computacionais para outras atividades como processamento de pedidos, comunicação dos dados industriais com fornecedores, entre outros. Essas empresas continuam com equipes de TI responsáveis pela manutenção e atualização dos sistemas de informação, beneficiando outros setores como logística, compras, planejamento em longo prazo, entre outras funções. Mas, de acordo com as evidências, os PCPs dessas empresas ficam praticamente imunes a essas evoluções.

Concluindo, por meio dos dados das quatro empresas estudadas, pôde-se observar que há dois tipos de estrutura e infra-estrutura de PCP:

- a. o primeiro tipo é aquele em que os métodos de PCP estão mais orientados aos sistemas computacionais, atuando desde o plano mestre de produção até as ordens de produção enviadas para o chão de fábrica e para os fornecedores. Em outras palavras, o sistema de informação industrial envolve toda a empresa e o PCP está inserido nesse contexto. O PCP

utiliza esses recursos como forma de apoiar suas atividades de planejamento, para gerar ordens de produção, controlar materiais e distribuição. O computador designa os trabalhos para o chão de fábrica ou pelo menos prepondera sobre o método *Kanban*. Esse é o caso dos PCPs das empresas C e D que baseiam-se mais no computador para fazer as programações e reprogramações da produção. Apesar desse cenário de relação entre PCP/TI mais forte, se observou que ambas as empresas estão se preparando para atingir a excelência operacional do estágio III do modelo proposto. A empresa C com maior maturidade nas práticas do *Lean* representada pelos treinamentos, aculturação e conhecimento empresarial, já possui o PCP mais próximo da excelência operacional se comparado com o PCP da empresa D, utilizando práticas que promovem a visibilidade de problemas. A passagem de forma integral para o estágio III é apenas uma questão de tempo, pois a empresa vem se preparando para esse estágio avançado de PCP.

- b. o segundo tipo é aquele em que o PCP usa os sistemas computacionais de forma mais simplificada. O nível de utilização da informática fica em níveis mínimos para o PCP, permanecendo àquelas exigidas por outras funções e para apoiar no desenvolvimento do plano mestre de produção. É o caso das empresas A e B que possuem o ERP como uma ferramenta de comunicação de dados, mas que norteiam as atividades de PCP principalmente por meio da gestão visual para promover os problemas de chão de fábrica. Quando ocorrem reprogramações, essas empresas costumam utilizar mais a comunicação informal em reuniões de consenso e alterações de *Kanbans* do que os sistemas computacionais. Portanto, de um ponto de vista da estrutura e infra-estrutura dos sistemas computacionais, as empresas A e B configuram empresas com o PCP no estágio de excelência operacional, ou seja, no estágio III do modelo de evolução.

Na seqüência, será realizada a análise do processo do PCP de cada uma dessas empresas pesquisadas.

5.1.4 O processo do PCP

A pesquisa de campo evidenciou também que as empresas pesquisadas possuem o processo do PCP em diferentes estágios de evolução.

No caso da empresa D, o gerenciamento do fluxo de informações é orientado pelo sistema computacional. Em nível gerencial, a empresa desenvolve o *Sales and Operation Planning* (S&OP) ou Plano de Vendas e Operações e o plano mestre de produção. O plano mestre, atualizado a cada semana, visa cobrir uma demanda para um horizonte de planejamento médio de doze meses, firmando as duas primeiras semanas dentro do horizonte de planejamento. Nesse caso, uma equipe conhecida como *Order Fulfillment* é quem define o plano mestre de produção e é autorizada a tomar decisões em conjunto com a equipe de S&OP em caso de alterações de pedidos, cancelamentos, entre outras decisões. Contudo, antes de firmar as semanas, a empresa determina a carga de trabalho com o objetivo de ajustar o plano mestre à capacidade disponível da empresa. Os pedidos firmes são então processados por meio da técnica MRP que gera as necessidades de materiais para cada semana dentro do horizonte de planejamento.

As ordens de produção para as linhas de montagem e para as células que alimentam essas linhas são seqüenciadas por software antes de ser entregue a cada operador. Para as demais estações de trabalho, as ordens de produção vêm diretamente do MRP, sem ajustes de capacidade em nível detalhado. O MRP apoia ainda a compra de materiais de fornecedores e todo o controle de materiais e distribuição.

Assim, para o PCP da empresa D, com base no processamento de pedidos e no desenvolvimento do plano mestre de produção, as atividades como programação da produção, controle do almoxarifado, o seqüenciamento das ordens de produção, a liberação e emissão de ordens de compra, entregas para os clientes, emissão de faturas, entre outras, tem o componente computador como ponto chave. Com tantas funções, o foco real do PCP sobre o controle de chão de fábrica diminui naturalmente. É um modelo de PCP bastante complexo e que apresenta dificuldades de ajustes da produção.

Em resumo, todas as atividades de PCP na empresa D intensificam o número de transações com grande processamento de dados nos sistemas computacionais da empresa. Assim, esse processo incorpora um gerenciamento de todo o fluxo da informação via computador, com as atividades de coleta de dados no chão de fábrica realizadas por meio de um sistema do tipo MES. De fato, a equipe de PCP procura trabalhar com os sistemas computacionais para realizar suas atividades, embora algumas aplicações de *Kanban* possam ser destacadas.

Para o PCP da empresa C o processo também está mais orientado para o computador. Mas diferentemente da empresa D, a empresa C já emprega algumas práticas pontuais da gestão visual do *Lean* para dar impulso à identificação de problemas e aumentar a flexibilidade de produção. A empresa define o plano mestre de produção conforme previsão de vendas, com atualização semanal e com um horizonte de planejamento de seis meses. A empresa utiliza o ERP para editar o plano mestre, mas que não considera a capacidade produtiva disponível, sendo analisada apenas por uma equipe multifuncional liderada pelo PCP com base nas experiências em processamento de pedidos. A análise de capacidade ocorre quando a empresa utiliza uma solução do tipo APS para gerar ordens de produção para as células de manufatura duas vezes por semana, firmando os dias subseqüentes. O PCP se responsabiliza em distribuir as ordens de produção para os responsáveis por determinado grupo de células (facilitadores), ficando esses com a responsabilidade de distribuir aos operadores de cada máquina e também pela coleta dos dados de produção, que são inseridos diariamente no ERP da empresa.

A empresa C vem desenvolvendo práticas do *Lean* nos últimos anos, com resultados importantes na reorganização do leiaute, implantação de práticas da gestão visual, incluindo *Kanbans* em vários setores. Para esses casos, as ordens geradas pelo sistema do tipo APS são entregues apenas na estação final da célula. Além disso, a empresa estuda a possibilidade de implantar o nivelamento da produção utilizando *Heijunkas*. Nesse sentido, percebe-se uma divisão do PCP com o TI, com a equipe de PCP se reportando à produção. Em suma, do lado de TI, o PCP conta com uma solução de capacidade finita para gerar as ordens de fabricação e pedidos de compra para fornecedores. Do lado da produção, o PCP já interage com as soluções de gestão visual do *Lean* a custa de muito treinamento. Nota-se uma evolução para o estágio de excelência operacional do PCP.

Já para os PCPs das empresas A e B, o processo é marcado pela gestão visual para o controle das operações no chão de fábrica. A empresa A desenvolve o plano mestre contemplando um período de planejamento de seis meses e com atualização semanal, firmando a semana. A política da empresa é adotar um planejamento nivelado de produção com a regra de toda peça toda hora. No entanto, a forma como se dá o desenvolvimento do plano mestre de produção é bastante peculiar nesse caso. O PCP se auxilia por meio de uma planilha eletrônica que contém todos os volumes de produção de cada modelo e para todos os dias da semana, a fim de realizar a expedição diária, turno por turno. Essa planilha é montada por uma equipe multifuncional e, quando definido o *mix* de produção, a planilha é divulgada por meio de um sistema eletrônico de comunicação. Antes de iniciar o turno, a equipe da linha de montagem verifica o plano para aquele turno e coloca os *pallets* na seqüência de acordo com o *mix* definido, puxando as peças necessárias para cada motor. Como a equipe do setor de usinagem participa da reunião de produção e conhece com antecedência o que será produzido, define-se o *mix* de produção de acordo com essa previsão observando sempre seus estoques. Do depósito para as células de fabricação, todo o controle se dá por *Kanban*.

Embora a empresa utilize o MRP para gerar os pedidos para fornecedores, as primeiras atividades em direção ao nivelamento por *Heijunkas* já estão sendo realizadas no recebimento de peças vindas dos fornecedores. É importante ressaltar que as transações computacionais para o PCP da empresa A acontecem mais para o acompanhamento e monitoramento da produção do que para atualizações da programação. Há registros em tempo real para cada motor produzido no final da linha e em menores freqüências para outros setores da produção. No âmbito do PCP, o uso do ERP fica praticamente restrito para apoiar o desenvolvimento do plano mestre de produção, ficando o controle de materiais realizado por meio visuais.

Para o PCP da empresa B, o processo para realizar as atividades de PCP também é caracterizado pelo controle das operações de chão de fábrica via *Kanban*. O processo de planejamento começa com o desenvolvimento do plano mestre de produção estabelecendo um volume de produção nivelado com a regra toda a peça todo o dia. O plano mestre contempla um período de planejamento de sete meses, atualizado semanalmente e mantendo firmes os pedidos para a primeira semana.

Como o computador nesse processo não considera a capacidade de produção disponível, essa questão é analisada pela equipe de PCP e consensada com as demais equipes envolvidas. O plano mestre estabelecido é a base para a geração de *Kanbans* pelo próprio software de apoio (CIGMA) que imprime os cartões e são nivelados nos *Heijunkas* no final de cada célula de produção. Toda a produção de peças e componentes é puxada por *Kanban*. O conceito de ordem de produção fica restrito ao nível do computador para dar baixa automática dos registros de estoques. O acompanhamento da produção se dá por apontamentos manuais que são inseridos no software no final do dia. Assim, o ERP, sob gestão da equipe de TI, é utilizado somente para comunicar os dados industriais para os demais setores da empresa.

Concluindo a parte de processo do PCP, os dados evidenciaram basicamente dois tipos de processos:

- a. o primeiro é aquele em que o PCP tornou-se responsável por mapear as ordens de produção à capacidade produtiva por meio do uso intensivo do computador. É o caso das empresas C e D que utilizam de forma sistemática a ferramenta computacional para centralizar os dados e prover a empresa de informações industriais. Os PCPs dessas empresas ainda utilizam o computador como ferramenta principal no mapeamento de estoques e para dar visibilidade à cadeia de suprimentos. Se por um lado o processo do PCP da empresa D é um exemplo mais característico desse primeiro tipo, com o modelo computacional bastante desenvolvido, o processo do PCP da empresa C já apresenta algumas características do estágio mais avançado, com práticas da gestão visual sendo implantada com base em muito treinamento nas práticas do *Lean*.
- b. o segundo tipo é aquele em que a comunicação entre as pessoas se tornou o elemento-chave para a resolução de problemas, mostrando ser um integrador de pessoas. É o caso das empresas A e B que usam a gestão visual do *Lean* na coordenação das atividades do chão de fábrica, tornando a programação e controle da produção simultâneas e com grande flexibilidade. O nivelamento da produção se tornou parte fundamental das atividades de PCP dessas empresas, desde o plano

mestre de produção até a programação da produção, numa busca incessante pela estabilidade operacional.

5.1.5 A evolução das práticas do *Lean* nas empresas pesquisadas

Nas quatro empresas pesquisadas observou-se que as práticas do *Lean* estão em diferentes estágios evolutivos.

Na empresa B, originária da *Toyota Motor Company*, práticas como o *Kanban*, *Heijunka* e *Andon* são utilizadas em toda a fábrica. Já é uma cultura bem disseminada na empresa desde sua origem no Brasil. Para a empresa A, também criada com os mesmos princípios do *Lean*, apenas o nivelamento por meio do *Heijunka* ainda não foi implantado, mas já está em estudo. De forma semelhante à empresa B, as práticas do *Lean* também fazem parte da cultura da empresa A desde o início das suas operações no Brasil, embora não tenha uma produção integralmente puxada.

Em contrapartida, mesmo não sendo empresas genuinamente *Lean*, as empresas C e D mostraram um histórico de evolução em direção a essas práticas. Dos casos estudados, a empresa C foi a que teve pontos mais marcantes sobre a evolução dessas práticas ao longo dos anos: alteração de leiaute funcional para celular com aplicação de VSM, início das práticas de controle do chão de fábrica com *Kanbans*, implantação de *Andons*, entre outras. Os resultados das melhorias são espalhados por toda a fábrica por meio de quadros afixados no ambiente de produção, além de haver um incentivo aos colaboradores por meio da criação de um prêmio para os melhores *Kaizens* realizados. Embora essas práticas tenham sido instaladas de forma completa apenas em uma célula piloto, a empresa está ampliando-as em direção a todas as demais células a fim de alcançar os mesmos resultados práticos obtidos com a célula piloto como a redução de estoques intermediários, melhor produtividade, maior comprometimento da equipe e redução dos atrasos na entrega dos pedidos. Para isso, muito treinamento vem sendo realizado.

Por fim, a empresa D está praticamente iniciando suas atividades em direção ao *Lean*, com as primeiras aplicações de *Kanban* em algumas células de fabricação e a busca do nivelamento da produção nas linhas de montagem. Essa empresa tem uma cultura CIM bem definida e a manifestação das atividades computacionais no chão de fábrica é uma realidade presente no âmbito de produção.

Em todos os casos, múltiplos treinamentos e ciclos de *Kaizens* estavam sendo realizados no momento da pesquisa de campo.

Para a empresa A, as atividades em busca de melhorias estavam mais centradas nos fornecedores trazendo-os para dentro da própria fábrica. A empresa faz um trabalho no sentido de que os seus fornecedores acompanhem o ritmo de produção estabelecido por ela.

Já para a empresa B, essas atividades de melhorias estavam mais voltadas para os clientes (algumas montadoras), a fim de reduzir as flutuações dos pedidos e levar à diminuição dos estoques em processos mantidos para atender essas flutuações. A tática que a empresa utiliza é uma espécie de *benchmarking* com sua linha de produção voltada para atender um cliente que tem realizado retiradas compassadas, levando à estabilidade, nivelamento adequado e baixos estoques de segurança. É um artifício utilizado para mostrar os benefícios de retiradas previsíveis com conseqüente redução de custos associados.

De outra ponta, para as empresas C e D as atividades na busca de melhorias estavam mais voltadas para o processo produtivo interno, com a ampliação da utilização de *Kanbans* e redução de *setups*. A empresa C estava centrada na expansão das práticas do *Lean* tomando-se por base a célula piloto e a empresa D com várias atividades pontuais espalhadas por todo o chão de fábrica, procurando principalmente pela padronização das tarefas dos operadores e programação puxada.

Um fato importante a ser realçado é o tempo em que as empresas estão envolvidas nessas práticas do *Lean*, fator preponderante para o amadurecimento das mesmas. No caso da empresa D, somente a partir de 2004 é que as primeiras iniciativas foram tomadas. Já para a empresa C essas iniciativas começaram por volta da década de 1990, mas a estruturação dessas atividades aconteceu mais entre 2000 e 2006. Já as empresas A e B nasceram com esse conceito de

excelência operacional. O que essas empresas A e B fazem para melhorar ainda mais seus processos produtivos é aperfeiçoar a cadeia completa, envolvendo clientes e fornecedores. O quadro 5.3 resume as informações principais sobre as práticas do *Lean* em cada uma das empresas.

	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Empresa D
Início das atividades voltadas para o <i>Lean</i>	1989	1980	1990	2004
Principal <i>Kaizen</i> em atividade	Trazer os fornecedores para dentro da empresa	Nivelamento da demanda junto aos clientes	Aplicação de <i>Kanbans</i> e redução de <i>setups</i>	Aplicação de <i>Kanbans</i> e redução de <i>setups</i>
Ferramentas mais usadas no Controle visual	<i>Kanban</i> , 5S ¹⁸ , <i>Andon</i>	<i>Kanban</i> , <i>Andon</i> , 5S, <i>Heijunka</i>	<i>Kanban</i> , <i>Andon</i> , em uma célula piloto e 5S por toda a fábrica.	<i>Kanban</i> em células de fabricação e 5S por toda a fábrica

Quadro 5.3 – Dados comparativos dos casos estudados em relação às práticas do *Lean*.

Fonte: dados da pesquisa (2007).

Durante a realização das entrevistas, mesmo com o direcionamento das questões por meio do protocolo de pesquisa, foi dada liberdade aos entrevistados para explanar sobre determinados temas, até para averiguar o entendimento dos coordenadores de PCP frente às práticas de chão de fábrica. De forma contundente, os coordenadores do PCP das empresas A e B utilizaram constantemente nomenclaturas do *Lean* como *takt time*, produção nivelada, criação de fluxo, *Gemba* (ir ao chão de fábrica e ver os problemas de produção) e desenvolvimento de líderes. De certa forma, as entrevistas evidenciaram que a preocupação dessas empresas não se concentra apenas nas ferramentas, mas de mapear a cultura do *Lean* por toda a organização.

Para a empresa C os termos *Kanban* e *Andon* foram utilizados, mas o foco maior ficou no sistema de capacidade finita que a empresa utiliza para realizar suas atividades de programação da produção. Todavia, a cultura do *Lean* já se encontra impregnada na gestão da empresa com as práticas sendo implantadas aos poucos. Já na empresa D, de uma forma geral, o foco ficou mais voltado para o método de

¹⁸ Senso de utilização, Senso de Organização, Senso de Limpeza, Senso de Padronização e Senso de Autodisciplina.

planejamento da empresa e a evolução dos sistemas voltados para essa atividade. A empresa está na fase de testes com várias práticas do *Lean*. Isso, de certa forma, representa uma tendência para *Lean* nos casos estudados.

5.2 ANÁLISE DAS PROPOSIÇÕES E VALIDAÇÃO DO MODELO APRESENTADO

Para finalizar este capítulo, o conjunto de proposições apresentadas será revisado. E para facilidade de leitura, cada uma das proposições levantada será reescrita a seguir.

1ª Proposição: *o PCP procurou tirar proveito dos sistemas de informação industrial e se envolveu visceralmente com ele, a ponto de perder o foco. Porém, o Lean ajudou o PCP a fazer uma revisão em seus métodos. Com os olhos no chão de fábrica, o PCP se envolveu com ferramentas mais eficientes para lidar com as flutuações de demanda, envolveu mais o fator humano no processo e enxugou a estrutura computacional.*

Corroborada. Essa proposição foi corroborada pelas evidências dos dados coletados nas quatro empresas pesquisadas. Inicialmente, a empresa D é o exemplo mais característico em que o PCP ainda está mais orientado pelo computador para realizar suas atividades de planejamento, programação e controle da produção. Com operadores distribuídos pelo chão de fábrica e com uma cópia do plano de produção a fim de acompanhar o andamento dos pedidos, a empresa incorpora o MRP/ERP no modelo de gestão, centralizando todas as informações industriais, muito embora a empresa não defina um setor específico de PCP. A primeira evidência por meio das entrevistas é que a empresa D utiliza continuamente os avanços tecnológicos para aumentar sua eficiência operacional, controlando os dados de fornecedores, entregas, faturas, almoxarifado, diminuindo naturalmente o controle do chão de fábrica. Todavia, o computador não resolveu os problemas por completo da empresa, que continua com grandes volumes de estoques e dificuldades no nivelamento da produção. As primeiras atividades do *Lean* já se

manifestam no chão de fábrica, mas não atingiram os métodos do PCP, que continua mais com o foco no computador para realizar a programação da produção.

Já a empresa C desponta como um caso em que as práticas do *Lean Manufacturing* no chão de fábrica já estão sendo implantadas nos métodos e processo do PCP. Na medida em que os sistemas de informação industrial evoluíram, modificações no chão de fábrica permitiram a diminuição do nível de utilização dos computadores que passaram a programar células de manufatura e não mais as máquinas de forma individualizada. Aplicações da gestão visual do *Lean* também provocaram a redução do uso do computador em algumas células. Essa empresa está na iminência de fazer a transição do PCP para o estágio III pelo simples fato de que vem fazendo inúmeros treinamentos na busca constante pela excelência operacional.

Em essência, os PCPs das empresas C e D estão evoluindo em direção ao estágio III do modelo proposto, mas como a empresa C apresenta um maior grau de maturação e aculturação nas práticas do *Lean*, já há um enxugamento maior de aplicações computacionais no chão de fábrica. O sistema do tipo APS é ainda parte fundamental no controle das operações de chão de fábrica da empresa C, mas já há um movimento em direção à gestão visual do *Lean*.

De outro lado estão as empresas A e B com os seus PCPs em estágio avançado. Embora não tenha sido comprovado na pesquisa que essas empresas passaram por um rompimento nas suas estruturas, as evidências mostraram que elas se esmeram em treinamentos contínuos para aperfeiçoar ainda mais suas práticas de PCP. O descolamento das atividades de PCP da TI para uma gestão mais visual é preponderante nesses dois casos, mostrando poucas atividades computacionais no chão de fábrica. O computador fica mais voltado para preparar o plano mestre de produção, com as práticas visuais utilizadas no controle da produção.

Em um quadro de evolução macro, o PCP se envolveu com a evolução do sistema de informação industrial, como é o caso da empresa D, que mesmo com atividades pontuais do *Lean* no chão de fábrica, o computador prepondera nas atividades de planejamento e controle da produção. Quando as práticas do *Lean* começam a ser absorvidas pelo PCP, o PCP se envolve mais com o chão de fábrica

e começa o processo de enxugamento das aplicações de computador, em prol da gestão visual para promover a resolução de problemas da produção como é o caso da empresa C. Quando o *Lean* torna-se cultura na empresa e há envolvimento de todos os setores, o PCP altera seus métodos e processos e passa a usar o computador de forma mínima, a exemplo das empresas A e B. Nessas duas empresas, quando ocorrem reprogramações para compensar flutuações de demanda ou outros problemas de produção, a gestão visual é chave da flexibilidade e agilidade do PCP, de modo a antecipar problemas e evitar os apressamentos.

A pesquisa mostrou empresas líderes em seus segmentos com o PCP no estágio II e transitando para o estágio III. O que ficou evidenciado pelos dados coletados é que essa transição é fruto de um programa de melhorias incremental envolvendo todos os setores da empresa. De acordo com as entrevistas e observações, a passagem de um estágio para o outro não é trivial, exigindo treinamento e aculturação em novos métodos de produção. Pode-se observar por meio da figura 5.1 a corroboração da primeira proposição com o posicionamento de cada um dos PCPs das empresas pesquisadas nos estágios evolutivos, de acordo com os dados de campo. Conforme já apontado, a curva de evolução do PCP é em nível de macro processo.

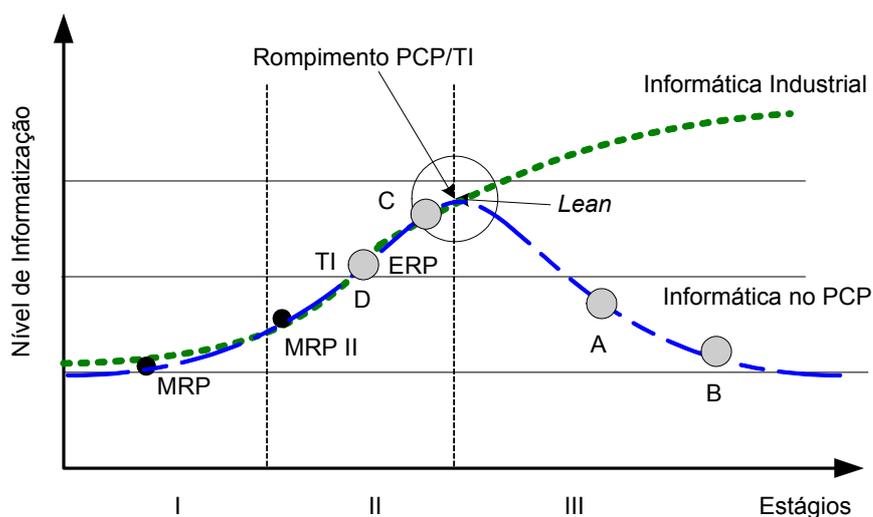


Figura 5.1 – Modelo de evolução do PCP em direção a melhor eficiência operacional.

Fonte: dados da pesquisa (2007).

2ª Proposição: *na medida em que as empresas adotam a gestão do Lean para o PCP elas não procuram adaptar o MRP para o Lean, mas reduzem sua utilização ou abandonam por completo.*

Corroborada: essa proposição foi verificada, pois não se evidenciou interesse nas empresas pesquisadas pelos módulos de *Lean* disponíveis por soluções comerciais. Para a empresa A, a solução MRP não foi abandonada por completo, pois a empresa utiliza ainda o MRP para manter os registros de dados atualizados no computador central e para fazer os pedidos de compra. Entretanto, a grande ênfase do PCP para realizar suas atividades está na planilha eletrônica e nos métodos visuais de controle da produção. A desconexão com o MRP se tornará ainda maior na medida em que a empresa está trazendo os fornecedores para dentro de seu parque fabril e com o projeto de mecanismos visuais como o *Heijunka* para nivelar os pedidos aos fornecedores. A empresa B também é um caso onde o MRP tem sua ação diminuída. O software utilizado pela empresa, o CIGMA, gera os *kanbans* de produção para os produtos finais, ficando MRP responsável pela atualização dos registros da base de dados. A empresa sequer denota conhecimento em ordens de produção. A instrução é sempre em forma de *Kanbans*.

Seguindo esse caminho, a empresa C também não tem pretensões de adaptar o ERP para o *Lean*, como observado nas entrevistas. O que se observou foram práticas da gestão visual que na medida em que se expande pelo chão de fábrica, simplificam o uso do computador. E a empresa D é um caso aonde a filosofia do *Lean* não chegou por completo ao PCP, mas o objetivo da empresa é enxugar alguns aplicativos computacionais. É necessário também que a empresa amadureça suas práticas de gestão visual para romper com a estrutura computacional, a fim de que essa empresa possa corroborar essa proposição com mais ênfase.

3ª Proposição: *o processo de evolução do PCP é capitaneado por empresas líderes e é acompanhado por empresas seguidoras.*

Corroborada: todas as empresas pesquisadas, de certo modo, estão na busca por uma melhor eficiência operacional tomando-se por base a Toyota. Essa constatação foi derivada, com maior ou menor intensidade, por meio da política de

treinamentos realizados evidenciados nas quatro empresas. Há uma preocupação geral para definir e manter uma equipe especializada para essas atividades de melhorias. O caso de destaque é a empresa C, que mesmo ainda não estando no estágio III, tem um corpo técnico já bem treinado e preparado para realizar essa ruptura entre os estágios. De forma mais avançada, os programas propostos pelas empresas A e B já envolvem toda a cadeia produtiva, procurando atingir o melhor desempenho para todos os envolvidos. A empresa D adota o “*Lean Thinking*” já em expansão por todos os setores da empresa, embora não tenha atingido as atividades de PCP.

Embora não evidenciado pelos dados de campo, não é difícil constatar que para saltar do nível I para o nível III, sem transitar pelo estágio II, só é possível para empresas que iniciam os treinamentos na filosofia do *Lean* e com o PCP não envolvido diretamente por um modelo de crescimento dos sistemas computacionais, ou seja, antes de entrarem no estágio II. A ruptura com a mentalidade estereotipada do estágio II, por certo, provoca mais turbulência no ambiente de PCP do que a ruptura com o estágio I.

CAPÍTULO 6

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 CONCLUSÕES

A pesquisa desenvolvida neste trabalho procurou trazer uma contribuição para o entendimento sobre o processo de evolução do Planejamento e Controle da Produção que representa a inserção crescente dos sistemas de informação industrial e das práticas da manufatura enxuta nos métodos e processos do PCP. Se de um lado o computador deu subsídios ao PCP que passou a administrar melhor a comunicação dos seus dados, de outro a busca pela eficiência operacional com as práticas trazidas pelo *Lean* abriu espaço para um novo tipo de PCP, uma nova ordem, com novos métodos voltados para o controle visual das operações do chão de fábrica. Assim sendo, buscou-se por meio de uma pesquisa exploratória, verificar como as empresas de manufatura vêm projetando seus PCPs na busca de uma melhor eficiência operacional.

Após revisão bibliográfica sobre a problemática e visitas iniciais realizadas em algumas empresas de manufatura para verificar como as empresas desenvolvem suas atividades de planejamento, programação e controle da produção, essa pesquisa de tese se propôs a estudar a evolução do Planejamento e Controle da Produção no que diz respeito à estrutura e infra-estrutura computacional e ao processo do PCP. Foi elaborado um modelo que mostra três estágios evolutivos do PCP:

- **Estágio I** – no estágio inicial, o PCP se estruturou ao redor da sua mais valiosa ferramenta, o computador, para apoiar suas atividades.

- a. a ênfase do PCP no estágio evolutivo inicial está na geração de ordens de produção para o chão de fábrica;
 - b. neste estágio, o PCP era estruturado com pouca autonomia funcional, ora ligado à gerência de produção, ora se reportando à gerência comercial (vendas ou marketing);
 - c. o grande volume de dados manipulados pelo software de MRP e os longos tempos de processamento fizeram com que o PCP utilizasse o computador de forma intensa para gerar ordens de produção e compra;
 - d. nesse estágio era comum se encontrar empresas em que o computador central estava sob responsabilidade do PCP;
 - e. o processo do PCP era predominantemente caracterizado por produzir ordens de produção e compra tomando-se por base dados agregados de pedidos dos clientes, que depois eram processados e enviados para os vários departamentos de produção;
 - f. os intervalos de planejamento eram relativamente grandes e o nível de controle dos fornecedores era ainda rudimentar.
- **Estágio II** – no estágio intermediário, o PCP se expandiu juntamente com soluções de integração computacional.
 - a. a ênfase do PCP nesse estágio está na integração computacional, comunicando seus dados por meio do ERP;
 - b. com os novos sistemas de informação representados pelo MRP II e na seqüência pelo ERP, o PCP ganhou sua ascendência na estruturação do processamento de dados que mais tarde seria chamado de TI;
 - c. com atribuições mais estendidas se comparadas ao estágio inicial, o PCP viu sua equipe se diversificar, com o crescimento das atividades computacionais para apoiar suas múltiplas funções;
 - d. com o ERP dividido em módulos ou aplicações, o PCP passou também a ter uma função de coordenação procurando integrar os diversos subsistemas computacionais. A par disso, passaram a fazer parte do portfólio deste PCP, além de funções correlatas de processamento de ordens, gestão de estoque e movimentação de materiais, outras

- funções como contratos de serviços, configuração e personalização de relatórios, administração do patrimônio, análise de vendas, processos de licitação, aquisição, remessa, gestão de investimentos, entre outras;
- e. o processo do PCP se concentrou no provimento de informações industriais para as áreas de produção, comercial, financeira, vendas, entre outras, envolvendo toda a empresa. Tornou-se assim um centralizador de informações relacionadas aos problemas de planejamento, programação e controle da produção e mais tantas outras funções fora das atribuições tradicionais do PCP, utilizando o software ERP como apoio;
 - f. o PCP tornou-se responsável em mapear as ordens de produção à capacidade produtiva. Por meio do ERP, o PCP passou também a ter um controle maior sobre os fornecedores e clientes, planejando as compras e vendas. E com recursos mais sofisticados, o software passou a ser executado com mais frequência, se comparado com o estágio inicial de PCP;
 - g. contudo, o PCP tornou-se uma parcela deste mundo de TI por meio do ERP e o chão de fábrica ficou mais distante.
- **Estágio III** - no estágio anterior, o PCP tornou-se vítima da sua própria hipertrofia em virtude de uma maior abrangência de suas funções e da perda de foco. Paralelamente, acontecia uma revolução na manufatura liderada pela Toyota que implicava numa revisão de todos os métodos tradicionais de produção e que tem influenciado todo o mundo da manufatura pela sua revolucionária abordagem de busca pela excelência operacional. O PCP aderiu a esses novos métodos caracterizando o estágio avançado.
 - a. Nesse estágio, a estrutura funcional do PCP foi progressivamente reformulada, com o computador ficando nas mãos da equipe de TI que assumiu a maioria das funções da gestão da informação das áreas comerciais, patrimoniais, contábil, financeira, suprimentos e logística;

- b. o PCP não abandonou a atividade computacional, porém passou a utilizar o computador com menos intensidade, tratando dos planos mestres de produção, de fornecedores e da distribuição;
- c. o PCP voltou a ser constituído no seu corpo técnico de pessoas experientes em gestão de processamento de pedidos de clientes e de controle de chão de fábrica, agora com grande ênfase em ferramentas voltadas para o *Lean* e com o grupo treinado para fazer a integração de pessoas;
- d. o plano mestre não foi abandonado e continuou uma realidade, mas a técnica MRP e os seus desdobramentos gerando inúmeras ordens de produção se tornaram entes do passado;
- e. a busca pela produção em pequenos lotes ou nivelada passou a ser a linha mestra do PCP para a redução de todas as formas de desperdícios, principalmente a superprodução;
- f. o PCP se voltou para o atendimento aos clientes com qualidade, rapidez, confiabilidade e redução de custos na busca incessante pela estabilidade e de ser um real integrador mais de pessoas do que de informações, principalmente entre os departamentos de marketing, vendas e produção;
- g. com prática voltada para o controle do chão de fábrica, o PCP aderiu à política da gestão visual, interagindo com todos os agentes da produção de forma mais efetiva.

Com o modelo desenvolvido, partiu-se para uma pesquisa exploratória em quatro empresas de manufatura a fim de validar o modelo apresentado. Depois das análises dos dados coletados, as seguintes conclusões reflexivas podem ser consideradas:

- a. nenhuma das quatro empresas pesquisadas possui o PCP no estágio I;
- b. de acordo com os dados das empresas C e D, observou-se que a passagem do PCP do estágio II para o estágio III é progressiva e lenta;

- c. observou-se que é possível formar o PCP de uma nova empresa diretamente no estágio III, sem ter passado pelos estágios I e II, como é o caso da empresa A;
- d. verificou-se que quando uma empresa se movimenta em direção ao estágio avançado de PCP de acordo com o modelo apresentado, duas razões parecem estar bem relacionadas: primeiro é que a abordagem tradicional de PCP já não é mais eficiente para atender as necessidades da empresa; segundo é que, observando empresas em estágio mais avançado, começam a treinar seus colaboradores em busca de melhorias. Esse é o caso da empresa C, que vem continuamente realizando treinamentos, reconhece a superioridade do estágio avançado de PCP e se encaminha para ele;
- e. verificou-se que a caracterização do *Lean* como um estágio avançado de manufatura é tomado como modelo de referência para as empresas pesquisadas. O alcance do PCP em busca de um melhor desempenho é uma decorrência natural da adoção dessa idéia.
- f. observou-se uma empresa já treinada nas práticas do *Lean* com amplo apoio das gerências, no caso a empresa C, mas com PCP ainda operando as ordens de produção como método preponderante. A gestão visual caminha lentamente na medida em que testes pilotos vão sendo executados e melhores resultados vão sendo obtidos.
- g. nas entrevistas não foi observado o interesse em, no futuro, instalar o módulo do *Lean* no ERP, que já se sabe que existe comercialmente;
- h. as entrevistas mostraram que as práticas do *Lean* chegam ao PCP de forma mais sistemática na medida em que cresce as experiências dessas mesmas práticas no chão de fábrica;

Dessa forma, essa pesquisa teve o objetivo de desenvolver uma nova abordagem para compreender como as empresas de manufatura projetam seus PCPs em busca de uma melhor eficiência operacional por meio de um modelo evolutivo. Buscou compreender as influências dos sistemas de informação industrial e as inserções da manufatura enxuta nos métodos e processos do PCP. Identificou-se movimento das empresas em direção ao estágio mais avançado de PCP.

Demonstrou-se que os estágios são transientes e que as empresas evoluem dentro dos próprios estágios no qual estão inseridas e que, por certo, cada uma delas apresenta uma curva de evolução própria. Nos casos em estudo mostrou-se que as revisões das práticas de PCP vêm com o amadurecimento do *Lean*, mas que os novos desafios são provenientes de elementos externos ao PCP. Mas se o PCP se envolve desde o início com essas práticas, o PCP já pode ser diretamente configurado no estágio III.

Uma das maiores contribuições dessa pesquisa de tese é seu caráter reflexivo das atividades de PCP e as influências da evolução dos sistemas de informação industrial e as incursões do *Lean* no ambiente de produção, reunindo fatores importantes nas atividades de PCP como a estrutura e infra-estrutura computacional, além do processo de PCP, de um ponto de vista puramente evolutivo, mostrando que, na medida em que as empresas melhoram sua eficiência operacional reduzem a aplicação do computador para realizar as atividades de PCP, mas que essa atividade exige muito esforço, quebras de paradigmas e muitos treinamentos. O PCP não abandona o TI, mas rompe com a evolução dos sistemas de informação industrial, voltando-se para suas raízes de controle do chão de fábrica.

6.2 RECOMENDAÇÕES

O modelo apresentado constitui ponto de partida para outros trabalhos de pesquisa, como:

- a. explorar se as soluções de software comerciais de ERP têm tido sucesso em empresas voltadas para o *Lean*;
- b. analisar junto à pequena e média empresas que estão no estágio I e verificar se elas estão progredindo para o estágio II ou para o estágio III;
- c. fazer uma análise detalhada no nível de rompimento entre os estágios II e III, procurando explorar as dificuldades envolvidas na mudança de estágio.

REFERÊNCIAS

- AL-MASHARI, M. Enterprise resource planning (ERP) systems: a research agenda. **Industrial Management & Data System**. v. 103, n. 1, p. 22-27. 2003.
- ALSÈNE, E. ERP systema and the coordination of the enterprise. **Business Process Management Journal**. v. 13, n. 3, p. 417-432. 2007.
- ANJARD, R. P. Computer integrated manufacturing: a dream becoming a reality. **Industrial Management & Data System**. v. 95, n. 1, p. 3-4. 1995.
- BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com Texto, Imagem e Som**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2003. 516p.
- BENTON, W. C.; SHIN, H. Manufacturing planning and control: The evolution of MRP and JIT integration. **European Journal of Operational Research**. v. 110, n. 3, p. 411-440, novembro. 1998.
- BERTRAND, J. W. M; FRANSOO, J. C. Modeling and Simulation. Operations Management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations & Production Management**. v. 22, n. 2, p. 241-264. 2002.
- BEST, M. **The New Competition**: Institutions of Industrial Restructuring. Cambridge: Polity Press, 1990. 320p.
- BLACKSTONE Jr. J. H.; COX III, J. F. **APICS Dictionary**. 11. ed. Alexandria: APICS - The Association for Operation Management, 2005. 1 v.
- BONNEY, M. Reflection on Production Planning and Control (PPC). **Gestão & Produção**. v. 7, n. 3, p. 181-207, dezembro. 2000.
- BRAGLIA, M.; PETRONI, A. Shortcomings and benefits associated with the implementation of MRP package: a survey research. **Logistics Information Management**. v. 12, n. 6, p. 428-438. 1999.

BRYMAN, A. **Research Methods and Organization Studies**. 1. ed. London: Routledge, 1989. 283p.

BROWN, A. **Lies Your ERP System Tells You**: Enterprise resource planning has always had a hard time bridging the gap between corporate offices and the factory floor. Here's why. *Mechanical Engineering*. março, 2006.

BROWNE, J.; HARHEN, J.; SHIVNAN J. **Production Management System. A CIM perspective**. 1. ed. England: Addison-Wesley Publishers Ltd, 1988. 284p.

BUNGE, M. A. **Epistemologia** : curso de atualização. 1. ed. São Paulo: T. A. Queiroz: Universidade de São Paulo, 1980. 246p.

CHAMBERS, N. Beyond MRP II: a new approach to manufacturing planning and simulation. **Industrial Management & Data Systems**. v. 96, n. 4, p. 3-5. 1996.

CHEN, I. J.; SMALL, M. H. Planning for advanced manufacturing technology: a research framework. **International Journal of Operations & Production Management**. v. 16, n. 5, p. 4-24. 1996.

CHEN, I. J. Planning for ERP systems: analysis and future trends. **Business Process Management Journal**. v. 7, n. 5, p. 374-386. 2001.

CHUNG, S. H.; SNYDER, C. A. ERP adoption: a technological evolution approach. **International Journal of Agile Management System**, v. 2, n. 1, p. 24-32, 2000.

CORIAT, B. **Pensar pelo Averso**. 1. ed. Rio de Janeiro: UFRJ, 1994. 209p.

CUSUMANO, M. A. **The Japanese Automobile Industry: technology and management at Nissan and Toyota**. 3. ed. Cambridge: Harvard University Press, 1989. 487p.

DAVENPORT, T. H. Putting the enterprise into the enterprise system. **Harvard Business Review**, v. 76, n. 4, p. 121-131, 1998.

_____. **Mission Critical: Realizing the Promise of Enterprise System**. 1. ed. USA: Harvard Business School, 2000. 333p.

_____; MARCHAND, D. A.; DICKSON, T. **Dominando a Gestão da Informação**. 1. ed. Bookman: Porto Alegre, 2004. 407p.

_____; BROOKS, J. D. Enterprise system and the supply chain. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 17, n. 1, p. 8-9, 2004.

DEMO, P. **Pesquisa e Construção do Conhecimento**: metodologia científica no caminho de Habermas. 2. ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1996. 125p.

DUGUAY, C. R.; LANDRY, S.; PASIN, F. From mass production to flexible/agile production. **International Journal of Operational & Production Management**. v. 17, n. 12, p. 1183-1195. 1997.

DUGGAN, K. J **Creating Mixed Model Value Streams**: practical Lean Techniques for building to Demand. New York: Productivity Press, 2002. 206p.

ECO, U. **Como se Faz uma Tese**. São Paulo: Perspectiva, 2003. 170p.

EISENHARDT, K. M.; Building Theories from case study research. **Academy Management Review**. v 14, n. 4, p. 532-550. 1989.

EMILIANI, M. L.; STEC, D. J. Using value-stream maps to improve leadership. **The Leadership & Organization Development Journal**. v. 25, n. 8, p. 622-645. 2004.

ENNS, S. T. MRP performance effect due to forecast bias and demand uncertainty. **European Journal of Operational Research**. v. 138, n. 1, p. 87-102. 2002.

_____; SUWANRUJI, P. Work load responsive adjustment of planned lead times. **Journal of Manufacturing Technology Management**. v. 15, n. 1, p. 90-100. 2004.

FLICK, U. **Uma introdução à Pesquisa Qualitativa**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004. 312p.

FORD, F. N., LEDBETTER, W. N., GABER, B. S. The Evolving Factory of the Future: Integrating Manufacturing and Information System. **Information & Management**, v. 8, n. 2, p. 75-80, fevereiro. 1985.

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

FUJIMOTO, T. **The Evolution of Manufacturing System at Toyota**. 1. ed. New York: Oxford University Press, 1999. 390p.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da Produção e Operações**. 8. ed. São Paulo: Thomson, 2002. 598p.

GIL, A. C. **Como elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175p.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**. v. 35, n. 2, p. 57-63. 1995a.

_____. Pesquisa Qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**. v. 35, n. 3, p. 20-29. 1995b.

GOUNET, T. **Fordismo e Toyotismo na civilização do automóvel**. 1. ed. São Paulo: Boitempo, 1999. 177p.

GUPTA, A. Enterprise resource planning: the emerging organizational value system. **Industrial Management & Data System**. v. 100, n. 3, p. 114-118. 2000.

GUPTA, M.; KOHLI, A. Enterprise resource planning systems and its implications for operation function. **Technovation**. v. 26, n. 5-6, p. 687-696. 2006.

HAMILTON, S. **Maximizing Your ERP System - A Practical Guide for Managers**. 1. ed. New York: McGraw-Hill, 2003. 392 p.

HARVEY, D. **Condição Pós-Moderna**. 15. ed. São Paulo: Loyola, 2006. 349p.

HAWKING, P.; STEIN, A.; FOSTER, S. Revisiting ERP Systems: Benefit Realisation. In: Proceedings of the 37th Hawaii International Conference on System Sciences. Hawaii: 2004. p. 100-150.

HAMERMAN, P.; FORRESTER, R. W. ERP: Still A Challenge After All These Years. **Information Week Online**, julho. 2005. Disponível em: <<http://www.informationweek.com/showArticle.jhtml?articleID=165600651>> Acesso em: 02 agosto 2005.

HITOMI, K. **Manufacturing Systems Engineering**. 1. ed. Londres: Taylor & Francis, 1979. 310p.

_____. Manufacturing excellence for 21st century production. **Technovation**. v. 16, n. 1, p. 33-41. 1996.

HOLWEG, M. The genealogy of lean production. **Journal of Operations Management**. v. 25, n. 2, p. 420-437. 2007.

HOUNSHELL, D. A. **From the American System to Mass Production, 1800-1932: the development of manufacturing technology in the United States**. 1. ed. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1985, 411p.

HYER, N.; WEMMERLÖV, U. **Reorganizing the Factory**. 1. ed. New York: Productivity Press, 2002, 770 p.

HUGHES, T. P. **American Genesis**. A century of invention and technological enthusiasm, 1870-1970. 2. ed. Chicago: The University of Chicago Press, 2004, 529p.

JACOBS, F. R.; WESTON, F. C. Enterprise resource planning (ERP) – A brief history. **Journal of Operations Management**. v. 25, n. 2, p. 357-363, março. 2007.

JONES, D. T.; HINES, P.; RICH, N. Lean Logistics. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**. v. 27, n. 3/4, p. 153-173. 1997.

JONSSON, P.; MATTSSON, S. A. The implications of fit between planning environments and manufacturing planning and control methods. **International Journal of Operations & Production Management**. v. 23, n. 8, p. 872-900. 2003.

_____; _____. A longitudinal study of material planning applications in manufacturing companies. **International Journal of Operations & Production Management**. v. 26, n. 9, p. 971-995. 2006.

KAKOURIS, A. P.; POLYCHRONOPOULOS, G. Enterprise Resource Planning (ERP) System: An Effective Tool for Production Management. **Management Research News**. v. 28, n. 6, p. 66-78. 2005.

KIM, Y.; LEE, Z.; GOSAIN, S. Impediments to successful ERP implementation process. **Business Process Management Journal**. v. 11, n. 2, p. 158-170. 2005.

KLAUS, H.; ROSEMAN, M.; GABLE, G. G. What is ERP. **Information Systems Frontiers**, v. 2, n. 2, p. 141-162, agosto. 2000.

KOCH, C. BRP and ERP: realising a vision of process with IT. **Business Process Management Journal**. v. 7, n. 3, p. 258-265. 2001.

KÖCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. ampl. Caxias do Sul: ed. da Univ. de Caxias do Sul; Porto Alegre: Vozes, 1982. 134p.

KRAFCIK, J. F. Triumph Of The Lean Production System. **Sloan Management Review**. Fall, p. 41-52, 1988.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P. **Operations management: strategy and analysis**. 4. ed. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, 1996, 878p.

KRISHNAMURTHY, A.; SURI, R.; VERON, M. Re-Examining the Performance of MRP and Kanban Material Control Strategies for Multi-Product Flexible Manufacturing Systems. **The International Journal of Flexible Manufacturing System**. v. 16, n.2, p. 123-150, abril. 2004.

KUMAR, K. D. *et al.* Computers in manufacturing: towards successful implementation of integrated automation system. **Technovation**, v. 25, n. 5, p. 477-488, Maio. 2005.

KUMAR K.; HILLEGERSBERG, J. V. Enterprise resource planning: introduction. **Communications of the ACM**, v. 43, n. 4, p. 22-26, abril. 2000.

KUMAR, S.; MEADE, D. Has MRP run its course? A review of contemporary developments in planning systems. **Industrial Management & Data Systems**, v. 102, n. 8, p. 453-462, 2002.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 4. ed. Ampl. São Paulo: Atlas, 2001. 288p.

LANDVATER, D. V.; GRAY, C. D. **MRP II Standard System – A Handbook for Manufacturing Software Survival**. 1. ed. Oliver Wight Limited Publications: USA, 1989. 352 p.

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

LEONE, G.; RAHN, R. D. **Fundamental of Flow Manufacturing**. Colorado: Flow Publishing inc., 2002. 225p.

LÉXICO LEAN: Glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean. 2. ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2007.

LIMA, E. P. **Uma modelagem organizacional suportada por elementos de natureza comportamental**. 2001. 310 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001.

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: 14 princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 320p.

LUNN, T.; NEFF, S. A. **MRP: Integrating Material Requirements Planning and Modern Business**. 1. ed. Business One Irwin: Illinois, 1992, 315 p.

LUSCOMBE, M. Customer-focused MRP II. **Logistics Information Management**, v. 7, n. 5, p. 22-29. 1994.

MABERT, A. V. The early road to material requirements planning. **Journal of Operational Management**. v. 25, n. 2, p. 346-356, março. 2007.

MASKELL, B. H. **Software and the Agile Manufacturer: Computer systems and World Class Manufacturing**. 1. ed. Portland: Productivity Press. 1994, 390p.

MEREDITH, J. Building operations management theory through case and field research. **Journal of Operational Management**. v. 16, n. 4, p. 441-454. 1998.

MILES, M.; HUBERMAN, A. M. **Qualitative Data Analysis**. 2. ed. Beverly Hills: Sage Publications, 1994. 338p.

MILTENBURG, J. Computational complexity of algorithms for MRP and JIT production planning problems in enterprise resource planning systems. **Production Planning & Control**. v. 12, n. 2, p. 198-209, março. 2001.

MØLLER, C. ERP II: a conceptual framework for next generation enterprise systems. **Journal of Enterprise Information Management**. v. 18, n. 4, p. 483-497, 2005.

MONDEN, Y. What Makes the Toyota Production System really Tick? **Industrial Engineering**. v. 13, n. 1, p. 36-46, 1981a.

_____. Smoothed Production Lets Toyota Adapt To Demand Changes And Reduce Inventory. **Industrial Engineering**. v. 13, n. 8, p. 42-51, 1981b.

_____. **Toyota Production System: an Integrated Approach to Just-In-Time**. 3. ed. Georgia: Engineering & Management, 1998. 480p.

NEWMAN, W. R.; SRIDHARAN, V. Linking manufacturing planning and control to the manufacturing environment. **Integrated Manufacturing System**. v. 6, n. 4, p.36-42. 1995.

OLHAGER, J.; WIKNER, J. Production planning and control tools. **Production Planning & Control**. v. 11, n. 3, p. 210-222. 2000.

OHNO, T. **o Sistema Toyota de Produção além da Produção em Larga escala**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997. 140p.

_____; SELLDIN, E. Manufacturing planning and control approaches. **International Journal of Production Research**. v. 45, n. 6, p. 1469-1484. 2007.

PANIZZOLO, R. Applying the lessons learned from 27 lean manufacturers. The relevance of relationships management. **International Journal Production Economics**. v. 55, n. 3, p. 223-240. 1998.

PETRONI, A. Critical factors of MRP implementation in small and medium-sized firms. **International Journal of Operational & Production Management**. v. 22, n. 3, p. 329-348. 2002.

PLENERT, G. Focusing material requirements planning (MRP) towards performance. **European Journal of Operational Research**. v. 119, n. 1, p. 91-99, novembro. 1999.

PLOSSL, G. W. **Production and Inventory Control: Principles and Techniques**. 2. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1985, 443 p.

_____. **ORLICKY'S Material Requirements Planning**. 2. ed. NY: McGraw-Hill, 1994, 311 p.

POPPER, K. R. **A lógica da pesquisa científica**. São Paulo: Cultrix: Ed. Univ. de São Paulo, 1972. 567p.

PORTER, J. K. *et al.* Production planning and control system developments in Germany. **International Journal of Operational & Production Management**. v. 16, n. 1, p. 27-39. 1996a.

PORTER, J. K. *et al.* Finite capacity scheduling tools: observations of installations offers some lessons. **Integrated Manufacturing System**. v. 7, n. 4, p. 34-38. 1996b.

PRASAD, S.; BABBAR, S.; MOTWANI, J. International operations strategy: current efforts and future directions. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 21, n. 5/6, p. 645-665, 2001.

PTAK, C. A. **ERP: Tools, Techniques and Application for Integrating the Supply Chain**. 1. ed. United States of America: St. Lucie Press, 2000. 424p.

RAHMAN, S. U. Theory of constraints. A review of the philosophy and its application. **International Journal of Operations & Production Management**. v. 18, n. 4, p. 336-355. 1998.

SALOMON, D. V. **Como fazer uma monografia: elementos de metodologia do trabalho científico**. 5. ed. Belo Horizonte: Interlivros, 1977. 317p.

SAP. Disponível em: <<http://www.sap.com/brazil/companhia/historico/cronologia.epx>>. Acesso em: 4 setembro 2006.

SCHONBERGER, R. J. **Técnicas Industriais Japonesas: nove lições ocultas sobre a simplicidade**. 3. ed. São Paulo: Livraria Pioneira, 1988. 309p.

_____. Japanese production management: An evolution – With mixed success. **Journal of Operations Management**. v. 25, n. 2, p. 403-419. 2007.

SCHROEDER, R. G. *et al.* A study of MRP benefits and costs. **Journal of Operations Management**. v. 2, n. 1, p. 1-9. 1981.

SEIDMAN, I. **Interviewing as Qualitative Research: A guide for Research in Education and the Social Sciences**. 3. ed. New York: Teachers College Press, 2006. 161p.

SHAFER, S.; MEREDITH, J. R. **Operations Management. A Process Approach with Spreadsheets**. 1. ed. New York: John Wiley & Sons Inc, 1998, 828p.

SHEHAB, E. M. *et al.* Enterprise Resource Planning. An integrative review. **Business Process Management**. v. 10, n. 4, p. 359-386. 2004.

SHEIKH, K. **Manufacturing Resource Planning (MRP II) with an introduction to ERP, SCM, and CRM**. 1. ed. NY:MacGraw-Hill, 2003. 585p.

SHINGO, S. **Sistema de Troca Rápida de Ferramenta: uma Revolução nos Sistemas Produtivos**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2000, 327 p.

SIRIGINIDI, S. R. Enterprise resource planning in reengineering business. **Business Process Management Journal**. v. 6, n. 5, p. 376-391. 2000.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002, 747p.

_____. The flexibility of manufacturing systems. **International Journal of Operations & Production management**. v. 25, n. 12, p. 1190-1200. 2005.

_____.; LEWIS, M.; BATES, H. The two worlds of operations management research and practice. Can they meet, should they meet? **International Journal of Operations & Production management**. v. 24, n. 4, p. 372-387. 2004.

SPEAR, S.; BOWEN, H. K. Decoding the DNA of the Toyota Production System. **Harvard Business Review**. v. 77, n. 5, p. 96-106. 1999.

STENSRUD, E. Alternative approaches to effort prediction of ERP projects. **Information and Software Technology**. v. 43, n. 7, p. 413-423. 2001.

STEPHENS, M. P.; RAMOS, H. X. Who Moved My ERP Solution? **Journal of Industrial Technology**, v. 19, n. 1, p. 1-6, novembro. 2002.

STUART, I. *et al.* Effective case research in operations management: a process perspective. **Journal of Operations Management**, v. 20, n. 5, p. 419-433, 2002.

SUGIMORI, Y. *et al.* Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system. **International Journal of Production Research**. v. 15, n. 6, p. 653-664. 1977.

TAAL, M.; WORTMANN, J. D. Integrating MRP and finite capacity planning. **Production Planning & Control**, v. 8, n. 3, p. 245-254, abril. 1997.

THEMISTOCLEOUS, M.; IRANI, Z.; O'KEEFE, R. M. ERP and application integration: exploratory survey. **Business Process Management Journal**. v. 7, n. 3, p. 195-204. 2001.

TOOMEY, J. W. **MRP II Planning for Manufacturing Excellence**. 2. ed. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1999, 243 p.

TURBAN E.; RAINER, R. K.; POTTER, R. E. **Administração da Tecnologia da Informação: Teoria e Prática**. 2. ed. São Paulo: Campus, 2003, 598p.

VAN MAANEN, J. **Qualitative Methodology**. London: SAGE Publications, 1979, 272p.

VERNADAT, F. D. **Enterprise Modeling and Integration: principles and applications**. 1. ed. London: Chapman & Hall, 1996. 513 p.

VOLLMANN, T. E. *et al.* **Sistemas de Planejamento & Controle da Produção para o Gerenciamento da cadeia de Suprimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2006, 648p.

VOSS, C. A. Operations management – from Taylor to Toyota – and Beyond. **British Journal of Management**, v. 6, p. S17-S29, 1995.

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

WALLACE, T. F.; KREMZAR, M. H. **ERP: Making It Happen**. 1. ed. NY: John Wiley & Sons, 2001, 372 p.

_____; STAHL, R. A. **Planejamento Moderno da Produção**. 1. ed. São Paulo: IMAM, 2003, 211 p.

WALLIN, C.; RUNGTUSANATHAM, M. J.; RABINOVICH, E. What is the “right” inventory management approach for a purchased item. **International Journal of Operations & Production Management**. v. 25, n. 1, p. 50-68. 2006.

WEMMERLÖV, U. **Planejamento e controle da produção para sistemas de manufatura celular: conceitos e práticas**. 1. ed. São Paulo: IMAN, 1996. 102p.

WHETTEN, D. A. What Constitutes a Theoretical Contribution? **Academy of Management Review**. v. 14, n. 4, p. 490-495. 1989.

WIGHT, O. W. **Production and Inventory Management in the Computer Age**. 1. Ed. US: Oliver Wight Limited Publications Inc, 1974. 295 p.

WISNER, J. D. A review of the order release policy research. **International Journal of Operations & Production Management**. v. 15, n. 6, p. 25-40. 1995.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 2004, 332 p.

_____; _____. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas: Lean Thinking**. Rio de Janeiro: Campus, 2004, 408 p.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005, 212p.

YUSUF, Y. Y.; LITTLE, D. An empirical investigation of enterprise-wide integration of MRP II. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 18, n. 1, p. 66-86. 1998

YÜCESAN, E. GROOTE, X. Lead times, order release mechanisms, and customer service. **European Journal of Operational Research**, v. 120, n. 1, p. 118-130, janeiro. 2000.

ZILBOVICIUS, M. **Modelos para a produção, produção de modelos: gênese, lógica e difusão do modelo japonês de organização da produção**. 1. ed. São Paulo: ANNABLUME, 1999. 299p.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Empresa A – Fabricante de Motores para Automóveis

Data das visitas: 28 e 29 de Agosto de 2006.

Entrevistados:

- coordenador de PCP (8 anos na empresa);
- analista de Controle da Produção (7 anos na empresa).

Etapas da pesquisa de campo:

- visita técnica ao processo produtivo. Durante o curso de TPS de 12 horas oferecido pela empresa e realizado pelo pesquisador foram realizadas três visitas ao chão de fábrica, em um total de 4 horas;
- entrevista com colaboradores do PCP (2 horas e 20 minutos).

Duração da pesquisa de campo: 6 horas e 20 minutos.

Instrumentos utilizados: protocolo de pesquisa, gravador, bloco de notas e caneta.

Local: nas instalações da empresa.

Motivo de seleção da empresa como estudo de caso: participação do pesquisador em um curso sobre práticas de TPS/*Lean* oferecido pela empresa; empresa com aplicações do *Lean* desde a sua fundação.

Pontos gerais característicos:

A empresa A é uma fabricante de motores para veículos de passeio, instalada no Brasil em 1999 no estado do Paraná. A criação da empresa é resultado de uma *joint venture* entre duas montadoras, para as quais a empresa A produz. Possui um *mix* de três tipos de

motores, sendo 100% da produção baseada nos contratos firmados para as duas montadoras associadas, exportando para as unidades fabris localizadas no México, Inglaterra, China e Alemanha. O quadro a seguir mostra os aspectos gerais da empresa.

Aspecto	Descrição
Área de atuação	Autopeças.
Área construída	40 mil m ² .
Número total de funcionários	434
Número de funcionários atuantes no PCP	7
Leiaute	Uma Linha de montagem. Três células de fabricação em linha que alimentam a montagem
Número de modelos de motores	3
Componentes e peças	98 peças produzidas, 151 importadas.
Volume de produção	800 motores/dia. Cerca de 190 mil motores/ano.

Quadro A-1 – Aspectos gerais da Empresa A.

Fonte: dados da pesquisa (2007).

Embora com uma história recente no Brasil, já no ano de 2003 a empresa obteve o reconhecimento internacional por meio da revista *Ward's Auto World* ao ter um dos seus modelos de produto incluído na lista dos dez melhores motores do mundo¹⁹. A empresa alcançou patamares de volumes de produção que a levaram à liderança em exportação na região Sul do Brasil, fato esse publicado pela revista Expressão em Março de 2005.

Com relação ao sistema de produção, a empresa é caracterizada fundamentalmente pela presença de uma linha de montagem com 40 postos de trabalho e três células de fabricação que alimentam a montagem final. Ressalta-se que a empresa operava em dois turnos de produção no período da pesquisa e possuía uma capacidade nominal para 400 mil motores/ano, ou seja, a empresa operava bem abaixo da sua capacidade.

A empresa vem seguindo os preceitos do TPS desde o início da sua fundação, seguindo quatro leis gerais: padronização; comunicação binária (*Kanban* e *Andon*); fluxo simples e direto; e melhoria contínua por meio de múltiplos ciclos de *Kaizens* que são realizados por toda empresa, incluindo principalmente os processos produtivos, os fornecedores, o setor administrativo e toda a parte de logística.

¹⁹ Disponível em www.wardauto.com

Em busca de um melhor controle das informações do chão de fábrica como paradas de linha, trocas de ferramentas, metas da produção por turno, produção real, etc., essas informações são mostradas em *Andons* espalhados pela fábrica, com uma fácil visualização de todos os dados de produção. Além disso, nas células de fabricação, além dos *poka-yokes*, cada operador possui um mecanismo (corda) em que é possível acionar o *Andon* em caso de problemas a fim de chamar pela manutenção.

A prática de resolução de problemas de chão de fábrica envolve inicialmente o *Team Member* (TM), ou seja, o operador da máquina. m caso de não resolução desses problemas por parte do *Team Member*, o *Team Leader* (TL) (supervisor de um grupo de pessoas da mesma célula de fabricação) fica como responsável. Em não resolvendo o problema dentro de um prazo estabelecido, o *Group Leader* (GL) (supervisor de um grupo de células de fabricação) é acionado. Caso o problema continue sem solução, passa-se para a gerência e depois para a diretoria. De uma forma ou de outra, todos os problemas encontrados e suas soluções correspondentes são relatados em uma reunião gerencial no fim de cada dia. Esses problemas e as soluções adotadas são considerados para a empresa como atividades de disseminação do conhecimento para todos os envolvidos.

A empresa também vem aperfeiçoando seus métodos de produção e junto aos seus fornecedores por meio de ciclos de *Kaizens*. O mais importante deles é liderado pela própria equipe de PCP, mas com envolvimento de outros setores, com a finalidade de trazer fornecedores para dentro da empresa a fim de que eles (fornecedores) possam acompanhar o ritmo da produção. Esse projeto está na sua fase inicial de implantação.

Para manter a cultura TPS/*Lean* viva e disseminada entre todos, múltiplos treinamentos são realizados envolvendo todos os colaboradores. Cursos que visam mostrar aos funcionários e fornecedores os benefícios de se evitar estoques em excesso, resolver os problemas de qualidade, treinamentos em 5S, manutenção, formação de líderes, entre outros. O curso que o pesquisador participou durante dois dias é prova desse esforço da empresa em manter a filosofia do TPS/*Lean* e disseminá-la também para os seus fornecedores.

A seguir será apresentada a descrição do PCP no tocante à parte de estrutura, infraestrutura e processo do PCP.

A Estrutura e Infra-Estrutura do PCP

a) Sistema computacional de apoio

Desde o início das operações no Brasil a empresa A vem utilizando o ERP da fornecedora alemã SAP, atualmente com a versão R/3 instalado em um computador central do TI. A escolha do SAP como solução de ERP deu-se pelo fato das duas empresas clientes participantes da *joint venture* já trabalharem com esse tipo software. De sorte que não houve a formação de uma equipe especializada para realizar um projeto de seleção de um software de ERP que fosse mais adequado às necessidades da empresa, nem a seleção dos módulos desse software. Todo o processo de implantação foi realizado pelo próprio fornecedor e de forma completa, instalando todos os módulos básicos do SAP.

Por meio do software SAP os módulos de controle de materiais, produção e custos passaram a apoiar as atividades do PCP, com algumas adaptações (*customized*) sendo realizadas pela equipe de TI, principalmente na parte de finanças e na confecção dos relatórios. Para essas atividades de personalização, formaram-se equipes com o envolvimento de colaboradores da área de controle de materiais, movimentação de materiais e PCP, sob liderança do TI e em conjunto com a equipe técnica do fornecedor.

Além dessas adaptações do SAP, o setor de TI da empresa também vem acompanhando as atualizações de software com a última ocorrida em 2004, de forma integral, o que resulta na presença de apenas uma versão de software ERP na empresa. Contudo, essas atualizações são mais caracterizadas por uma iniciativa dos clientes e do fornecedor do que propriamente uma necessidade do TI da empresa, mas são importantes para a empresa continuar recebendo apoio técnico do fornecedor.

O apoio do TI ao PCP está no âmbito do módulo de Planejamento da Produção com as funções de plano mestre e MRP. A inserção dos parâmetros do plano mestre e do MRP no ERP é de responsabilidade do departamento de TI, no qual a equipe foi treinada na operação detalhada do SAP, sendo conhecidos como *business analyst*. Há um *business analyst* para cada módulo do SAP a fim de dar apoio técnico e treinamentos para todos os departamentos envolvidos. Caso as modificações não sejam possíveis por parte do *business analyst*, a consultoria externa é chamada.

Um dos grandes benefícios trazidos pelo ERP SAP está no armazenamento do plano de produção anual, em que esses pedidos dos clientes chegam eletronicamente e ficam

disponibilizados para toda a empresa. A elaboração do plano mestre de produção e as análises dos estoques também se configuram em benefícios dessa ferramenta no dia a dia do PCP, possibilitando ‘enxergar’ o horizonte de planejamento, conforme mencionado pelo coordenador de PCP na entrevista realizada.

Os dados industriais do chão de fábrica também são armazenados no ERP, com as transferências eletrônicas acontecendo de duas formas: o registro em tempo real de cada motor produzido por meio de código de barras, e registro três vezes ao dia de componentes da usinagem para evitar os excessos de transações, já que o volume de produção nas células é alto.

Como política de software, a empresa pretende continuar com o SAP e manter suas atualizações, mas há um projeto com o objetivo de “enxugá-lo”, reduzindo o número de módulos e licenças, isso porque a empresa já percebe que o SAP é uma ferramenta de grande poder computacional, mas que algumas soluções mais simples já foram encontradas e que substituem toda a complexidade desse ERP.

b) Sistema para o Plano Mestre de Produção

Conforme colocado, a empresa utiliza o ERP SAP como ferramenta computacional de apoio para o desenvolvimento do plano mestre de produção. Em contrapartida, o PCP convive com algumas complexidades impostas pela ferramenta, conforme relatado pelo analista de controle da produção:

a inflexibilidade da ferramenta em obter relatórios não standard, ou seja, em 90% das vezes em que precisamos de alguma coisa, temos que chamar consultores externos para desenvolver os relatórios e isso custa muito para a empresa”, a falta de autonomia para realizar as modificações necessárias, excesso de informações, informações desnecessárias e falta de objetividade. Muitos relatórios standard trazem informações desnecessárias que deixam o relatório pesado.

Para superar algumas dessas dificuldades relativas ao SAP, o PCP utiliza paralelamente uma planilha eletrônica para apoiar suas atividades em todas as semanas. Na fala do analista:

sempre tivemos necessidade de planilhas eletrônicas para completar as atividades de planejamento e programação da produção. A principal limitação sofrida pela nossa área é o fato do SAP não ser atualizado on line para todas as funções que nos afetam, como a baixa de estoques, apontamentos de semi-acabados e usinados. Sabemos que há recursos no SAP, porém por motivos de desempenho do sistema, temos que conviver com isso.

De sorte que, uma planilha eletrônica é utilizada como recurso computacional auxiliar para superar essas limitações ou dificuldades de uso da ferramenta SAP.

c) Sistema para a programação e controle da produção

O PCP utiliza a planilha eletrônica para desenvolver a programação do *mix* de produção para cada semana. A programação ocorre apenas para os produtos finais, de forma que a planilha se torna um recurso simples, fácil de usar e barato. Essa planilha não está integrada ao ERP. É um recurso que é executado nos computadores do PCP, com as atualizações dos dados da planilha no ERP realizadas de forma manual, sob responsabilidade do analista de produção.

d) A estrutura organizacional da empresa

Um organograma simplificado da empresa A é ilustrado na figura A-1. A empresa possui duas diretorias: técnica e comercial, vinculadas à direção geral. O PCP está sob responsabilidade da gerência de *Material Supply*, que por sua vez está ligado à diretoria técnica. O setor de PCP é constituído por sete pessoas, sendo um gerente que envolve toda a parte de logística, um coordenador de PCP, um analista de produção e quatro analistas de controle de materiais. A formação predominante está na área de engenharia de produção e que são treinados nas mais diversas áreas, incluindo os princípios do *Lean*.

A empresa possui um departamento de TI, formado na maior parte pelo *business analysts* e que está vinculado à diretoria comercial, respondendo pela atualização e manutenção do ERP, entre outras funções ligadas aos sistemas computacionais da empresa. A empresa possui também uma equipe de soluções de negócios voltados para o *Lean* e que está vinculado à gerência de Manufatura. Essa equipe é multidisciplinar, responsável por montar ciclos de *Kaizens* e realizar treinamentos voltados para a cultura do *Lean*.

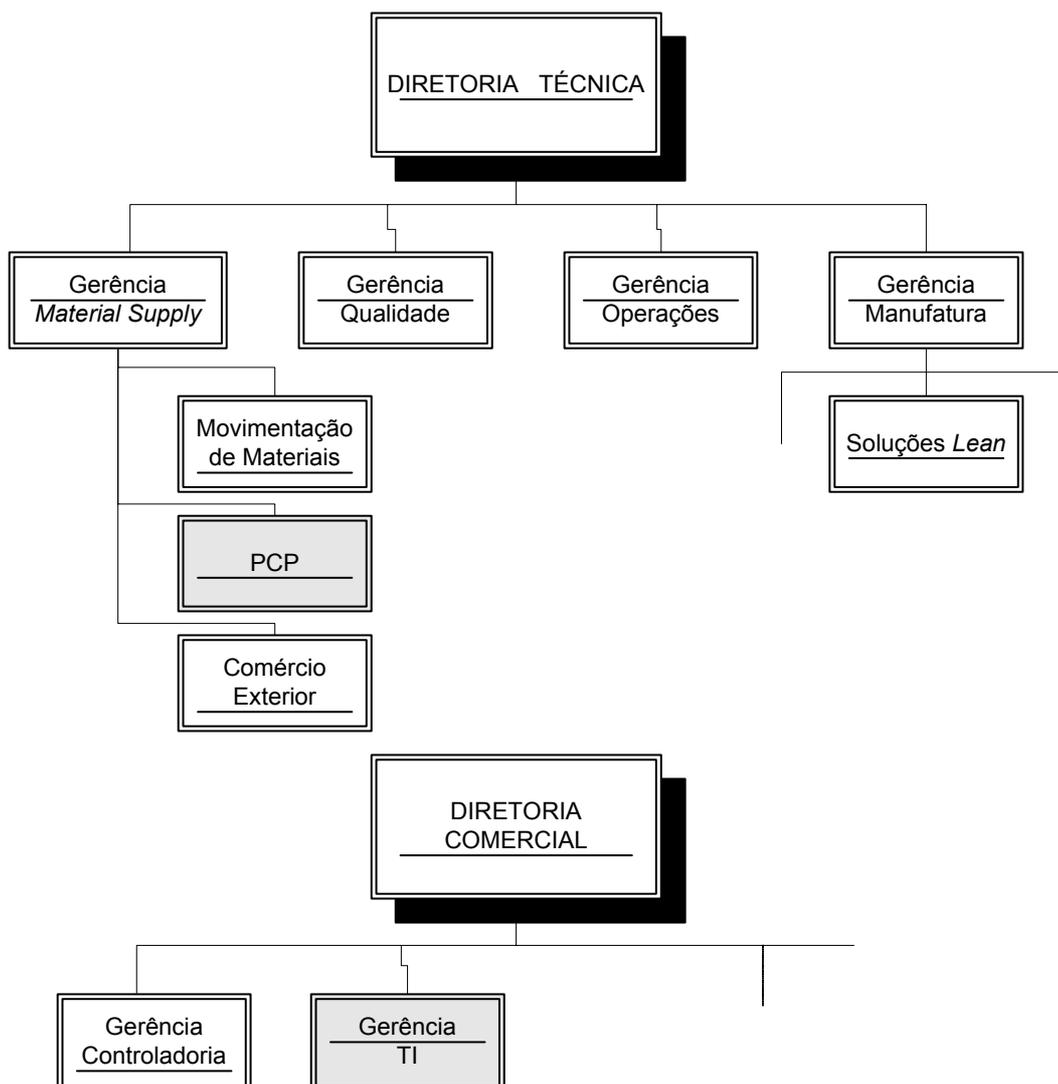


Figura A-1 – Organograma simplificado da empresa A.

Fonte: dados da pesquisa (2007).

Processo do PCP

Com relação ao processo do PCP da empresa A, pode-se resumir da seguinte forma: ao final de cada ano, a empresa A recebe todos os pedidos das duas montadoras clientes, contando com os pedidos firmes para ano seguinte e mais uma previsão para os próximos quatro anos seguintes. Participam dessa reunião todas as diretorias e gerências. Com os contratos firmados, a empresa A realiza a elaboração do plano de produção anual.

a) O Plano Mestre de Produção

O plano mestre de produção da empresa é preparado mensalmente incluindo os três diferentes modelos de motores como forma de atender aos pedidos dos clientes, contemplando um horizonte de planejamento de seis meses e com atualização e execução em todas às semanas. Contudo, mesmo com a demanda tratada e armazenada no SAP, a empresa A utiliza uma planilha eletrônica para editar a programação da produção para cada semana, a fim de realizar a expedição diária, turno por turno. Essa planilha contém as necessidades líquidas de produção de cada modelo. O planejamento é distribuído de maneira a formar um volume fixo de produção de 800 motores/dia, variando apenas o *mix* de produção diário. Basicamente, é o desdobramento da BOM em um único nível.

O procedimento de atualização do plano mestre é o seguinte: no início de cada semana o analista de controle da produção faz um levantamento da produção da semana anterior em termos de volume de produção atingido e níveis de estoques, verificando os dados junto ao SAP, junto aos estoques no chão de fábrica e aos dados atualizados da planilha eletrônica. Com a verificação do que foi produzido e do que se tem em estoque, mais os dados de demanda e os pedidos firmados junto aos fornecedores, o analista elabora a nova planilha para a semana seguinte, considerando sempre um volume nivelado de 800 motores/dia, variando apenas o *mix* de produtos de acordo com os pedidos, conforme já mencionado. Depois de consensada pela gerência, PCP, produção e vendas, os dados da planilha são inseridos no SAP, com a semana seguinte sendo firmada. Na seqüência o plano mestre é executado no SAP com o objetivo de avaliar todas as semanas dentro do horizonte de planejamento, mas sem alterar as ordens firmadas da primeira semana. Isso porque o PCP irá utilizar essa planilha como ferramenta computacional de apoio a toda as suas atividades de programação da produção.

b) A programação da produção

Com o *mix* de produção definido para a semana seguinte, o PCP tem sua semana de programação definida. Uma cópia é distribuída para os líderes (supervisores), para que a produção possa conhecer seu plano de produção de antemão. Com finalidade de acompanhar a dinâmica do chão de fábrica, essa planilha é consensada diariamente pela equipe de PCP, produção e vendas e suas respectivas gerências, com duas reuniões diárias: no início da manhã e no final da tarde.

Para comunicar o plano de produção para a montagem após reunião de consenso, o plano é colocado em um sistema eletrônico que especifica a seqüência de produção nivelada. Como a equipe da linha da montagem participa da reunião de consenso antes de iniciar a produção, os *pallets* são colocados na seqüência de acordo com o *mix* definido, puxando as peças necessárias para cada motor. A empresa chama de *pallet* a estrutura que segue com o motor desde o início da linha de montagem até o final onde sai o motor pronto. Como a equipe do setor de usinagem também participa da reunião de consenso e conhece com antecedência o que será produzido, definem seu *mix* de produção de acordo com essa previsão e fazem reposição de estoques na medida em que os mesmos descem abaixo de um nível pré-determinado. Ressalta-se que todos os centros de usinagem possuem estoques de segurança inferiores a um turno de produção, de forma a absorver mudanças repentinas de *mix* e problemas internos da própria produção. Sendo assim, pode-se dizer que a puxada de material por parte da montagem se dá por meio do *mix* previsto, com a equipe da usinagem de olho em seus estoques finais, na tentativa de sempre mantê-los no valor ideal (definido com a diretoria e reduzido de tempos em tempos, conforme os principais problemas vão sendo resolvidos). De acordo com o coordenador *“estamos longe ainda do sistema puxado ideal. Porém, a definição de uma meta para estoque e a reposição deste de acordo com o consumo da montagem, trouxe melhorias para o nosso processo”*.

Por sua vez, as peças vindas dos depósitos e entregues nas três células de fabricação são feitas via sistema *Kanban*. A equipe de logística faz a rota recolhendo todos os cartões de produção e trazem os materiais dos estoques enchendo as caixas que alimentam as células. Como nessas células o estoque em processo é pequeno, duas horas em média, o PCP costuma olhar para o que se tem em depósito a fim de se fazer novos pedidos. Dessa forma, percebem-se práticas puramente visuais no controle de operações do chão de fábrica.

Mesmo com o PCP programando a produção em volumes por turno, não há uma medição tradicional de peças por hora. O que a produção faz é converter a medida em tempo necessário para produzir um item de forma a relacionar com os conteúdos de trabalho de cada colaborador. É a forma que a empresa trabalha para identificar problemas no chão de fábrica e alinhar a produção à demanda. A figura A-2 resume as atividades de PCP da empresa A.

Procura-se manter a semana ‘congelada’, mas requisições de alterações por parte da produção são sempre atendidas como troca de ordens, adiantamento da produção antes

de um período de manutenção programado, entre outras razões, cabendo ao PCP atualizar tanto a planilha eletrônica no mesmo momento em que é requisitada a alteração, quanto o ERP. Por conseguinte, o PCP, em sintonia com o chão de fábrica, sempre tem atendido essas requisições sem afetar diretamente as vendas e a parte de compras. A única métrica utilizada pelo PCP é o atendimento aos clientes, sempre dentro do prazo requisitado, estando esse índice em 100%, conforme o coordenador de PCP.

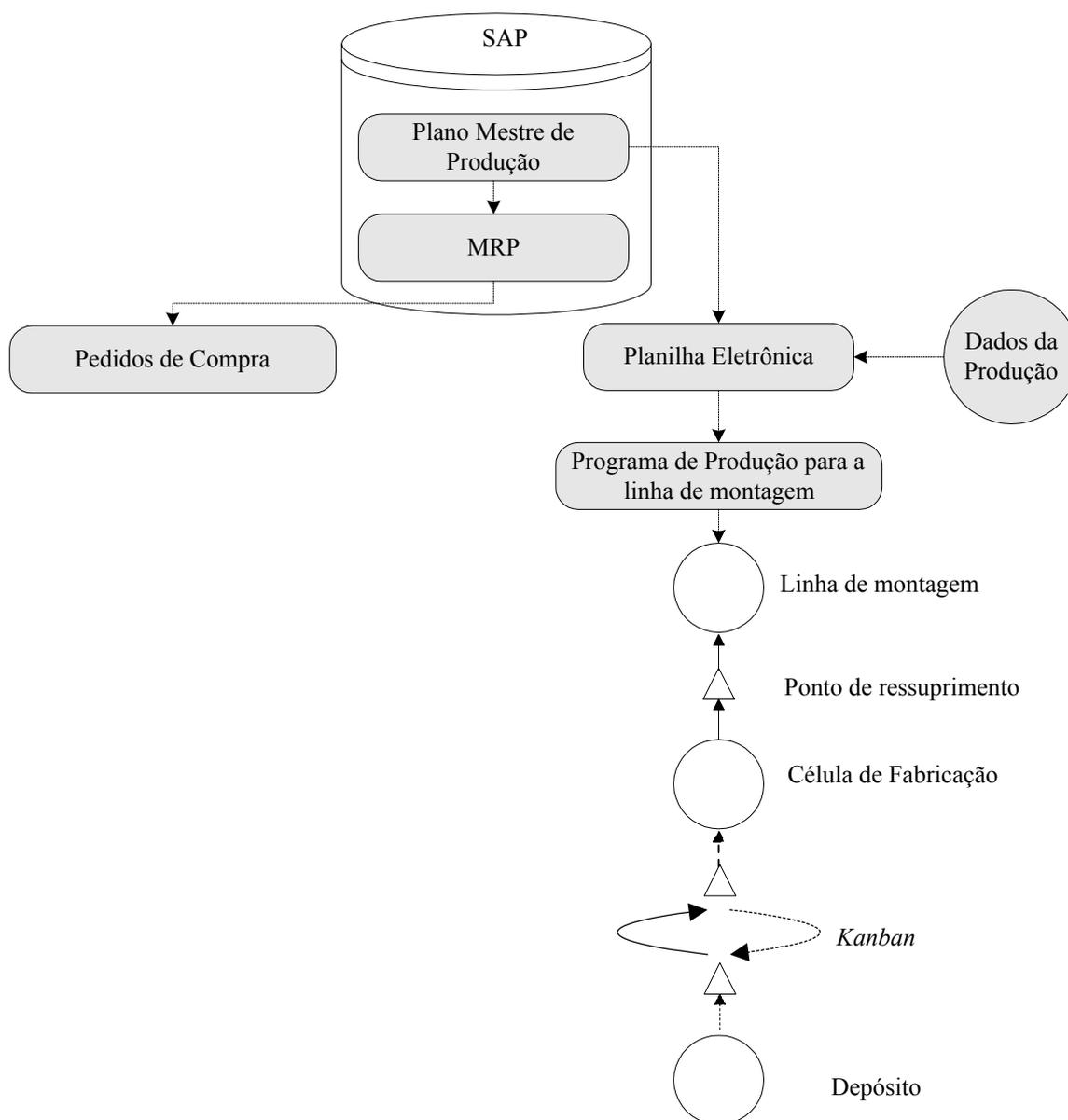


Figura A-2 – Planejamento e Programação da Produção na empresa A.

Fonte: do autor (2007).

No que diz respeito à parte de processamento junto ao MRP/ERP, está mais voltada para atualizar a base de dados e realizar uma previsão dentro dos seis meses considerados. O MRP é executado semanalmente atualizando os dados de todos os componentes e peças e determinando a programação de entrega dos fornecedores. Os tamanhos dos lotes de compra são definidos pela equipe de PCP e produção, geralmente envolvendo regras empíricas, considerando os tempos de *setup*, estoques requeridos, entre outros fatores. Todavia, a empresa já utiliza também *Heijunkas* para programar o abastecimento de peças vindas dos fornecedores, eliminando em algumas situações as ordens vindas do MRP.

Conforme já observado, para programar a produção diariamente, ou quando necessário realizar a reprogramação, o uso da planilha e comunicação informal constituem os elementos mais importantes para fazer toda a programação da produção e o controle de materiais trabalharem de forma eficiente. De sorte que, a empresa não opera ordens de produção, não há a figura dos “apressadores” de chão de fábrica, mantém estoques pequenos, e dá prioridade à comunicação informal no chão de fábrica para resolver os problemas do dia a dia da produção, conforme dados evidenciados na entrevista.

Essa cultura do PCP é fruto treinamentos realizados em práticas do *Lean* e com a participação da equipe de PCP em ciclos de *Kaizens*. Durante a própria entrevista com o coordenador e analista de produção percebeu-se inúmeros comentários como “*nossa programação é em função do tempo takt*” ou “*as práticas TPS estão enraizadas no PCP*” e ainda “*o PCP conversa todos os momentos com o pessoal da produção*”. São frases que mostram a sintonia do PCP com o chão de fábrica, por meio dos treinamentos recebidos pela equipe, a exemplo do treinamento que o pesquisador participou na empresa em questão.

Todavia, essa estabilidade operacional da empresa, segundo as observações do coordenador de PCP, tende a sofrer alguns impactos com base na entrada da empresa em novos mercados a partir de 2007, principalmente no mercado chinês. Isso significará um avanço estratégico para a empresa que passará a atender não apenas as duas montadoras colocadas, mas outros clientes também. O primeiro impacto profundo, segundo o coordenador, será a utilização da previsão de vendas como componente do plano mestre de produção. O segundo impacto estará no próprio controle da capacidade produtiva, até então atendendo todos os pedidos que chegam.

Pontos Relevantes do Caso Estudado:

- a empresa vem seguindo os princípios do *Lean* desde o início das suas operações no Brasil em 1999;
- a empresa utiliza o ERP para processar os pedidos vindos dos clientes e para editar o plano mestre de produção. Contudo, a empresa utiliza uma planilha eletrônica para firmar a produção para a primeira semana do horizonte de planejamento;
- a planilha contempla apenas os volumes de produção diário com a regra toda peça toda hora;
- o PCP não opera ordens de produção. A programação é realizada apenas para os produtos finais, com as células de fabricação alimentando a linha de montagem utilizando a técnica de ponto de ressuprimento e sendo abastecidas pelo depósito por meio de *Kanbans*;
- o módulo de MRP é utilizado para manter os registros de estoques atualizados e gerar pedidos de compra para os fornecedores, não sendo utilizado para a geração de ordens de produção para o chão de fábrica;
- a produção é nivelada utilizando a planilha eletrônica e sincronizada de acordo com o tempo *takt*;
- a empresa mantém um volume de produção diário fixo e abaixo de sua capacidade real de produção;
- a gestão de controle visual é uma prática bem sucedida na empresa com utilização de *Andons* e *Kanbans*.
- a empresa utiliza mais a comunicação informal entre as pessoas para resolver os problemas do dia a dia da produção do que os sistemas formais;
- A empresa não emprega *Heijunka* para nivelar a produção, sendo essa técnica realizada apenas por meio da planilha eletrônica. Ademais, atividades de chão de fábrica como manutenção e treinamentos são agendadas pelos operadores de chão de fábrica e gerência em virtude dos dados programados nessa planilha do PCP. Todavia, a empresa já opera nivelamento por *Heijunkas* para abastecimento de alguns tipos de peças com base na programação para os fornecedores;

- os ciclos de *kaizens* estão voltados também para os fornecedores, com o objetivo de promover melhorias em toda a cadeia de fornecimentos;
- frase de destaque nas entrevistas: “*as práticas do Lean estão enraizadas no PCP*”, colocada pelo coordenador de PCP quando interrogado sobre como o PCP se envolve com as práticas do *Lean*.

APÊNDICE B

Empresa B – Fabricante de Autopeças

Data das visitas:

- 30 de Março de 2006: entrevista com o diretor da fábrica e com o gerente de logística
- 08 de Novembro de 2006: visita ao chão de fábrica da empresa
- 11 de Abril de 2007: entrevista com o supervisor de logística.

Entrevistados:

- diretor da empresa (22 anos na empresa);
- gerente de TI (10 anos na empresa);
- engenheiro de produção (8 anos na empresa);
- supervisor de logística (16 anos na empresa).

Etapas da pesquisa de campo:

- primeira entrevista envolvendo direção e gerente de TI: (2 horas e 30 minutos);
- visita técnica ao processo produtivo: (3 horas);
- segunda entrevista com o supervisor de logística: (1 hora e 40 minutos).

Duração da pesquisa em campo: 7 horas e 10 minutos.

Instrumentos utilizados: protocolo de pesquisa, bloco de notas, caneta e gravador.

Local: nas instalações da empresa.

Motivo de seleção da empresa como estudo de caso: empresa apresenta as práticas do *Lean* bem definidas desde sua fundação no Brasil.

Pontos Gerais Característicos

A empresa B surgiu em decorrência de um desmembramento da montadora Toyota no Japão. No Brasil, a empresa se instalou em 1980 no estado do Paraná, possuindo como principais clientes as montadoras Volkswagen, Toyota, Fiat, Ford e Honda. O quadro a seguir mostra os aspectos gerais da empresa.

Aspecto	Descrição
Área de atuação	Autopeças.
Área construída	60 mil m ² .
Número total de funcionários	Cerca de 1.400 funcionários,
Número de funcionários atuantes no PCP	8
Leiaute	Organização por células de manufatura organizadas em linha, focalizadas por famílias de produtos. No total, são 8 células em linhas.
Número de modelos	15
Componentes e peças	Mais de 5 mil itens entre comprados e produzidos.
Volume de produção	Cerca de 34 milhões de componentes/ano

Quadro B-1 – Aspectos Gerais da Empresa B.

Fonte: dados da pesquisa (2007).

Maior fornecedora mundial da *Toyota Motor Company*, a empresa é pioneira no conceito de TPM. No Brasil, desde sua instalação, a empresa trouxe a mesma cultura de sua matriz e adotou as práticas TPS/*Lean*, disseminando entre todos os seus colaboradores por meio de treinamentos contínuos.

Para manter e aprimorar essa cultura voltada para melhorias contínuas, a empresa possui um grupo conhecido como *Total Industrial Engineering* (TIE), responsável por liderar trabalhos e aperfeiçoar as práticas TPS no chão de fábrica. Nesse sentido, a equipe de PCP tem se envolvido com o TIE e tem participado diretamente desses ciclos de *Kaizens*, com resultados práticos revelados principalmente na diminuição de *lead time* e estoques de segurança.

Com relação ao ambiente de produção, a empresa possui oito células de manufatura organizadas em linhas. Por toda a área de fabricação observaram-se as práticas de controle visual por meio de *Andons* para a sinalização de problemas, *Kanbans* e *Heijunkas*. No final de cada célula há *Heijunkas* para nivelar a produção de cada modelo, com todas as operações no chão de fábrica puxadas por *Kanban*. Informações adicionais são mostradas por meio de painéis afixados espalhados pela fábrica, indicando os problemas acontecidos em cada turno, como esses problemas foram resolvidos, dados do volume produzido e refugos, índices de qualidade, avaliação de 5S, entre outros dados informativos.

Um ponto marcante na pesquisa de campo foi a linguagem usual dos entrevistados dentro das práticas TPS. Uma das palavras mais citadas foi *Kaizen*. Há *Kaizens* no chão de fábrica, nos projetos de produtos, com os fornecedores, entre outros. Outra palavra em destaque utilizada foi *gemba*, ou seja, a atitude de ir ao chão de fábrica e ver os problemas acontecendo. De acordo com o gerente de logística, “*isso é uma prática do dia a dia do PCP da empresa*”.

A Estrutura e Infra-Estrutura do PCP.

a) Sistema computacional de apoio

Com relação ao sistema computacional, o TI da empresa B adotou um ERP comercial brasileiro até meados de 1997, o ERP da DATASUL para a comunicação e integração dos seus dados industriais. A partir de 1998, a empresa optou pela instalação de um software específico para o PCP já adotado pela matriz no Japão, conhecido como CIGMA (um sistema do tipo MRP). Todavia, diferentemente da matriz, um conjunto de modificações foi realizado no software no sentido de adaptá-lo à realidade brasileira. Essas modificações foram realizadas pela própria empresa no Brasil por meio do seu departamento de TI. Já as modificações do ERP ficam mais a cargo da consultoria.

Relativo ao CIGMA, como é um software específico para a manufatura, a empresa decidiu manter o ERP para comunicar seus dados industriais, atualizando a versão liberada pelo provedor de software (versão conhecida como EMS) e realizando também modificações no pacote. Dessa forma, um desafio encontrado pelo TI da empresa foi a comunicação entre os dois sistemas para a integração das informações, como fora relatado pelo gerente de logística, “*a maior dificuldade da adaptação foi essa conexão do ERP com o software de apoio ao PCP*”. Essa dificuldade se deu em razão do ERP

ser instalado em módulos e entre eles o módulo voltado para as operações de manufatura. Como a empresa utiliza um software específico para suas atividades de PCP, houve a necessidade realizar o que a equipe de TI chama de espelhamento dos dados entre esses dois sistemas. O benefício maior é a integração das informações de todos os departamentos, disponibilizadas em uma mesma base de dados, facilitando a comunicação dos dados industriais. De sorte que, atualmente, a equipe de TI é responsável pelo ERP e pelas personalizações desse sistema, além das atualizações de versão do software CIGMA.

A política de software da empresa é continuar com o CIGMA e com o EMS. De acordo com o supervisor de logística *“a empresa pretende continuar com o conceito CIGMA, mantendo atualização das versões e realizando as adaptações, já que o software atende as necessidades básicas da empresa”*. Embora a não restrição de capacidade por parte do software CIGMA seja tida como uma limitação para o PCP, a empresa opta por outras melhorias relativas às atividades de PCP, não tendo como plano futuro a substituição por um software de capacidade finita.

b) Sistema para o Plano Mestre de Produção

Para desenvolver o plano mestre, o PCP utiliza o software CIGMA como apoio computacional, específico para as atividades de planejamento, programação e controle da produção. No entanto, para comunicar os dados de PCP para os demais setores da empresa, a equipe de TI trabalhou no sentido de integrar todos os sistemas computacionais de gestão, ligando os dados do CIGMA ao ERP da empresa, conforme já citado.

c) Sistema para a programação e controle da produção

O PCP também utiliza o software CIGMA para a programação da produção, com funções específicas para o nivelamento da produção e impressão de *Kanbans*.

A escolha pelo CIGMA como software de apoio ao PCP trouxe uma série de vantagens para a empresa como: a utilização da mesma ferramenta computacional selecionada pela matriz; possibilidade de ser executado em um computador mais simples se comparado com a capacidade computacional requisitada pela maioria dos sistemas ERP; presença de uma equipe treinada de TI para lidar com alterações; além de robustez, simplicidade e agilidade de execução.

Para o supervisor de logística, o CIGMA atende as funcionalidades básicas para a área de manufatura da empresa. No entanto, ressaltou que uma das maiores dificuldades em lidar com o software está na consideração de capacidade infinita. Sempre que o plano de produção ultrapassa a capacidade diária da fábrica o operador de PCP precisa alterar a programação, ajustando novas datas de entrega. Para a empresa, essa é uma atividade usual, tanto que há um especialista para fazer esses ajustes após a execução do CIGMA.

d) *A estrutura organizacional da empresa*

De um ponto de vista organizacional, como pode ser observado por meio da figura B-1, a empresa B possui um setor de PCP que faz parte do grupo de logística, e que juntamente com compras está sob responsabilidade da diretoria comercial.

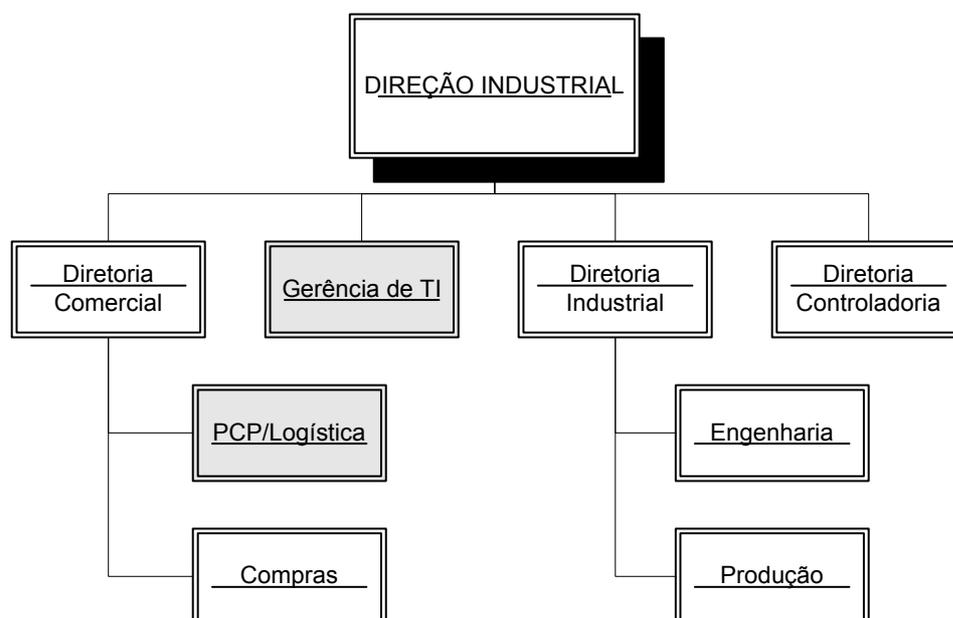


Figura B-1 – Organograma simplificado da empresa B.

Fonte: dados da pesquisa (2007).

O setor de PCP conta com um grupo de oito pessoas, com uma formação e experiência predominante na área de produção e com a coordenação geral do supervisor de logística. Esse grupo recebe treinamentos não somente na área de produção, mas também nas áreas de compras, vendas e nos princípios de TPS. Para esses treinamentos contínuos, pessoas do PCP são selecionadas para participar de *workshops* em conjunto com o departamento de

compras e vendas, para participar do TIE em encontros mensais e trabalhar diretamente com os fornecedores. Segundo o supervisor:

o PCP está no chão de fábrica e atua em conjunto com o grupo TIE. O pessoal de PCP também se envolve em trabalhos de redução de setup, com melhorias na diminuição do lote de produção. O resultado disso na prática é a possibilidade de executar o CIGMA mais vezes e manter um plano próximo da realidade e com os dados sempre atualizados [...]. Todos os dias o PCP está no chão de fábrica. Temos que estar cheirando as peças.

A empresa possui também uma estrutura de TI ligada à direção industrial e que se responsabiliza por todos os sistemas computacionais, incluindo o ERP e o software CIGMA. Já o grupo TIE, responsável pelo *Lean* está vinculado à área de engenharia e produção, sendo, portanto, respaldado pela diretoria industrial.

Processo do PCP

Com relação ao processo do PCP propriamente dito, a empresa B começa o planejamento com a elaboração de um plano estratégico no final de cada ano e com um horizonte para os próximos cinco anos. Nesse plano, são tomadas decisões de volume de produção por modelos, capacidade produtiva, melhoria da produção, além de eliminação e/ou introdução de novos modelos, servindo como base para a projeção de orçamento da empresa e definição de recursos dentro do período de planejamento considerado.

A reunião que discute esse plano estratégico envolve, além da diretoria, as gerências de marketing, vendas, logística, PCP e produção. Para isso, a empresa toma como base os pedidos enviados pelas montadoras clientes, constando o volume de produção anual. É com base nessa demanda, que a diretoria da empresa faz uma projeção de produção para o ano seguinte e uma projeção de vendas para os anos restantes dentro do horizonte de planejamento macro.

Com o consenso da demanda para o ano seguinte, o plano de vendas e operações é inserido no ERP da empresa que, pelo espelhamento, é copiado para o CIGMA, planejando o ano seguinte. Esse plano é nivelado por meio dos algoritmos computacionais e reavaliado mensalmente por meio da Reunião de Definição do Plano Mensal (RDPM) que consolida o plano mestre, envolvendo a mesma equipe que consolidou o plano anual de produção.

a) O Plano Mestre de Produção

De acordo com os procedimentos atuais da empresa, a RDPM que consolida o plano mestre de produção acontece sempre na terceira semana de cada mês com um horizonte de planejamento de sete meses. Esse plano mestre tem como dado principal de entrada os dados da produção anual estabelecidos no plano estratégico. No entanto, devido às mudanças de pedidos e outras situações de chão de fábrica, o plano mestre é atualizado todos os dias e executado a cada semana, dando a RDPM o papel mais importante de acompanhamento do plano.

Também mensalmente, a empresa avalia as metas de estoques de segurança para cada cliente a fim de equilibrar a produção e manter linear o funcionamento das células. Especificamente para uma montadora genuinamente *Lean*, o estoque de segurança é mantido mais por questão de atrasos de transporte do que propriamente uma alteração de pedido da montadora. Conforme comentado pelo engenheiro de produção durante a visita técnica, “*entre todas as demandas que chegam à empresa, as da montadora [se referindo à montadora genuinamente Lean são fixadas anualmente, apresentando certa constância nos pedidos realizados]*”. Para esse caso os estoques em processo não passam de quatro horas, podendo chegar a duas horas para determinados componentes. Além disso, os estoques de produtos finais não passam de um dia e meio.

Já para as outras montadoras clientes, essa realidade é um pouco diferente, com a empresa tendo que se ajustar às alterações de pedidos quase que diariamente, conforme o supervisor de logística. De sorte que, conforme o engenheiro de produção, a empresa mantém um estoque maior para determinados tipos de produtos. Assim, o estoque em processo pode atingir um turno ou um dia de produção e para produtos finais, o estoque médio pode variar de três a quatro dias a fim de atender esses clientes com retiradas mais sazonais.

b) A Programação da Produção

Preparado o plano mestre, passa-se para a fase da programação dos componentes e matérias-primas. Para essa atividade, a empresa adota o seguinte procedimento em cada semana:

- no primeiro dia da semana, as demandas dos clientes são analisadas para a semana seguinte, colocando os pedidos firmes, os cancelamentos, com ajustes da demanda em razão das necessidades. Após a demanda ser analisada, os dados são inseridos/atualizados no CIGMA, e por consequência no ERP (EMS);

- no segundo dia, os números levantados (demanda) são transformados em um plano de produção, com análise, sobretudo, de estoques em processo e estoque de segurança. Executa-se o CIGMA para gerar um plano mestre nivelado de produção em quantidade e *mix*. Segundo o supervisor de logística, mais da metade do tempo aqui é para encaixar a produção necessária à capacidade produtiva. Com isso, o PCP faz os últimos ajustes para balancear a produção;
- no terceiro dia, como o CIGMA já mantém os cadastros dos produtos (BOM) e todos os parâmetros necessários, executa-se o software ('explosão' da BOM) com base no plano mestre ajustado no dia anterior com o objetivo de gerar as necessidades de matérias-primas de produtos importados, dentro de um horizonte de planejamento de sete meses;
- no quarto dia, executa-se novamente o CIGMA para gerar as necessidades de matérias-primas de fornecedores nacionais;
- por fim, no último dia da semana, há a liberação de ordens de compra para todos os fornecedores.

A explicação de executar o CIGMA duas vezes por semana, uma para gerar pedidos para importados e outra para gerar pedidos para fornecedores nacionais é que se ocorrer uma variação de demanda entre esses dois dias a empresa ainda consegue programar a produção de forma mais próxima possível das necessidades reais. Com isso, a semana seguinte fica programada e o ciclo se repete, sempre atualizando os dados até a próxima RDPM na terceira semana de cada mês.

O cronograma de produção que é gerado pelo CIGMA é impresso diariamente na forma de *Kanbans* e enviado para o final de cada célula, um dia antes de executar o plano na produção. Esses *Kanbans* são nivelados nos *Heijunkas* no final de cada célula programando toda peça todo o dia. O conceito de ordens de produção não é utilizado entre os colaboradores da empresa, tanto no chão de fábrica quanto no PCP. O termo apareceu em uma única vez na entrevista com o supervisor de logística ao explicar que o termo não é utilizado e nem sequer conhecido. O motivo da não utilização desse conceito é que a empresa utiliza *Kanbans* para todo o controle de chão de fábrica, envolvendo todos os componentes produzidos.

Muito embora esse conceito de ordens de produção não seja comumente utilizado entre os colaboradores, elas são geradas internamente pelo software de apoio, pois após a confirmação do que foi produzido no dia por meio de relatórios impressos, essas

informações são inseridas no software CIGMA que executa a baixa automática dos registros de estoques por meio da técnica de *backflushing*. Essa atividade é realizada diariamente para manter os registros do CIGMA atualizados e, por sua vez, atualizar os dados do ERP da empresa. A figura B-2 mostra a organização das atividades de PCP da empresa B.

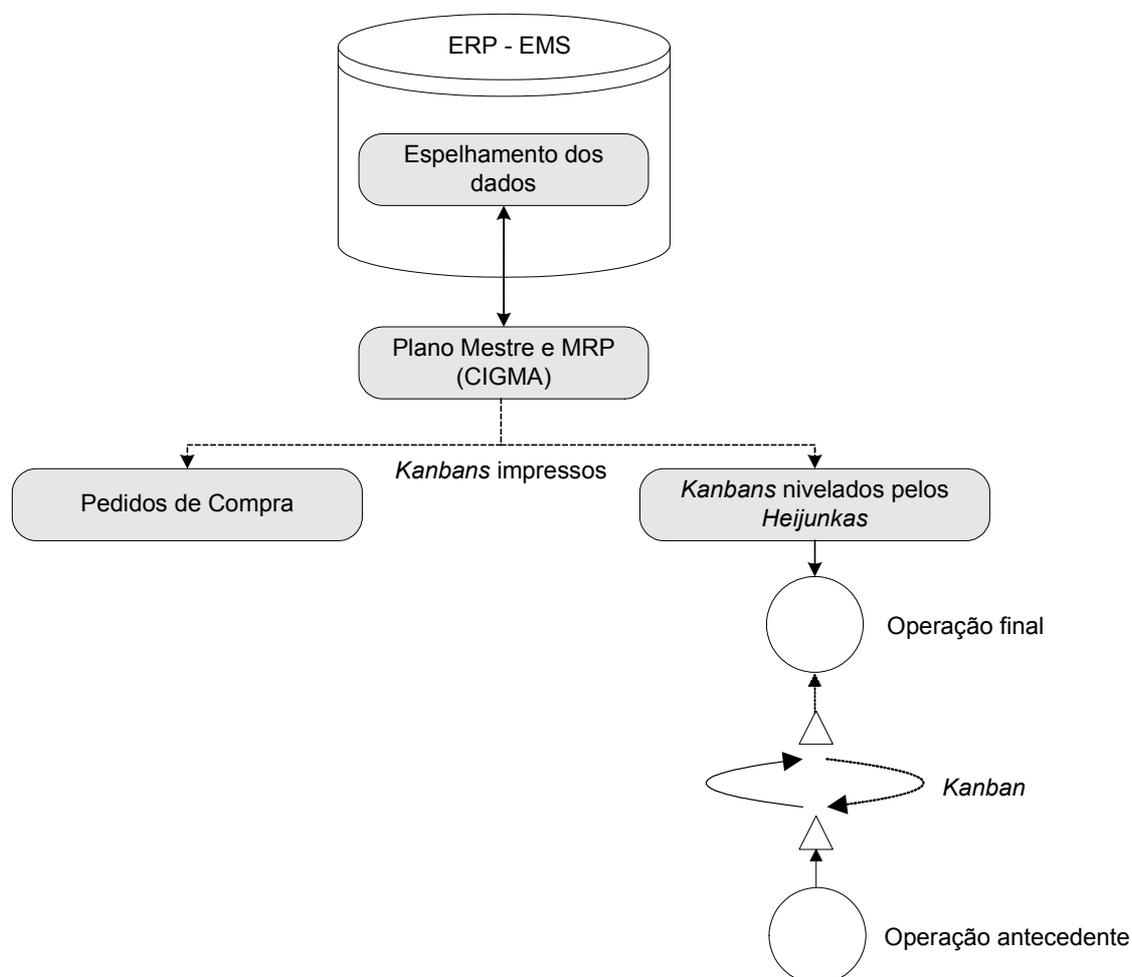


Figura B-2 – Planejamento e Programação da Produção na empresa B.

Fonte: do autor (2007).

Com a produção nivelada e puxada por *Kanban*, a empresa mantém tamanhos de lotes de produção para uma hora, duas horas, um turno ou um dia de produção, dependendo do modelo e do cliente atendido. Mesmo com o cálculo diário de *Kanbans*, cada operador já conhece a sua carga de trabalho prevista para cada mês em razão do que foi definido previamente pelo plano mestre. Já a coleta de dados é realizada de forma manual por

meio de relatórios impressos do que foi produzido no final de cada turno de produção, alimentando as aplicações ERP/CIGMA.

Para os lotes de compra, o tamanho mínimo é de um dia de produção e de um mês para componentes de baixo valor agregado, com toda a parte logística já negociada com o fornecedor (contrato em longo prazo). Se uma mudança de pedido acontecer durante um dia, as mudanças são realizadas na seqüência de programação dos *Kanbans*, com a inserção dessas alterações no CIGMA apenas no final do dia. Após, executa-se o software apenas para registro automático dos estoques, conforme destacado.

Com a busca de um trabalho padronizado, a empresa B nivela seu plano de produção com responsabilidade direta da equipe de PCP. A empresa produz diariamente todos os modelos para cada linha de produto (toda peça todo dia), apoiada pelo grupo TIE que realiza constantes *Kaizens* para diminuir os *setups* das máquinas. O nivelamento da produção é realizado em duas etapas: primeiramente por meio dos algoritmos do CIGMA. Porém, dada à condição de não restrição de capacidade por parte do software, alterações da programação por parte do PCP podem acontecer a fim de encaixar a produção de acordo com a capacidade produtiva. O segundo nivelamento é efetuado no quadro de *Kanbans* de produção (*Heijunka*), de forma visual, intercalando diferentes modelos a produzir e com observação das prioridades de produção. Essa segunda forma de nivelamento da produção acontece diariamente, dando mais dinamicidade e uniformidade ao chão de fábrica, conforme observou o supervisor de logística. Com base nos pedidos colocados nos *Heijunkas*, a produção é puxada conforme o intervalo de tempo estabelecido para cada célula.

Esse princípio de nivelamento é mais ajustável para alguns clientes. Para outros, dadas às incertezas dos pedidos, a empresa B procura proteger a produção com estoques maiores, a fim de manter a produção em níveis mais estáveis possíveis, conforme apontado. Conforme observa o engenheiro de produção da empresa, “*essa variação de demanda provocada pelas incertezas dos clientes se constitui a principal dificuldade da empresa nos dias atuais*”, resposta dada quando indagado sobre qual o principal problema do PCP atualmente. Essa mesma resposta foi dada pelo supervisor de logística e pelo gerente de TI, mostrando uma forte evidência do fato.

Para acompanhar o desempenho das atividades diárias, o PCP possui também diversos índices. O mais importante deles é o de atendimento ao cliente no prazo, quantidade e qualidade corretos. Em 2006 esse índice atingiu 99.9% de atendimento. O PCP também mede o desempenho dos fornecedores na entrega da matéria-prima por prazo, qualidade

e quantidade. Esse índice em 2006 foi de 93%. Para acompanhar a produção, é utilizado o índice de atendimento aos pedidos de produção em termos de modelo, quantidade e data, estando esse índice por volta de 93%.

Um dos principais esforços da empresa no sentido de melhorar suas atividades de produção e como consequência as atividades de PCP é relativo à tentativa de reduzir as flutuações das demandas vindas dos clientes para melhorar o nivelamento da produção. De acordo com o supervisor:

o trabalho que está sendo feito é um acordo com os clientes para estabelecer percentuais de variação para melhorar os níveis de estoques. A abordagem é mostrar os prejuízos que isso [variação] gera. Quanto menor a variação, menos recurso é utilizado para controlar, significando uma redução de custos comerciais.

Além do trabalho com os clientes, o PCP também trabalha com os fornecedores com o mesmo princípio de enxergar as vantagens do nivelamento da produção. Para esses fins, a empresa promove *workshops* de forma contínua, mostra o ritmo da sua produção e os benefícios atingidos para todos os envolvidos na cadeia de fornecimentos.

Pontos Relevantes do Caso Estudado:

- o plano mestre de produção é editado no software CIGMA (MRP) que espelha seus dados no ERP EMS, comunicando-os para toda a empresa;
- para programar a produção, o PCP utiliza o software CIGMA, executado duas vezes por semana para gerar os *Kanbans*, obedecendo critérios de nivelamento da produção;
- os *Kanbans* são impressos diariamente e são nivelados novamente em *Heijunkas* no final de cada célula;
- a produção é integralmente puxada por *Kanbans*;
- a empresa mantém uma programação diária por *mix* de modelos e em pequenos lotes com a regra cada peça cada dia;
- a produção é sincronizada de acordo com o tempo *takt* de cada célula;
- a equipe de PCP é treinada em práticas do *Lean* e se envolve com o chão de fábrica e em ciclos de *Kaizens* por meio do grupo TIE. Esse grupo se reúne, em média, uma vez

por mês para estabelecimento de novos *Kaizens* e acompanhamento dos que estão sendo executados;

- um dos principais *Kaizens* está sendo realizado junto aos clientes da empresa para nivelar a demanda em toda a cadeia;
- frase de destaque nas entrevistas: “[...] todos os dias o PCP está no chão de fábrica. Temos que estar cheirando as peças”. Essa frase foi dita pelo supervisor de logística no momento que se comentava sobre o controle da produção no chão de fábrica.

APÊNDICE C

Empresa C – Fabricante de Autopeças

Data da visita: 23 de Maio de 2006.

Entrevistados:

- coordenador de PCP (16 anos na empresa);
- gerente de Operações *Lean* corporativo (20 anos na empresa).

Etapas da pesquisa de campo:

- entrevista com o gerente de Operações *Lean* na parte da manhã (2 horas);
- visita técnica ao processo produtivo (1 hora);
- entrevista com o coordenador de PCP na parte da tarde (2 horas).

Duração da pesquisa de campo: 5 horas.

Instrumentos utilizados: protocolo de pesquisa, bloco de notas e caneta.

Local: nas instalações da empresa.

Motivo de seleção da empresa como estudo de caso: empresa com um histórico de práticas do *Lean* marcante.

Pontos Gerais Característicos

A empresa C atua no setor de autopeças e é uma das fornecedoras líderes na tecnologia para transmissão, chassis e motores para veículos. Com matriz nos EUA, a empresa possui unidades no Brasil, Argentina, Uruguai, Colômbia e Venezuela, totalizando mais de oito mil empregados somente na América do Sul. Há dezessete unidades no Brasil com cerca de 4.200 empregados. Entre essas unidades está a fábrica no estado do Rio Grande do Sul

fundada em 1947, com uma área construída atual de 52.700 m². Nessa fábrica há cinco negócios, entre eles o negócio voltado para sistemas de transmissão, em que os princípios do *Lean* estão mais desenvolvidos, sendo selecionada para a pesquisa. Por todo o texto a seguir essa unidade fabril será referenciada pelo nome empresa C. O quadro C-1 a seguir mostra os aspectos gerais da empresa.

Aspecto	Descrição
Áreas de atuação	Autopeças.
Área construída	17 mil m ² .
Número total de funcionários	Cerca de 600 funcionários
Número de funcionários atuantes no PCP	10
Leiaute	Organização por células de manufatura, focalizadas em famílias de peças. No total, são 40 células de fabricação.
Número de modelos	Não informado
Componentes e peças	Não informado
Volume de produção	Informação confidencial

Quadro C-1 – Aspectos Gerais da Empresa C.

Fonte: dados da pesquisa (2007).

Com relação ao ambiente de produção, a empresa C possui quarenta células de manufatura, produzindo peças diretamente para os clientes externos e outras sendo fornecedoras para células da mesma unidade. A movimentação de materiais entre as células e entre células e almoxarifado se dá por meio de transportadores guiados por operadores. Dentro das células, a movimentação se dá geralmente por esteiras, conectando os postos de trabalho. Há células organizadas em forma de U e em linha, sendo responsável por produzir determinados modelos.

No entanto, essa organização de leiaute por células veio apenas após o início das práticas do *Lean*. O gerente de operações *Lean* relatou que tudo começou no início da década de 1980 com as primeiras articulações e, posteriormente, com mais ênfase com um grupo de colaboradores treinado em TPS na Toyota do Japão em 1995. Nessa mesma década, iniciaram-se as atividades de TQM e o projeto 90, projeto com os objetivos de inventário zero e excelência em manufatura e *design*.

Entre os anos de 2000 e 2006 foram dados os primeiros passos reais na direção do *Lean Manufacturing*, com a prática seis sigmas, início das atividades de *Kaizens* em 2003, mesmo com características pontuais e ainda não bem estruturadas, vários treinamentos realizados, entre outros eventos.

Em 2004, aconteceu um evento importante do *Lean* que foi o desdobramento de estratégias em identificação e priorização de fluxo de valor para posterior melhoria dos processos da empresa por meio do mapeamento do fluxo de valor. Isso permitiu realizar ciclos de *Kaizens* de forma mais estruturada e não apenas pontuais, consubstanciando melhorias em todos os processos produtivos, entre eles, a reorganização do leiaute em células de manufatura, conforme apontado.

Nesse ponto, a reorganização do leiaute deixando de ser funcional para se transformar em leiaute celular, contribuiu fundamentalmente para a redução de emissão de papéis no chão de fábrica, conforme o gerente de operações *Lean*:

Todas as células de manufatura foram redesenhadas para receberem ordens até o estágio final de cada uma. Existe a idéia dos Kanbans para conectá-las, mas isto é um processo que está sendo compreendido agora e que está sendo implementado gradualmente.

Em 2005, com o uso sistemático e treinamentos, houve um maior entendimento do mapeamento do fluxo de valor, que se estabeleceu na cultura da empresa de tal modo que passou a ser entendido como elemento de melhoria. Houve também a preparação dos recursos humanos para o funcionamento de células semi-autônomas. Nessa linha, para criar novos desafios, a empresa criou um prêmio para os melhores *Kaizens* realizados, com os resultados mostrados em painéis espalhados pela empresa e com a identificação do grupo responsável por cada *Kaizen*.

Por fim, em 2006, a empresa elaborou o projeto de célula piloto para implantar as primeiras práticas do *Lean* por completo. A célula piloto apresenta seis máquinas com quatro colaboradores, produzindo oito famílias de peças e com a capacidade de produção de 2.200 peças diárias, sendo escolhida para implantar as técnicas do *Lean* pelo fato que sempre apresentava grandes problemas de atraso, excesso de estoque e falta de confiabilidade, e onde os resultados mais rápidos e de maior impacto poderiam ser alcançados para proporcionar motivação para o resto da empresa. Em relação à célula piloto, o gerente comentou:

Nosso foco neste projeto era o de atender uma demanda, primeiramente parecendo impossível. Produzíamos 1.156 peças por dia e precisávamos de 2.100. Foi por meio de 5 ações de melhorias:

1. *kaizen para redução de setup;*
2. *kaizen do novo leiaute;*
3. *redução de downtime da brochadeira;*
4. *andon;*
5. *sistema visual do setup.*

Resultados adicionais: alta motivação do grupo, melhoria da qualidade, redução do inventário em processo, estabelecimento de um ritmo de produção visível.

Percebeu-se, durante a visita em campo, com relação à célula piloto uma preocupação dos operadores com os seus próprios resultados, sempre observando o rendimento de toda a célula por meio do *Andon*. Na contribuição do gerente de operações *Lean*, “o *Andon* melhorou o comprometimento do pessoal”, e ainda “uma pessoa sem controle visual não sabe seu velocímetro”. Dessa forma, o plano é fazer que as práticas da célula piloto sejam, aos poucos, incluídas nas outras células da fábrica. Nesse caso específico da célula piloto, o PCP é um informante do volume de produção e do tempo *takt*, de acordo com a demanda estabelecida, sendo toda a produção puxada por *Kanban*.

Esse projeto piloto teve um tempo de instalação e treinamentos iniciais por um período de aproximadamente um ano e meio, atingindo a produção desejada. Nessa célula foi implantada a gestão visual e os princípios de nivelamento da produção. Para as demais células, na observação do gerente:

nem todas as células possuem práticas Lean. Esse é um projeto em andamento onde há um percentual de 10% da fábrica com essas características completas já implementadas [...]. Nos 90% restantes, algumas práticas Lean já estão instaladas e evoluindo, como treinamentos, setup rápido, TPM, entre outras.

A Estrutura e Infra-Estrutura do PCP

a) Sistema computacional de apoio

O sistema de informação industrial está representado pelo ERP desenvolvido por uma equipe interna de TI e servindo todas as empresas do grupo na América do Sul. Inicialmente, a empresa utilizava o sistema COPICS da IBM para suas atividades de gerenciamento da produção, integração e comunicação das informações. Para atender as necessidades específicas da empresa, diversas adaptações no software eram realizadas, de sorte que se constituiu uma equipe formada por membros do TI, PCP e pelo fornecedor do software, o que levou à qualificação interna de profissionais no desenvolvimento de aplicativos.

A qualificação obtida pelos membros do TI permitiu com que a empresa desenvolvesse seu próprio sistema ERP por volta de 1997. Os principais motivos que levaram a esse desenvolvimento foram: as necessidades contínuas de adaptações do COPICS; a necessidade de redução de custos dessas adaptações feitas pela consultoria; a presença de uma equipe interna qualificada e a proximidade do *bug* do milênio. A partir de então, esse novo sistema tornou-se corporativo, servindo como banco de dados central para todas as unidades da América do Sul. Entre os principais módulos desse sistema ERP para o PCP estão: a lista de materiais, atendimento de pedidos de clientes, controle de inventário, roteiros de fabricação, faturamento e compras, além de toda a parte financeira, recursos humanos, plano mestre de produção, entre outras.

Além de manter o plano global de vendas e operações para as empresas do grupo na América do Sul, o ERP permitiu a comunicação com todas as demais empresas do grupo espalhadas pelo mundo. Essa integração deu à empresa a agilidade no processo de tomada de decisão, já que a unidade fabril pesquisada é também fornecedora para outras unidades da mesma corporação.

b) Sistema para o Plano Mestre de Produção

A empresa utilizava inicialmente o sistema COPICS para desenvolver seu plano mestre de produção. Mas com a troca de sistema, conforme colocado anteriormente, o plano mestre passou a ser desenvolvido em uma solução corporativa (ERP desenvolvido *in-house*) integrando todas as unidades de negócio da América do Sul. Todavia, mesmo mantendo um plano de produção para as demais unidades, a empresa desagrega esse plano para gerar o plano mestre de produção para cada unidade fabril. Para o caso estudado, a mesma plataforma computacional central do TI é utilizada para desenvolver o plano mestre de produção.

c) Sistema para a programação e controle da produção

Durante o desenvolvimento do novo ERP a empresa viu a oportunidade de alterar seu sistema de apoio às atividades de PCP. Foi aí que se decidiu remover o MRP tradicional e utilizar um software do tipo APS. A empresa vinha acumulando estoques excessivos e problemas de falta de capacidade produtiva, resultando em longos atrasos na entrega dos pedidos. Assim, a empresa comprou um sistema comercial do tipo APS denominado *Network Production Scheduler* (NPS), com adaptações feitas apenas para realizar trocas de informações com o ERP da empresa.

O NPS é executado localmente em um computador do PCP e acessa os dados do ERP (estoques, lista de materiais, pedidos e todos os parâmetros) para gerar uma seqüência de ordens de produção e compra, com a indicação de cenários de produção e análise de capacidade, “*é uma espécie de fotografia do momento*”, comentou o coordenador de PCP.

O software NPS tem trazido benefícios para a empresa, principalmente pelo fato de lidar com a capacidade dos processos produtivos. Executado de forma rápida e simples, na visão do coordenador de PCP, o software é uma melhoria do antigo MRP, e como tal, não tem implicações ou restrições quanto ao seu desempenho nas atividades de PCP nos dias atuais. E mesmo ainda enviando ordens de produção para centros de trabalho, a utilização do software para realizar cálculo de capacidade é tida com um das grandes melhorias nos últimos anos com relação ao *modus operandi* do PCP. Sistema de fácil utilização, visualização gráfica, conexão com o ERP corporativo, resposta rápida, são os principais atributos do software apresentado.

Com a última atualização realizada em 2006 a fim de manter a assistência técnica por parte do fornecedor, a tendência do PCP em relação à política de software ainda está em estudo (informação confidencial), mas em entrelinhas, o gerente comentou que a idéia é a utilização de mecanismos visuais para realizar o nivelamento da produção como o *Heijunka*. Porém, há unanimidade na questão de que a empresa já possui recursos computacionais suficientes para suas atividades de PCP, ficando a operacionalização do NPS mais sob a responsabilidade do próprio PCP e o ERP sob responsabilidade do departamento de TI da empresa.

Portanto, quando o gerente de operações *Lean* foi questionado sobre as práticas computacionais e o futuro dessas práticas nas atividades de planejamento e controle da produção.

Existe certa discussão sobre o futuro na questão da substituição do NPS pelos Kanbans e Caixas Heijunkas. Um software contra um processo mais manual. Não temos certeza ainda sobre esta questão, mas estamos levando em consideração a particularidade de cada tipo de negócio nesta decisão. Estamos levando em consideração a variedade de produtos, a variabilidade de sua demanda, a quantidade de linhas de produto a serem programadas e principalmente como faríamos o gerenciamento disto tudo. Estamos levando em consideração também o avanço tecnológico e a redução dos custos da área de TI que estão e estarão mais ainda nos facilitando este gerenciamento, inclusive a distância.

d) A estrutura organizacional da empresa

De um ponto de vista organizacional, a empresa C possui um departamento de PCP com um contingente de dez pessoas, sob coordenação de um coordenador geral. A formação predominante da equipe de PCP está na área de produção, sendo todos coordenadores distribuídos por fluxo de valor. Assim, cada membro do PCP recebe treinamentos em “*Kanban, produção puxada, nivelamento da produção, sistema Toyota de Produção e NPS*”, conforme colocado pelo gerente de operações *Lean*.

O organograma simplificado da empresa C é ilustrado na figura C-1, com a TI corporativa. Com as experiências adquiridas e os sucessos obtidos, formou-se também uma equipe voltada para os princípios do *Lean* corporativo. Já o PCP, específico para cada unidade fabril, está vinculado à direção industrial local. Dentro da empresa C também há uma equipe de TI responsável por toda a estrutura e infra-estrutura computacional, e dando apoio ao TI corporativo.

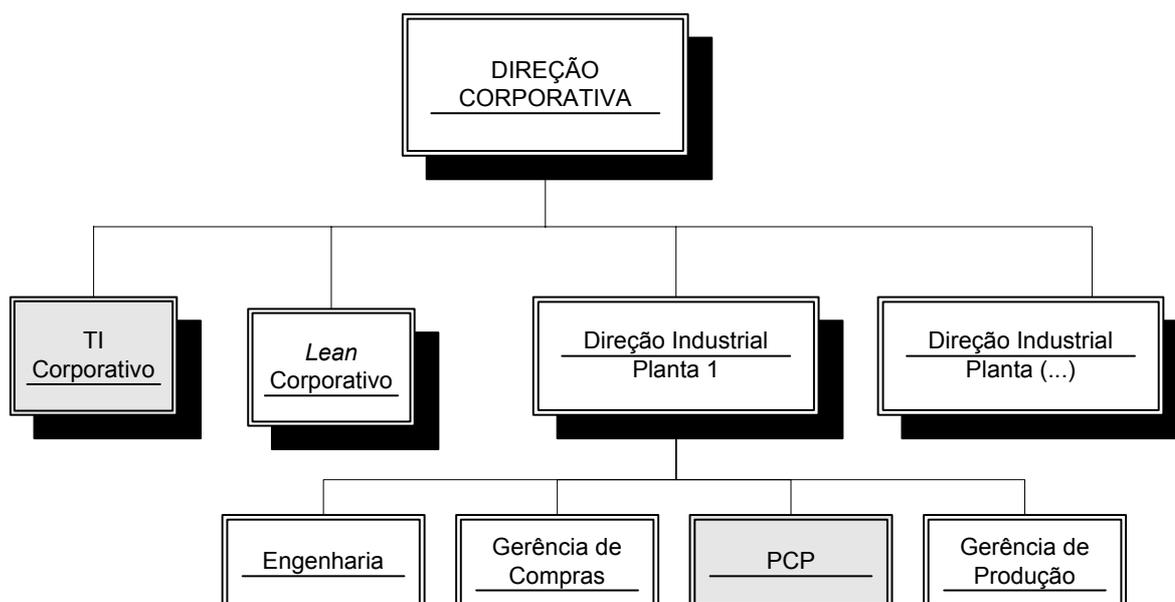


Figura C-1 – Organograma simplificado da empresa C.

Fonte: dados da pesquisa (2007).

Processo do PCP

A empresa C desenvolve seu planejamento anual com uma visão macro de três anos e com revisão de três em três meses, sempre com uma visão mais detalhada de um ano à frente,

com a identificação de um cenário para as atividades operacionais e mais investimentos necessários dentro dos horizontes estabelecidos. Participam dessa reunião trimestral, o *plant manager*, o gerente de produção, o gerente de vendas corporativo, o gerente de finanças e o coordenador de PCP. Esse cenário também já considera questões de capacidade de produção de forma agregada.

Esse plano analisado trimestralmente é a entrada principal para o plano mestre de produção, consistindo na primeira etapa de planejamento da produção em médio prazo. A segunda etapa se dá por meio a aplicação do NPS para gerar as ordens de produção para o chão de fábrica.

a) O Plano Mestre de Produção

O plano mestre de produção é preparado trimestralmente e contempla vários modelos a fim de atender o plano de vendas estabelecido e requisitos de distribuição. Esse plano é ajustado todas as semanas e editado no ERP para refletir as limitações de capacidade de produção e outras situações de mudança, ficando a reunião trimestral como um ponto de acompanhamento do plano mestre. Esse plano contempla um horizonte de planejamento de seis meses em intervalos semanais de programação. Com o plano em mãos, as gerências de produção, PCP e vendas podem verificar quando cada modelo de produto será necessário durante o horizonte de planejamento especificado. No entanto, para detalhar o planejamento, essas gerências aguardam pelo relatório de produção gerado pelo sistema do tipo APS que gera as necessidades líquidas do plano mestre de produção.

b) A Programação da Produção

Com o plano mestre estabelecido, o PCP utiliza o software NPS para gerar a programação da produção para todas as peças e componentes. O software NPS é executado duas vezes por semana (atualmente nas terças e quintas-feiras) para contemplar as mudanças do *mix* de produção e ocorrências não previstas como quebra de máquinas, falta de matéria-prima, etc., congelando a produção para os dias subsequentes. Para cada execução, o NPS acessa os dados do plano mestre e gera uma seqüência de produção com datas de início e fim para cada ordem (mecanismo de 'explosão' da BOM) a fim de cobrir todas as demandas, sempre observando tamanhos de lotes fixos. O software possui recursos gráficos que permitem ao operador visualizar todas as ordens programadas e os possíveis problemas como os atrasos nos pedidos.

O resultado da execução do NPS é um conjunto de ordens de produção liberadas para todas as células de trabalho. Quando o PCP imprime a programação da produção, essas ordens são entregues aos *Team Leaders*²⁰ de cada grupo de células, ficando esses responsáveis pelo acompanhamento da produção, em conjunto com um técnico responsável de cada célula de trabalho. Para células operadas por *Kanban*, as ordens de produção são entregues pelos *Team Leaders* apenas nas estações finais. Nas demais células, os *Team Leaders* passam essas ordens para os técnicos de cada célula, que por sua vez entregam para cada operador das máquinas. Porém, o plano de produção é da célula, ou seja, o NPS gera um plano de produção para a célula não para cada máquina. Sempre que uma ordem é processada, considera-se um *lead time* de segurança de um turno, ou seja, 7 horas e 32 minutos, para evitar qualquer falta de material na produção. O estoque acumulado derivado desse *lead time* de segurança não foi revelado.

Quando as ordens de produção são liberadas para o chão de fábrica, de acordo com a política da empresa, alterações não podem ser mais realizadas, mesmo que os clientes as cancelem ou alterem os pedidos. Para essa situação, a seqüência da produção é mantida, conservando os pedidos inalterados. Isso evita trazer turbulência para dentro da fábrica, conforme relatou o coordenador de PCP.

Para a movimentação de componentes e peças entre as estações e entre células, há aplicações de *Kanban* e também de ordens de produção. Para a movimentação desses materiais pela fábrica, há a figura do *spider man*, um operador de logística que, conhecendo a programação de forma antecipada, executa o transporte dos materiais, retirando-os dos armazéns e entregando-os na entrada de cada célula de produção, conforme a ordem emitida. Há desenhos no chão de fábrica característico do *spider man* que posiciona onde as peças devem ser colocadas. A remoção dos materiais para as máquinas fica sob responsabilidade do técnico de cada célula. O *spider man* também é responsável por remover o produto acabado no final da célula para o almoxarifado ou para outra célula, de acordo com o roteiro de produção que possui nas mãos, gerado pelo NPS.

Para acompanhar as operações no chão de fábrica, os *Team Leaders* ficam como responsáveis por repassar as informações para o PCP via formulário impresso que são inseridas no ERP no final de cada dia, atualizando os registros de estoques e os dados

²⁰ Os *Team Leaders* são pessoas responsáveis por um grupo de células. Eles atuam no sentido de resolver os problemas do dia a dia, acompanham a produção, entregam o plano de produção, se encarregam de realizar os apontamentos, entre outras atividades. Também são chamados de facilitadores.

de produção. Para acompanhar o desempenho semanal, o PCP utiliza o tamanho e giro de estoques como índice de medida, não sendo reveladas por serem consideradas informações confidenciais da empresa.

É também por meio dos algoritmos do NPS que o processo de nivelamento da produção é realizado, mas a empresa já discute a implantação de *Heijunkas* para as células de produção. Conforme o gerente de operações *Lean*:

O nivelamento da produção é algo que está acontecendo naturalmente com a mudança da cultura de manufatura. Ainda há lugares com setups muito alto e que dificultam essa iniciativa. Porém, em outros onde os setups já foram drasticamente atacados já se mostram receptivos à implementação desta técnica e, por isso, a mesma já se encontra nos planos de ações futuros. O pessoal já fala em caixa heijunka que é o instrumento para materializar este conceito. Esta ferramenta já está sendo usada para programar por turno e hora os próprios presets dos setups.

Especificamente na célula piloto, as informações são veiculadas por meio do *Andon* que é alimentado pelo PCP por meio de ordens de produção enviadas para o final da célula, com a indicação do plano de produção diário e com o acompanhamento do tempo *takt*. Todavia, as informações contidas neste painel não são realimentadas ao software de PCP e nem ao ERP, sendo um plano futuro da empresa.

Na troca do *mix* de produção, o facilitador e o técnico das células realizam todos os preparativos, enviando as informações para o *spider man* sobre o novo tipo de peça a ser produzido e a data em questão. Um *kanban* de *preset* mostra as próximas ferramentas que serão utilizadas e as ferramentas que já foram usadas, com redução substancial do tempo de *setup*. Com isso, os operadores ficam apenas responsáveis pela produção, não se preocupando com movimentação de materiais e nem com a busca pelas ferramentas apropriadas.

Com a mudança de leiaute, a programação passou a ser feita célula a célula, muito embora o NPS considere a capacidade de cada máquina para gerar a programação da produção. Esses processos de rearranjo do chão de fábrica continuam por meio de aplicações de VSM, com os resultados atualizados mostrados em painéis espalhados pela fábrica.

Primeiramente se trabalhou na decomposição da estratégia fim de identificarmos os focos dos trabalhos. Após investimos em entender a parte conceitual com a implementação da parte técnica (teste São Tomé) e isto não foi necessariamente planejado, foi intuição. 'Após, exploramos o comportamental (desenvolvendo mais a liderança e as equipes semi-autônomas)'. Agora estamos preocupados em atingir a área de compras e as administrativas, usando o que aprendemos na área industrial.

Já para os pedidos de compra, os contratos com fornecedores são de longo prazo. O departamento de compra só conversa com os fornecedores quando há desconto ou reajuste de preços, sendo que o contato do PCP com os fornecedores é somente de programação e controle de recebimento de peças, utilizando o ERP e o NPS como apoio para essa atividade. Os tamanhos dos lotes de compra são definidos pela equipe de PCP e produção, geralmente envolvendo regras que consideram os tempos de *setup*, estoques requeridos, entre outros fatores. A figura C-2 mostra a programação da produção simplificada para a empresa.

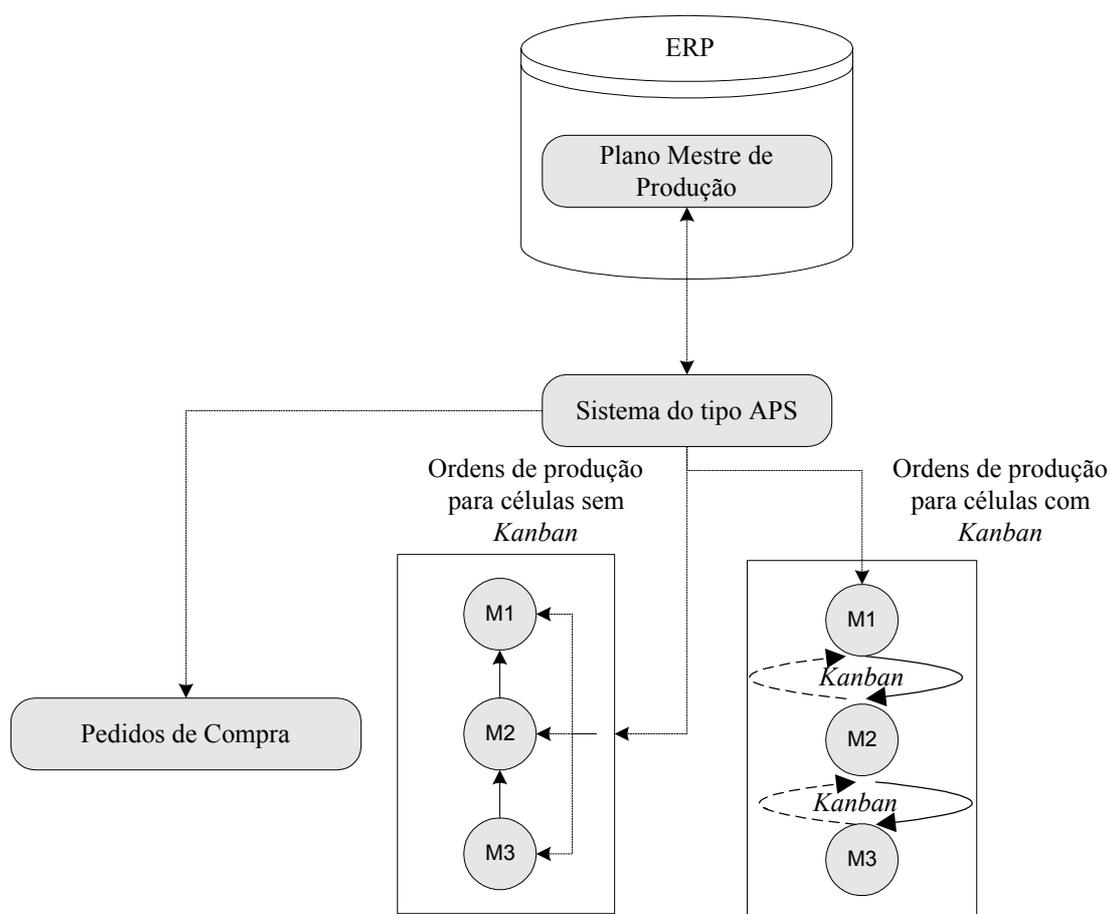


Figura C-2 – Programação da Produção da empresa C.

Fonte: dados da pesquisa (2007)

Pontos Relevantes do Caso Estudado:

- as primeiras articulações em *Lean* começaram ainda na década de 1980 e o TQM na década de 1990;

- antes das iniciativas do *Lean*, a empresa possuía um leiaute funcional, com o MRP programando cada centro de trabalho;
- com o desenvolvimento da solução ERP em 1997 e das modificações de leiaute, a empresa removeu o MRP tradicional e passou a utilizar um sistema do tipo APS para suas atividades de PCP;
- o plano mestre de produção da empresa é editado no ERP da empresa e a geração de ordens de produção com análise de capacidade acontece no software APS;
- as ordens geradas pelo PCP são distribuídas pelos *Team Leaders* para cada célula. Para células com *Kanban*, as ordens são entregues na estação de trabalho final, mas para células sem *Kanban*, as ordens são entregues individualmente para cada operador;
- a empresa tem um histórico de práticas do *Lean*, com os primeiros testes completos e realizados em uma célula piloto;
- para a célula piloto o PCP é um informante do volume de produção e do tempo *takt*, com base na demanda estabelecida. Todo o controle da produção é puxado por *Kanban* e a informação é veiculada por meio do *Andon*.
- a empresa mantém uma política de treinamento definida, envolvendo todos os colaboradores, principalmente para a criação de líderes;
- o nivelamento da produção vem por meio dos algoritmos do APS, mas a empresa já estuda a viabilidade de *Heijunkas*. Todavia, há lugares na fábrica com *setups* altos que dificultam essa iniciativa;
- com o uso sistemático e treinamentos, houve um maior entendimento do mapeamento de fluxo de valor, que se estabeleceu na cultura da empresa de tal modo que passou a ser entendido como elemento de melhoria;
- frase destaque nas entrevistas: gerente de Operações *Lean* corporativo:

primeiramente se trabalhou na decomposição da estratégia fim de identificarmos os focos dos trabalhos. Após investimos em entender a parte conceitual com a implementação da parte técnica (teste São Tomé) e isto não foi necessariamente planejado, foi intuição. Após, exploramos o comportamental (desenvolvendo mais a liderança e as equipes semi-autônomas).

Essa frase foi exposta quando o gerente foi indagado sobre o processo de evolução do *Lean* na empresa.

APÊNDICE D

Empresa D Fabricante na área metal-mecânica

Data das visitas: 02 de Fevereiro de 2006 e 05 de Abril de 2007.

Entrevistados:

- coordenador de Vendas e Operações (10 anos de empresa);
- consultor de Manufatura (15 anos de empresa);
- colaborador da equipe de Planejamento Mestre da Produção (29 anos de empresa).

Etapas da pesquisa de campo:

- **primeira visita:** 1 hora e 10 minutos.
- **segunda visita:** 1 hora. O que motivou as duas entrevistas em datas distantes foi a evolução e formatação da pesquisa. Dados da primeira entrevista foram utilizados, mas complementados com informações da segunda entrevista.

Duração da pesquisa de campo: 2 horas e 10 minutos.

Instrumentos utilizados: protocolo de pesquisa, gravador, bloco de notas e caneta.

Local: nas instalações da empresa.

Motivo de seleção da empresa como estudo de caso: conhecimento dos processos de manufatura da empresa por parte dos pesquisadores; empresa com grande desenvolvimento tecnológico e já com iniciativas do *Lean*.

Pontos Gerais Característicos

A empresa D atua no ramo metal-mecânico na linha de motores para refrigeração. Fundada em 1973, a matriz está localizada em Santa Catarina e com fábricas também nos EUA, Europa e Ásia, em um total de seis unidades. No Brasil, a matriz possui duas unidades fabris com cerca de 5.400 funcionários e um volume de produção girando ao redor de 17 milhões de unidades por ano.

Das duas unidades de produção da matriz, a mais recente data de 1994, introduzindo o conceito de manufatura integrada por computador, envolvendo desde um sistema de comunicação e coletada de dados no chão de fábrica do tipo MES até um software ERP corporativo integrando todas as fábricas. É essa unidade fabril que foi selecionada para o estudo de caso em questão, e ao longo da descrição do caso o termo empresa se referirá apenas a essa unidade. O quadro a seguir mostra os aspectos gerais da empresa.

Aspecto	Descrição
Área de atuação	Metal-mecânica
Área construída	12 mil m ² .
Número total de funcionários	Cerca de 5.000 funcionários para toda a matriz
Número de funcionários atuantes no PCP	23 para toda a matriz
Leiaute	Duas linhas de montagem com 38 postos de trabalho para cada linha Sete células de trabalho, com três para cada linha e uma em comum para as duas linhas de montagem (pintura)
Número modelos	Seis famílias com 410 modelos
Componentes e peças	Não informado.
Volume de produção	4,5 milhões de componentes/ano

Quadro D-1 – Aspectos Gerais da Empresa D.

Fonte: dados da pesquisa (2007).

A empresa possui duas linhas de montagem com um alto grau de automação. Para cada linha de montagem há trinta e oito postos de trabalho. Cada uma dessas linhas é alimentada por três células de fabricação em forma de linha e uma célula em comum que é a pintura. Os dados de *setup* das linhas não foram fornecidos pela empresa.

As áreas de fabricação e usinagem também são servidas pela automação industrial, com o MES sendo responsável pelo controle de todas as operações de chão de fábrica por meio de um sistema computacional centralizado, disponibilizando as informações em tempo real sobre as atividades que estão acontecendo no chão de fábrica. Dentro desse ambiente tecnológico, a movimentação de materiais entre as linhas de montagem e as células é realizada na maior parte de forma automática por *Automatic Guided Vehicles* (AGV), mas também há transportadores manuais para células específicas. Tudo é controlado pelo MES que identifica a posição de cada AGV, as ordens que estão sendo atendidas, novas ordens geradas, entre outros dados. Em suma, a empresa foi preparada para uma produção em larga escala.

A partir de 2004 a empresa começou a se envolver em uma série de atividades voltadas para as práticas do *Lean* por meio de uma consultoria externa que continua até os dias atuais. Essas atividades têm buscado a sensibilização das lideranças para essa nova filosofia de trabalho e capacitação e valorização das pessoas, chamado de *Lean Thinking*. Para realizar treinamentos no chão de fábrica a empresa mantém um laboratório de experimentação para simular a utilização de ferramentas como o *Kanban* e mostrar os princípios da sincronização para seus colaboradores.

As primeiras práticas apareceram por meio da utilização de *Kanbans* para componentes, atividades de redução dos *setups* das máquinas e outros ciclos de *Kaizens* realizados por diversas equipes. Um desses ciclos de *Kaizens* está baseado na busca pelo nivelamento da produção nas linhas de montagem, mas inúmeras dificuldades têm sido encontradas, entre elas a própria cultura em se trabalhar com grandes lotes de produção. Em resumo, algumas boas práticas em direção ao *Lean* foram observadas:

- prática do 5S, com resultados mostrados em painéis espalhados pela fábrica;
- utilização e disseminação da ferramenta de mapeamento de fluxo de valor;
- introdução de *Kanbans* em algumas células de manufatura;
- presença de equipes voltadas à implantação das práticas do *Lean*, atuando no chão de fábrica em múltiplos ciclos de *Kaizens*.

A Estrutura e Infra-Estrutura do PCP

a) Sistema computacional de apoio

O sistema de informação industrial da empresa é representado pelo ERP corporativo (SAP), instalado em um computador central (*host computer*) da matriz e servindo a todas as demais empresas do grupo, resultado de uma alteração de software nos anos 90, evoluindo de uma solução voltada para a unidade fabril para uma solução corporativa. A empresa D utiliza essa solução empresarial corporativa para integrar todos dados industriais, incluindo o chão de fábrica com a parte de desenvolvimento de produtos e com a manutenção, além de utilizar a ferramenta para apoiar o desenvolvimento do plano de vendas global. O sistema de informação industrial da empresa também é representado por um sistema automatizado para coordenar as operações de chão de fábrica integrando os terminais computacionais, sistemas de transportes, estações, conectado diretamente ao computador central, que envia os dados da produção para o ERP, de sorte que, quando um produto sai no final da linha é eletronicamente registrado no computador central. Outros dados de produção também são repassados para o ERP eletronicamente em todos os dias.

Para manter esses sistemas atualizados e disponíveis, a equipe de TI é responsável por conduzir as atividades de atualizações de versões e adaptações. As atividades de atualização de versão têm sido executadas pelas fornecedoras de software, mas com a presença de equipes internas destinadas a atuar em conjunto, com a indicação de um usuário chave dentro da empresa para acompanhar todo o processo de implantação, adaptações, operação e parametrização do software. No entanto, nem sempre todas as funções ou módulos do SAP são atualizados de uma só vez, o que leva o setor de TI a administrar diferentes versões. Dessa forma, a empresa mantém uma meta de atualizar todas as versões antigas do SAP. E para cada um dos módulos do ERP a equipe de TI possui um especialista para apoiar os demais departamentos que fazem uso do SAP para comunicar seus dados.

Como política de software, o setor de TI lidera as atividades como forma de tornar o SAP mais efetivo no dia a dia da empresa, principalmente para as atividades de PCP. Para isso, a equipe de TI vem estudando e se aprofundando nos módulos do SAP, realizando treinamentos com seus colaboradores e colocando em operação os módulos ou funções ainda não utilizadas, entre eles o módulo de planejamento de vendas e operações, algoritmos de análise de capacidade, entre outros.

b) Sistema para o Plano Mestre de Produção

A empresa D já passou por evoluções nos sistemas de apoio para suas atividades de PCP. Inicialmente a empresa possuía um software conhecido como Sistema de Planejamento da Produção (SPP), executado na plataforma DOS e atuando de forma isolada. Esse sistema funcionava como plano mestre de produção/MRP gerando ordens de produção para o chão de fábrica. Esse sistema foi substituído em 1998 por um software desenvolvido especificamente para a empresa, conhecido como Otimizador, voltado para apoiar o desenvolvimento do plano mestre com análise de capacidade.

Ainda na década de 1990 a empresa trocou seu sistema ERP para o SAP corporativo, conforme apontado, instalado de forma completa, porém com algumas adaptações, principalmente na parte de relatórios e de troca de informações com algumas aplicações específicas e que não foram abandonadas, como o software Otimizador para o PCP. Com esse novo recurso computacional, o PCP passou a desenvolver o plano mestre de produção mediante a utilização de dois sistemas base:

1. o SAP que é utilizado para desenvolver o plano de vendas e para editar o plano mestre;
2. o software Otimizador que ajusta o plano de acordo com a capacidade de produção.

O plano de produção editado no SAP é enviado para cada unidade que possui o planejador mestre local responsável por receber esse plano e ajustá-lo de acordo com a capacidade de produção, mas que deve estar alinhado com o plano global de vendas e produção do grupo. No caso da empresa D, utiliza-se o software Otimizador para esses fins, que é executado para ajustar o plano mestre a sua capacidade de produção. O plano mestre ajustado é novamente enviado eletronicamente para o ERP da empresa.

c) Sistema para a programação e controle da produção

Com o plano mestre de produção desenvolvido, o PCP também utiliza o SAP para gerar suas ordens de produção por meio do módulo de MRP. Todavia, as ordens geradas pelo MRP/ERP seguem dois caminhos diferentes: as ordens para as linhas de montagem e para as células que alimentam essas linhas passam por um segundo software para seqüenciamento da produção, conhecido como Seqüenciador, que permite distribuir as ordens dentro de um dia de produção; para as demais estações e fornecedores, as ordens vem diretamente do MRP/ERP, sem ajustes de capacidade em nível detalhado.

d) *A estrutura organizacional da empresa*

A empresa D não possui um departamento específico de PCP, com as atividades de planejamento, programação e controle da produção distribuídas por diversos setores e sob responsabilidade de diversas gerências. Toda a matriz possui um contingente próximo de vinte pessoas para todas as atividades de PCP, com a formação predominante na área de produção. Para a empresa D há equipes para o planejamento de vendas e operações, uma equipe para desenvolver o plano mestre, grupo conhecido como *Order Fulfillment* (OF) e equipes de programadores da produção para cada linha de produtos da empresa, atuando no chão de fábrica e próximo aos recursos computacionais. Para coordenador de Vendas e Operações:

programador de produção no conceito da empresa é a pessoa que está planejando a fábrica, controlando a entrada das ordens nas linhas e a fabricação de componentes para atendimento das mesmas. Essa pessoa não tem conhecimento avançado de SAP e depende de suporte do TI. Hoje este recurso está alocado junto à produção.

O organograma da empresa D simplificado é mostrado na figura D-1, com as atividades de PCP relacionadas aos setores de planejamento de vendas e operações, também chamado de *Sales and Operation Planning* (S&OP) e também às gerências de vendas e Marketing corporativos. O sistema de informação industrial da empresa é de responsabilidade do TI corporativo.

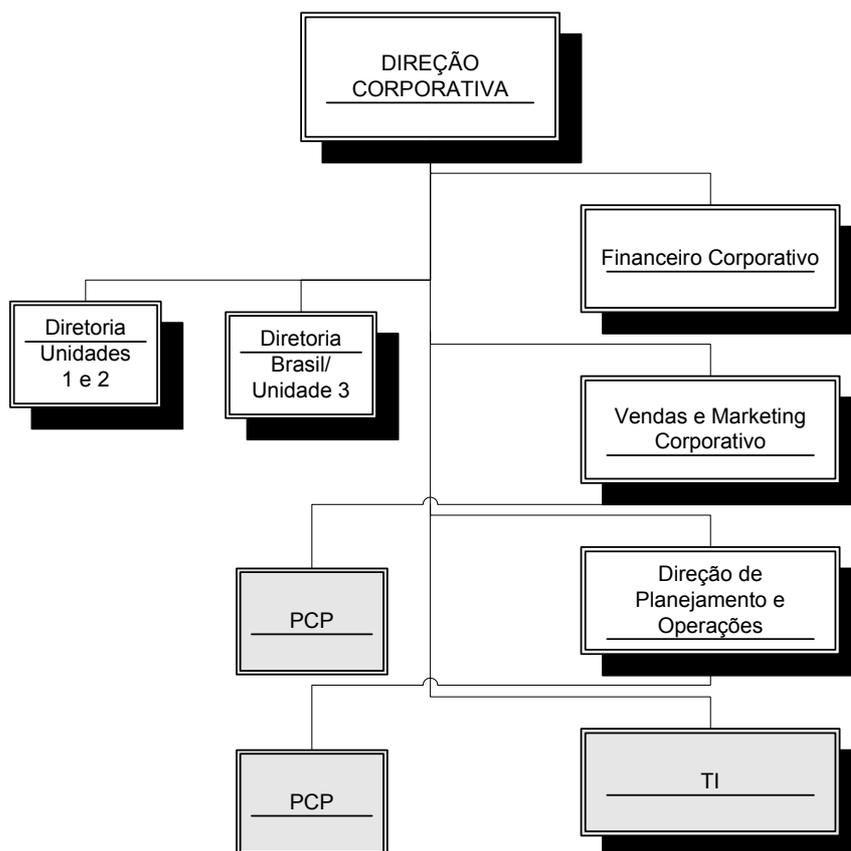


Figura D-1 – Organograma simplificado da empresa D.

Fonte: dados da pesquisa (2007).

Processo do PCP

O processo do PCP na empresa D está dividido em duas etapas: o plano mestre de produção, desenvolvido mensalmente para um período de planejamento geralmente de doze meses, e atualizado toda a semana; a segunda etapa é o desenvolvimento do plano semanal de produção, gerado por meio do MRP como ferramenta principal.

a) O Plano Mestre de Produção

As atividades de PCP da empresa começam com o ciclo de vendas e operações, onde há uma equipe específica para realizar essas atividades, analisando mensalmente a demanda a fim de ajustar o plano de produção anual da empresa e detalhando-o para o mês subsequente. Para esse ciclo, oito dias são utilizados para análise de demanda e verificação das condições de mercado. Com base nessas informações comerciais o grupo OF começa o desenvolvimento do plano mestre de produção. São utilizados quatro dias seguintes para análise de inventário e capacidade da empresa. Com base nesse

ciclo de operações, montam-se cenários de produção que serão avaliados pelas gerências. Com um cenário aprovado, realiza-se a preparação de materiais com três dias para verificar novamente os estoques, refinamentos de cálculos, análises financeiras, etc., fechando o ciclo em quinze dias. Todas essas atividades do grupo OF são realizadas tendo o SAP como apoio para simular os diversos cenários criados.

A empresa prepara o plano mestre de produção de forma a planejar o mês seguinte e observar as previsões de demanda em um horizonte de doze meses, mas com esse horizonte podendo variar de seis a dezoito meses dependendo da época do ano. O plano mestre é desenvolvido de forma a seguir a demanda definida pela equipe de S&OP e é atualizado a cada semana, mantendo sempre duas semanas de pedidos firmes.

Com o plano mestre pronto, os pedidos firmados são enviados eletronicamente para o software auxiliar Otimizador para ajustar o plano mestre de acordo com a capacidade de produção da empresa. O resultado da execução do Otimizador é o plano de entrega dos produtos acabados com datas exequíveis e que é enviado novamente para o SAP, consistindo a base para as demais atividades de PCP. Essas atividades são operacionalizadas pelo programador SAP, com base no que foi definido pelo grupo OF.

b) A Programação da Produção

Com base no plano mestre de produção a empresa executa o módulo MRP do SAP (mecanismos de 'explosão' completo) para programar cada semana com base nos pedidos firmes, mantendo duas semanas à frente congeladas. Por exemplo, executando-se o MRP na semana 34, as semanas 35 e 36 ficam firmadas. Na semana 35, executa-se o MRP novamente, firmando as semanas 36 e 37, e assim sucessivamente, sempre mantendo a produção firme em duas semanas. Na seqüência, após a execução do MRP, dois procedimentos são realizados:

- inicialmente, para as linhas de montagem e para as células de trabalho que alimentam essas linhas (chamadas aqui de C1), as ordens de produção geradas são enviadas eletronicamente para o software seqüenciador no chão de fábrica, instalado em computadores locais para as linhas de montagem e para as células C1. O software executa toda programação detalhada da seqüência das ordens dentro de cada dia de produção, ou seja, uma programação de produtos para as linhas de montagem e de componentes para as estações C1. A programação é impressa e entregue diariamente aos operadores que também podem acompanhar a produção por meio das telas dos computadores.

- segundo, para as demais estações de trabalho (chamadas aqui de C2), as ordens vêm diretamente do MRP. As ordens são impressas e é entregue aos operadores diariamente. Mas os supervisores já conhecem o plano firmado após a execução do MRP. Nessa área é que estão sendo implantadas as primeiras práticas da gestão visual por meio de *Kanbans*, até porque a programação não envolve o seqüenciador e onde se concentram os maiores volumes de estoque, chegando próximo a quinze dias para alguns componentes. Os operadores das estações C2 estão passando por diversos treinamentos e para alguns casos, já não estão recebendo mais a programação vinda do MRP. Para essas estações o número de *Kanbans* é especificado diariamente com base na programação gerada para as células C1, porém a alimentação de materiais vindos dos fornecedores ainda se dá por ordens de produção.

A figura D-2 mostra esquematicamente a programação da produção segundo essas etapas abordadas.

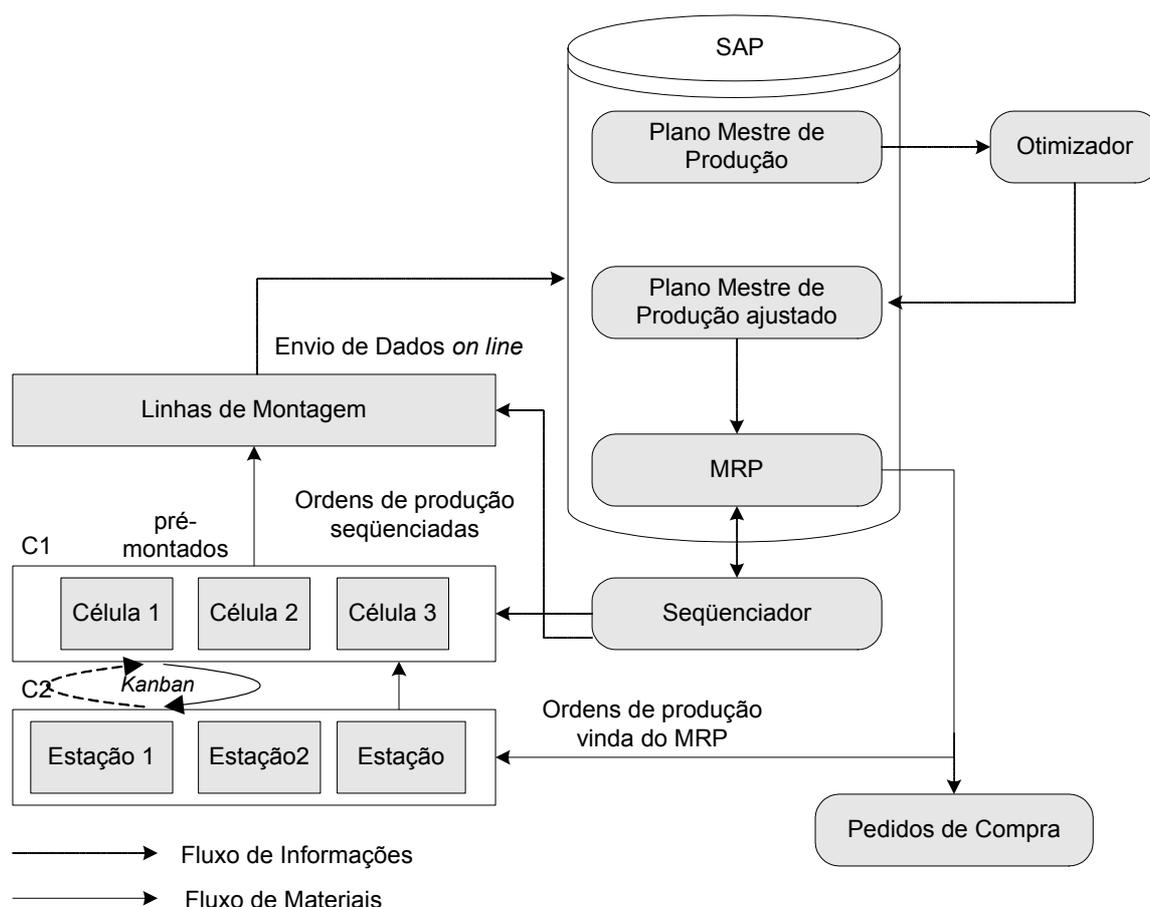


Figura D-2 – Planejamento e Programação da Produção na empresa D.

Fonte: do autor (2007).

Com as ordens de produção impressas e entregues aos operadores, a empresa mantém vários colaboradores que atuam diretamente no chão de fábrica a fim de acompanhar o andamento da produção e realizam toda a parte de documentação, análise contábil, a fim de comparar o planejado com o realizado, etc., das ordens das quais são responsáveis. Como as ordens são para atender diversos clientes e que estão sob coordenação de diferentes gerências, a equipe de PCP no chão de fábrica está também sob coordenação dessas diferentes gerências, integradas pelo ERP.

Se houver necessidades de alterações de produção nas linhas de montagem em razão de um pedido urgente, de uma necessidade de repor estoques, de troca de ordens nas linhas de montagem, entre outros motivos, os operadores de PCP no chão de fábrica ajustam ou trocam os plano de produção das células C1 de acordo com a programação das linhas, abandonando, por ora, a programação gerada pelo Seqüenciador. Essas alterações de plano acontecem, pois a ordem é manter as linhas em funcionamento todo o tempo, mas que dificulta na busca de uma estabilidade para manter os *Kanbans* das células C2 em funcionamento, bem como nas células operadas exclusivamente por ordens de produção, que mantém um estoque maior que o necessário para lidar com tais flutuações, não somente de demanda, mas também do próprio processo produtivo.

O software Seqüenciador possui um papel preponderante nas atividades de PCP da empresa, com a programação sempre sendo consensada com a área comercial, discutindo as reais prioridades de produção, conforme observado pelo coordenador de S&OP.

A saída do Seqüenciador é discutida com vendas, havendo então consenso com relação à seqüência gerada, sendo discutido internamente se haverá alteração na seqüência gerada pelo software em virtude de outras prioridades imediatas. A seqüência da produção é validada e as informações são atualizadas no ERP, alterando as datas no plano mestre para posterior execução do MRP.

Já com relação aos pedidos de compras, nas reuniões de consenso do S&OP realizada mensalmente, a empresa envia eletronicamente a previsão de materiais para os fornecedores, observando o horizonte de planejamento. No entanto, os pedidos são firmados por meio da execução do MRP a cada semana, gerando as ordens de compra. Nesse ponto, o sistema MRP/ERP serve de apoio fundamental ao setor de compras, realizando todo o processo de cadastro de fornecedores, contatos e outras especificações.

Em relação às medidas de desempenho, a empresa vem desenvolvendo um conjunto de parâmetros de análise. Especificamente para as atividades de PCP, uma métrica seguida é o *On Time in Full* (OTIF), que estabelece o atendimento do cliente em todos os quesitos como quantidade, tempo e qualidade exatos. É um conceito próximo de ordem perfeita. Atualmente, a empresa tem alcançado um valor próximo de 40%. No entanto, isso não significa que os clientes sejam prejudicados com esse nível de serviço. Para estabelecer o nível real de serviço ao cliente, a empresa utiliza outro indicador chamado *Service Level*, onde são computadas as ordens OTIF e todas as outras que são adiantadas. Neste caso, o produto fica aguardando na saída, trazendo reflexos para o estoque. Esse indicador gira entre 80 a 85%.

Pontos Relevantes do Caso Estudado:

- o plano mestre de produção é preparado mensalmente e atualizado a cada semana, possuindo um horizonte de planejamento de um ano, mas podendo variar de seis a dezoito meses. Todo o plano mestre é editado no SAP;
- para avaliar a capacidade de produção no plano mestre, a empresa utiliza uma solução computacional conhecida como Otimizador;
- com o plano mestre atualizado, executa-se o MRP a cada semana para gerar as ordens de produção e pedidos de compras. A empresa mantém sempre duas semanas firmadas.
- as ordens de produção para as linhas de montagem e para as células de manufatura que alimentam essas linhas vêm do MRP e passam pelo software Seqüenciador para realizar uma programação detalhada de cada dia de produção;
- as ordens de produção para as demais células vêm do MRP diretamente, mas já há aplicações de *Kanban* nesta parte para controlar a produção;
- a empresa possui um sistema computacional de chão de fábrica monitorando todas as operações em tempo real (MES) e que está integrado ao SAP;
- a empresa mantém uma política de treinamento voltada principalmente para a operação do SAP, mas treinamentos têm sido aplicados principalmente no chão de fábrica para as práticas do *Lean*;

- múltiplos ciclos de *Kaizens* têm sido aplicados, principalmente com o mapa de fluxo de valor para diminuir as distâncias entre as estações e a procura pela padronização dos movimentos;
- a ênfase nas práticas do *Lean* tem sido dada a partir de 2004 com o apoio de consultorias externas;
- os principais resultados dos ciclos de *Kaizens* são: trabalho padronizado, sistema puxado interno e com fornecedores, *setup* rápido, qualidade, *Lean Office*, entre outros.
- a empresa mantém uma certa dificuldade no nivelamento da produção, mas já há testes pilotos em funcionamento. Atualmente, a empresa produz um volume de produção de um único modelo para atender a demanda antes da próxima troca;
- uma das principais atividades de busca contínua pela melhoria está na integração entre as equipes envolvidas pelo PCP. Há dificuldades, pois cada equipe está sob coordenação de uma gerência e que busca atingir seus resultados. No entanto, nos últimos anos, a empresa tem se dedicado na integração das equipes com o foco para melhorar toda a cadeia produtiva e não apenas buscar resultados isolados;
- frase de destaque nas entrevistas: “*o conhecimento adquirido pelas pessoas é que ajuda na resolução dos problemas*”, comentado pelo coordenador de Vendas e Operações ao ser indagado sobre como a empresa vem resolvendo os problemas de complexidade do ERP SAP.

APÊNDICE E
Protocolo de Pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

PROTOCOLO DE PESQUISA

Pesquisador: Carlos Fernando Martins

Orientador: Prof. Dr. Abelardo Alves de Queiroz.

Introdução

Essa pesquisa é parte das obrigações do pesquisador para obtenção do título de Doutor junto ao Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina.

O objetivo da pesquisa é elaborar um modelo de evolução do PCP segundo a estrutura e infra-estrutura e processo do PCP, presentes nas empresas de manufatura discreta. Parte essencial dessa pesquisa consiste em entrevistas e observações em um conjunto de indústrias da região Sul do Brasil mediante à pesquisa por estudo de caso múltiplo.

As fontes de informações fornecidas durante as entrevistas serão mantidas em sigilo. Não serão divulgados os nomes dos pesquisados e nem o nome das empresas no qual trabalham. Será fornecido um relatório para cada empresa participante da pesquisa.

As empresas selecionadas para o estudo de casos devem possuir as seguintes características básicas a fim de contribuir para o processo de pesquisa:

- *empresas de manufatura do setor metal-mecânico com processos típicos de manufatura como produção em linha, celular ou jobing;*

Serão entrevistadas pessoas do nível gerencial/tático e nível operacional dentro das áreas de planejamento, programação e controle da produção. Essas entrevistas serão realizadas nas instalações das empresas, podendo ser intercaladas com visitas ao processo produtivo.

Para a realização dessas entrevistas, serão agendadas datas com antecedência para cada empresa a ser estudada. As pessoas a serem entrevistadas serão indicadas pelo responsável do PCP da empresa.

Procedimentos de Campo

A pesquisa de campo deve ser composta de duas partes:

1. entrevistas com os pesquisados;
2. visitação ao chão de fábrica.

Para as entrevistas, as pessoas de maior interesse para a pesquisa são:

1. coordenadores de PCP ou logística;
2. pessoas envolvidas com as práticas do *Lean Manufacturing*.

Antes de serem realizadas as entrevistas, uma cópia do roteiro de pesquisa em formato digital será enviada para os entrevistados. Após acordo com as partes envolvidas, serão realizadas as entrevistas nas instalações das empresas. Caso seja necessário, mais de uma visita poderá ocorrer a fim de realizar todos os levantamentos necessários das empresas pesquisadas. No entanto, é previsto um tempo médio de duas horas para cada entrevista, incluindo aqui, as apresentações do pesquisador e do pesquisado, dos objetivos da pesquisa em questão, da entrevista propriamente dita, das anotações e da leitura do que foi anotado. Contudo, a parte da visitação ao chão de fábrica não deverá ser contabilizada nesse tempo médio.

Os tópicos a serem discutidos estarão dentro do tema Planejamento, Programação e Controle da Produção, utilizando o questionário de apoio para orientação e padronização das questões levantadas. Em caso de dispersão, o pesquisador poderá retomar o tema como forma de aproveitar ao máximo o tempo disponibilizado pela empresa pesquisada. Caso outros tópicos colocados pelos pesquisados sejam importantes no contexto da pesquisa, eles serão analisados, interpretados e discutidos em conjunto com a empresa e com o orientador da pesquisa.

Para a pesquisa de campo devem ser levados os seguintes materiais de apoio: roteiro de pesquisa, gravador (se permitido) e materiais auxiliares para anotação de outras informações.

Roteiro de Entrevista para o Estudo de Casos

Fonte de Dados:

1. gerente ou coordenador do PCP;
2. gerente de operações ou técnicos atuantes no *Lean Manufacturing*;

Informações pertinentes ao processo de pesquisa:

- informações gerais sobre a empresa – atividade principal, mercado, número de funcionários e organização do processo produtivo;
- dados das pessoas entrevistadas – cargo, experiência profissional na área de interesse;
- outras informações relevantes ao processo de pesquisa.

Etapas para Confecção do Relatório de Estudo de Caso

Após cada visita técnica, um resumo será redigido e entregue para os entrevistados como forma de validar as informações obtidas. Dados das entrevistas, das visitas às instalações industriais e outras observações serão colocadas no resumo para averiguação final por parte dos pesquisados.

Validados todos os resumos, será redigido o relatório de estudo de casos múltiplo, constando a seguinte estrutura:

1. dados gerais da empresa;
2. estrutura do PCP na empresa, envolvendo:
 - 2.1. a estrutura e infra-estrutura do PCP: software de apoio, métodos e pessoas;
 - 2.2. processo do PCP: tratamento das informações.

Os dados gerais devem conter informações como a atividade principal, mercado, número de funcionários da empresa e número de funcionário atuando no PCP, além da organização do processo produtivo dominante (funcional, celular ou linha).

Na parte estrutura e infra-estrutura do PCP deve ser colocado como o PCP interage com o setor de TI em vista da utilização de pacotes de ERP para as atividades de planejamento, programação e controle da produção. Devem ser consideradas as estratégias do PCP para o controle de chão de fábrica, bem como a parte de pessoas e os treinamentos executados tanto na operação do software quando em práticas para o controle da produção.

Na parte de processo deve ser feito um relato sobre como o PCP lida com as informações do dia a dia e que tipo de controle é executado no chão de fábrica. Por fim, deve-se colocar os pontos relevantes de cada caso estudado.

Questionário para Auxílio na Condução das Entrevistas

Para facilidade de leitura, será reescrita nesta parte do protocolo a explanação de cada um dos aspectos considerados no modelo proposto:

- a) *software de apoio*: software base que influencia o método e define o *modus operandi* do PCP;
- b) *métodos*: procedimentos técnicos e operacionais utilizados para o planejamento, programação e controle da produção, seguindo orientações técnicas e práticas de gerenciamento da produção;
- c) *pessoas*: corpo técnico e gerencial, com suas informações básicas e treinamentos;
- d) *fluxo de informações*: papel da função PCP face ao tratamento das informações industriais;

Nessa pesquisa de tese, as funções do PCP consideradas são organizadas em três fases, conforme a quadro E-1.

Horizonte de Planejamento	Funções de Planejamento e Controle da Produção
Médio prazo	Consolidar dados de demanda, levantamento da capacidade para o planejamento parcialmente desagregado de produção por meio do plano mestre de produção e prover subsídios para o planejamento dos níveis de estoque.
Curto prazo	Reunir os dados de demanda de previsão de vendas e pedidos de carteira, gerar toda a demanda dependente para o horizonte de planejamento e processar as ordens de produção e compra, além de prover dados para o controle de estoques e acompanhar o andamento produção.
Curtíssimo prazo	Coletar dados, atualizar a produção em função dos problemas de chão de fábrica. Participar ativamente das decisões do dia a dia da produção.

Quadro E-1 – Atribuições do PCP na estrutura operacional da empresa de acordo com a pesquisa.

Fonte: do autor (2007).

Fornecidas as explicações de cada aspecto, é mostrado a seguir o questionário para auxiliar na condução das entrevistas. É importante colocar que o instrumento de pesquisa para a presente tese é o próprio protocolo sendo apresentado, sendo o questionário uma ferramenta de auxílio na condução das pesquisas.

Dados sobre a empresa e Histórico:

1. atividade principal:
2. quais mercados atende:
3. quantos anos a empresa existe no mercado nacional:
4. volume de produção nos últimos anos:
5. número de funcionários que há na empresa e no setor de PCP:
6. forma de organização dominante do processo produtivo (funcional, celular, linhas).

2. Questões gerais sobre o PCP

1. Comente em linhas gerais sobre como é elaborado o plano mestre de produção da empresa.
2. Com relação à pergunta anterior, você saberia dizer como o Plano Mestre de Produção é definido?
 - a) pelo setor de marketing?
 - b) pelo setor de vendas?
 - c) pelo PCP?
 - d) por uma equipe mista?
 - e) outro setor? _____.
3. Comente em linhas gerais sobre como é programada a produção em curto prazo.
4. Como é o organograma funcional da empresa? A quem o PCP se reporta?
5. Como foi a evolução da sua empresa nas últimas décadas em relação ao software de apoio para realizar as atividades de PCP?
6. Sendo o software de apoio um software comercial, foi contratada alguma customização do mesmo para a sua empresa?
7. A seleção e/ou customização do software, em caso de ocorrência, foram realizadas com a participação do pessoal dos departamentos de compras e vendas, produção, PCP e/ou outra equipe interna? Houve a participação de consultores?
8. O responsável pela parametrização do software de apoio é:
 - a) pessoal técnico do fornecedor?
 - b) equipe mista?
 - c) pessoal de PCP?
 - d) outros: _____.

9. Em sua opinião, quais as limitações e dificuldades trazidas pelo software base às atividades do PCP da sua empresa?
10. Em questão de dificuldades e/ou limitações, se existirem, como sua empresa tem superado essa(s) barreira(s)?
11. Em sua opinião, qual é a tendência da sua empresa quanto à política de software para as atividades de PCP?
12. O software de apoio processa ordens de produção para:
 - a) todos os centros de trabalho?
 - b) centros de trabalho que produzem produtos finais?
 - c) Para alguns centros de trabalho? Nesse caso, qual o percentual de centros de trabalho, considerando toda a empresa, operados por ordens de produção?
13. Além do software de apoio, que outras ferramentas computacionais o seu PCP possui para realizar suas atividades?
14. Como se dá o contato do seu PCP com os fornecedores de matéria-prima?
15. A sua empresa opera *Kanban*? (**produção sincronizada**) Se positivo, o PCP processa esses tipos de informações para o chão de fábrica?
16. O que predomina em sua empresa para controle de chão de fábrica, ordens de produção enviadas pelo MRP ou *Kanban*?
17. O que você sabe a respeito do **nivelamento da produção**?
 - a) Existe e é realizado com ajuda do software de apoio;
 - b) existe e é realizado pelo método de nivelamento de carga (*Heijunka*);
 - c) não existe.
18. Os tamanhos dos lotes fabricados e comprados dá a sua empresa quantos dias de estoques (WIP) e matéria prima respectivamente? (**tamanho do lote**)

19. O PCP da sua empresa utiliza alguma forma de **controle visual do chão de fábrica**?
Se positivo, quais ferramentas são utilizadas: *Kanban*, *Andon*, célula de fluxo unitário, trabalho padronizado?
20. O método para avaliar a capacidade frente ao Plano Mestre e/ou ordens de produção é:
- a) operado por ferramentas computacionais?
 - b) operado por um formulário impresso?
 - c) a decisão é feita em equipe, envolvendo outros setores, como compras, vendas, marketing e produção?
 - d) não existe método para avaliar capacidade. Nesse caso, como é realizada a avaliação de capacidade?
21. O PCP da sua empresa programa diferentes peças ou produtos em diferentes tamanhos de lotes de forma a produzir um modelo todos os dias de acordo com a demanda? (***mix de produção***).
22. Você acha que a melhoria do PCP da sua empresa passa pela aquisição de mais capacidade computacional?
23. Você tem conhecimento sobre campanhas de melhorias como práticas de 5S, *kaizens*, entre outras, nos métodos de trabalho do PCP da sua empresa?
24. Na sua avaliação, o que poderia ser feito para melhorar os métodos de planejamento e controle de materiais da sua empresa?
25. Existe alguma métrica das ordens de produção que expressam:
- a) alteração de ordens por motivos operacionais?
 - b) alteração de ordens por motivo de vendas (pedidos)?
 - c) não atendimento aos prazos definidos pelas ordens?
 - d) não existem métricas?

26. A experiência predominante da equipe de PCP da sua empresa é:

- a) informática?
- b) produção?
- c) marketing, aqui incluem vendas e compras?
- d) outra: _____.

27. Como você caracteriza as atividades do PCP da sua empresa em termos de condução?

- a) É conduzida por um especialista que é responsável por essa área ou atividade?
- b) é conduzida por uma equipe de trabalho interna, com a direção de um coordenador ou chefe?
- c) é conduzida por uma equipe de trabalho com a participação de membros de outros setores, com a direção de um coordenador ou chefe?
- d) outra: _____.

28. Existem especialistas dentro do seu PCP para atividades como o Planejamento Mestre de Produção, avaliação de capacidade, seqüenciamento da produção, planejamento de kanbans, etc.?

29. Você conhecer algum membro do PCP que participou de grupos de atividades de melhoria contínua nos dois últimos anos? Se sim, essas atividades foram relativas:

- a) ao software de apoio?
- b) às técnicas e práticas de gerenciamento da produção?
- c) aos processos de marketing, vendas e fornecedores?

30. Você sabe se nos últimos dois anos o pessoal do seu PCP tem recebido treinamentos na área:

- a) computacional?
- b) produção?
- c) compras?

- d) vendas?
 - e) manufatura enxuta?
 - f) outros?
31. Como as ordens de produção são transmitidas para o chão de fábrica da sua empresa?
- a) *on line*, com registro de cada evento?
 - b) formulários eletrônicos, mas atualizações não são *on line*?
 - c) lista impressa (e qual a periodicidade)?
 - d) outras formas: _____. (e qual a periodicidade)?
32. Como as informações do chão de fábrica (acompanhamento da produção) da sua empresa são transferidas para o PCP?
- a) *on line*, com registro de cada evento?
 - b) leitura e registro eletrônico, mas registros não são *on line*?
 - c) leitura e registro manual (e qual a periodicidade)?
 - d) não são transferidas?
33. Sua empresa possui um sistema automático de controle das operações do chão de fábrica, a exemplo do MES? Se sim, o software de PCP está conectado com esse sistema?
34. A equipe de PCP da sua empresa tem atribuições estendidas, oferecendo apoio computacional para vendas, contabilidade, compras, engenharia, processamento de dados, treinamentos de software, etc.?
35. É uma prática rotineira o PCP visitar o chão de fábrica da sua empresa para verificar o andamento da produção?
36. Cabe ao PCP da sua empresa o planejamento de *Kanbans*, projeto de células e a instalação de *Heijunkas*?