

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E
SISTEMAS
NÍVEL MESTRADO

ARIEL PEIXOTO POSSEBON

UMA ANÁLISE COMPARATIVA DO PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO E
CONTROLE DA PRODUÇÃO E DOS MATERIAIS EM EMPRESAS DO TIPO MTO E
MTS: UM ESTUDO DE CASO MÚLTIPLO

São Leopoldo

2013

ARIEL PEIXOTO POSSEBON

UMA ANÁLISE COMPARATIVA DO PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO E
CONTROLE DA PRODUÇÃO E DOS MATERIAIS EM EMPRESAS DO TIPO MTO E
MTS: UM ESTUDO DE CASO MÚLTIPLO

Dissertação apresentada à como requisito parcial
para a obtenção do título de Mestre, pelo
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção e Sistemas da Universidade do Vale do
Rio dos Sinos – UNISINOS

Orientador: Prof. Dr. José Antônio Valle Antunes Júnior

São Leopoldo

2013

P856a

Possebon, Ariel Peixoto.

Uma análise comparativa do planejamento, programação e controle da produção e dos materiais em empresas do tipo MTO e MTS : um estudo de caso múltiplo / Ariel Peixoto Possebon. – 2013.

116 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, 2013.

"Orientador: Prof. Dr. José Antônio Valle Antunes Júnior."

1. Planejamento da produção. 2 Programação da produção. 3. Make-To-Order. 4. Make-To-Stock. I. Título.

CDU 658.5

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Bibliotecário: Flávio Nunes – CRB 10/1298)

ARIEL PEIXOTO POSSEBON

UMA ANÁLISE COMPARATIVA DO PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO E
CONTROLE DA PRODUÇÃO E DOS MATERIAIS EM EMPRESAS DO TIPO MTO E
MTS: UM ESTUDO DE CASO MÚLTIPLO

Dissertação apresentada como requisito parcial
para a obtenção do título de Mestre, pelo
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção e Sistemas da Universidade do Vale do
Rio dos Sinos – UNISINOS

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Luis Henrique Rodrigues - Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Prof. Dr. Daniel Pacheco Lacerda - Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Prof. Dr. Alexandre Reus Baroni de Souza

“Somos o que repetidamente fazemos. A excelência, portanto, não é um efeito, mas um hábito.”

Aristóteles

AGRADECIMENTOS

À Deus, causa primária de nossa existência;

Aos familiares, base de sustentação de qualquer ser humano;

À minha amada companheira Daianny, pelos momentos de ausência durante esta trajetória;

Ao meu orientador professor Dr. José Antônio Valle Antunes Júnior pela dedicação de seu tempo e apoio na construção deste trabalho;

Aos colegas da Produção que contribuíram diretamente ou indiretamente;

A todos os professores do PPGEPS, em especial aos professores que mais tive contato: Prof. Daniel Lacerda, Prof. Luis Henrique Rodrigues, Prof. Ricardo Augusto Cassel, Prof. José Antônio Valle Antunes Júnior, Prof. Jacinto Ponte e Profa. Claudia Cristina Bitencourt;

À secretaria e coordenação do PPGEPS;

Aos colegas da turma de mestrado, em especial ao Douglas Veit pela parceria nos trabalhos;

Aos entrevistados que forneceram parte do seu tempo para me atender além da matéria-prima principal para a construção desta pesquisa;

Enfim a todos que me ajudaram direta ou indiretamente, meus sinceros agradecimento. Mais uma vez, Obrigado!

RESUMO

O Planejamento, Programação e Controle da Produção e dos Materiais é um importante processo do fluxo de informação que visa o desdobramento do Planejamento Estratégico para os níveis operacionais da empresa. Tais atividades, planejamento e programação, são atividades analíticas que envolvem a tomada de decisões que impactam na operação dos sistemas de produção. Para tomar estas decisões de forma correta, estes processos precisam da robustez necessária para auxiliar tais decisões. Na contrapartida, os sistemas de produção são diferentes aumentando ou diminuindo sua complexidade e conseqüentemente a forma como a empresa toma suas decisões. Neste contexto, este estudo pretende evidenciar quais são as diferenças existentes sob o prisma do PPCPM para dois tipos de sistemas de produção, os sistemas que atendem à demanda baseado em uma produção *Make-To-Order (MTO)*, e os sistemas baseado em uma produção *Make-To-Stock (MTS)*. Para tanto, a pesquisa foi realizada utilizando um Estudo de Caso múltiplo, considerando o PPCPM como sua unidade de análise. A partir desta análise, obteve-se como resultados desta pesquisa, as principais diferenças entre os processos de PPCPM para estes dois tipos de sistemas de produção com base nos casos estudados.

Palavras chave: Planejamento da Produção, Programação da Produção, Make-To-Order, Make-To-Stock.

ABSTRACT

The Production Planning and Production Scheduling processes are important flow of information aimed at the deployment of the Strategic Planning for the operational levels of the company. Such activities, planning and scheduling, are analytical activities that involve making decisions that affect the operation of production systems. To make these decisions so correct, these processes require robustness needed to support these decisions. In contrast, the different production systems are increasing or decreasing its complexity and consequently how the company makes its decisions. In this context, this study aims to highlight what are the differences through the prism of PPCPM for two types of production systems, systems that meet the demand based on a production Make-To-Order (MTO), and systems based on a production Make-To-Stock (MTS). Therefore, the survey was conducted using a multiple case study, considering the PPCPM as unit of analysis. From this analysis, it was obtained as result of this research, the main differences between the PPCPM processes for these two types of production systems based on case studies.

Keywords: Production Planning, Production Scheduling, Make-To-Order and Make-To-Stock.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema Produtivo	23
Figura 2 – Classificação dos sistemas de produção quanto a resposta à demanda.....	25
Figura 3 - Horizontes de Planejamento	27
Figura 4 - Relação entre Planejamento e Controle	29
Figura 5 - S&OP no processo de planejamento global.....	31
Figura 6 - Processo mensal do S&OP	33
Figura 7 - MPS no processo de planejamento global	34
Figura 8 – Equação que expressa o conceito de capacidade	39
Figura 9 - Equação que expressa o conceito de Demanda	40
Figura 10 - Exemplo conceitual para análise de capacidade <i>versus</i> demanda	41
Figura 11 - Programação da produção no processo de planejamento global	42
Figura 12 - Lista de materiais	44
Figura 13 - Produção "empurrada" <i>versus</i> produção "puxada"	47
Figura 14 - Modelo esquemático do TPC.....	49
Figura 15 - Modelo de funcionamento do CONWIP	50
Figura 16 - Classificações da pesquisa científica	56
Figura 17 - Tipos de projetos para estudos de caso.....	59
Figura 18 - Abordagem de replicação para o método de Estudo de Caso.....	60
Figura 19 - Método de trabalho - Etapa de Planejamento	62
Figura 20 - Método de trabalho - Etapa de Execução	62
Figura 21 - Método de trabalho - Etapa de Fechamento	63
Figura 22 - Método de trabalho – Visão geral.....	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tópicos da Gestão de Operações publicados nos periódicos internacionais	17
Quadro 2 - Tópicos ligados ao PPCPM publicados nos periódicos internacionais.....	17
Quadro 3 - Dados da pesquisa de Fernandes (2009)	18
Quadro 4 - Níveis de Planejamento.....	29
Quadro 5 - Exemplo da lógica do MPS.....	35
Quadro 6 - Registro básico do MRP.....	45
Quadro 7 - Situações relevantes para diferentes métodos de pesquisa.....	54
Quadro 8 - Passos para aplicar o método de estudo de caso	58
Quadro 9 - Casos selecionados.....	65
Quadro 10 - Resumo do Caso I – Parte I.....	74
Quadro 11 - Resumo do Caso I – Parte II.....	75
Quadro 12 - Resumo do Caso II – Parte I.....	83
Quadro 13 - Resumo do Caso II – Parte II	84
Quadro 14 - Resumo dos casos MTO - Parte I.....	86
Quadro 15 - Resumo dos casos MTO - Parte II	87
Quadro 16 - Resumo do Caso III – Parte I	93
Quadro 17 - Resumo do Caso III – Parte I	94
Quadro 18 - Resumo do Caso IV	99
Quadro 19 – Resumo dos casos MTS – Parte I.....	101
Quadro 20 - Resumos dos casos MTS - Parte II	102
Quadro 21 - Resumo comparativo dos casos MTO e MTS.....	104
Quadro 22 – Comparação entre os níveis de planejamento teóricos x casos estudados	107
Quadro 23 – Principais diferenças entre os sistemas MTO e MTS para os casos estudados.	108

LISTA DE SIGLAS

ATO – Assembly-To-Order

ATP – Available To Promise

BOM – Bill of Materials

CRP – Capacity Requirements Planning

ETO – Engineering-To-Order

JIT – Just-in-time

MRP – Material Requirements Planning

MRP II – Manufacturing Resources Planning

MTO – Make-To-Order

MTS – Make-To-Stock

MPS – Master Production Scheduling

PHP – Planejamento Hierárquico da Produção

PMP – Plano Mestre de Produção

PPCPM – Planejamento, Programação e Controle da Produção e dos Materiais

RCCP – Rough-Cut Capacity Planning

RRC - Recursos com Restrição de Capacidade

S&OP – Sales and Operations Planning

TPC – Tambor-Pulmão-Corda

TOC – Teoria das Restrições

WIP – Work In Process

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	JUSTIFICATIVA DA PESQUISA	16
1.1.1	Justificativa acadêmica	16
1.1.2	Justificativa para as empresas	19
1.2	PROBLEMA DE PESQUISA	20
1.3	OBJETIVOS DA PESQUISA	20
1.3.1	Objetivo geral	20
1.3.2	Objetivos específicos	21
1.4	DELIMITAÇÕES DA PESQUISA	21
1.5	ESTRUTURA DA PESQUISA	21
2	REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1	SISTEMAS PRODUTIVOS	23
2.1.1	Classificação dos Sistemas Produtivos	24
2.2	INTRODUÇÃO AO PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO E DOS MATERIAIS (PPCPM)	26
2.2.1	Planejamento Hierárquico da Produção	27
2.3	O PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO	30
2.3.1	<i>Sales and Operations Planning (S&OP)</i>	30
2.3.2	<i>Master Production Scheduling (MPS)</i>	33
2.4	PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE	36
2.4.1	Capacidade <i>versus</i> Demanda	39
2.5	PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO	42
2.5.1	Planejamento das Necessidades dos Materiais (MRP)	43
2.5.2	Kanban	46
2.5.3	Tambor-Pulmão-Corda (TPC)	48
2.5.4	CONWIP	50

2.6	CONTROLE DA PRODUÇÃO	51
3	MÉTODO.....	53
3.1	PESQUISA CIENTÍFICA	53
3.2	MÉTODO DE PESQUISA: ESTUDO DE CASO.....	57
3.3	MÉTODO DE TRABALHO	61
3.3.1	Seleção dos casos	64
3.3.2	Coleta e tratamento de dados.....	65
4	DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	67
4.1	CASOS DO TIPO MTO	67
4.1.1	Estudo de Caso I.....	67
4.1.1.1	Ciclo de Planejamento.....	68
4.1.1.2	Ciclo de Programação	71
4.1.1.3	Ciclo de Controle	72
4.1.1.4	Estrutura de PPCPM.....	73
4.1.1.5	Fatores Críticos de Sucesso (FCS).....	73
4.1.1.6	Análise do Caso I	74
4.1.2	Estudo de Caso II.....	76
4.1.2.1	Ciclo de Planejamento.....	77
4.1.2.2	Ciclo de Programação	79
4.1.2.3	Ciclo de Controle	80
4.1.2.4	Estrutura de PPCPM.....	82
4.1.2.5	Fatores Críticos de Sucesso (FCS).....	82
4.1.2.6	Análise do Caso II.....	83
4.1.3	Consolidação dos casos MTO	86
4.2	CASOS DO TIPO MTS.....	88
4.2.1	Estudo de Caso III	88
4.2.1.1	Ciclo de Planejamento.....	89
4.2.1.2	Ciclo de Programação	90

4.2.1.3	Ciclo de Controle	91
4.2.1.4	Estrutura de PPCPM.....	92
4.2.1.5	Fatores Críticos de Sucesso (FCS).....	92
4.2.1.6	Análise do Caso III.....	93
4.2.2	Estudo de Caso IV	95
4.2.2.1	Ciclo de Planejamento.....	95
4.2.2.2	Ciclo de Programação	97
4.2.2.3	Ciclo de Controle	97
4.2.2.4	Estrutura de PPCPM.....	98
4.2.2.5	Fatores Críticos de Sucesso (FCS).....	98
4.2.2.6	Análise do Caso IV	99
4.2.3	Consolidação dos casos MTS.....	100
4.3	ANÁLISE COMPARATIVA DOS CASOS MTO E MTS.....	103
5	CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	110
5.1	CONCLUSÕES	110
5.2	LIMITAÇÕES	111
5.3	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	112
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	113
	ANEXO A – ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA.....	117

1 INTRODUÇÃO

A área do conhecimento da Engenharia de Produção vem sendo consolidada ao longo dos últimos anos. Muitos estudos revelaram novos conceitos, abordagens, práticas e métodos da Gestão de Operações, uma sub área da Engenharia de Produção. Inserido na Gestão de Operações, o Planejamento, Programação e Controle da Produção e Materiais (PPCPM) desenvolve questões referentes ao desdobramento do fluxo da informação do nível estratégico ao operacional, sendo uma área que desempenha um papel fundamental na gestão dos sistemas de produção (OMAR & TEO, 2007).

Segundo Feng et. al (2011), o PPCPM é importante para os sistemas de produção, pois a transformação das matérias-primas em produtos finais envolvem custos com materiais, energia, mão-de-obra, manutenção, logísticos, máquinas, equipamentos, entre outros. A chave para a competitividade está no uso adequado destes recursos e para tal, é necessário que os métodos de planejamento, programação e controle da produção e dos materiais estejam em constante melhoria. Desta forma, mantém-se a eficiência dos sistemas de produção e a redução dos custos para assegurar a competitividade necessária no atual contexto competitivo. Consonante com a competitividade, as empresas buscam rentabilidade e para isso precisam oferecer produtos de qualidade, custo e atendimento. Para fornecer essas características elas necessitam de um sistema de planejamento da produção eficiente, onde tais atividades levem a fabricação de produtos de acordo com as expectativas do mercado. Dependendo do ambiente que esta empresa se encontra, as funções de planejamento, programação e controle necessários podem ser diferentes (EBADIAN et. al, 2009).

Skinner (1969) trouxe à tona a relevância da estratégia de operações para as empresas e que decisões estratégicas são necessárias para compor a estratégia da operação. Dentre estas decisões, o Planejamento da Produção é uma das áreas de decisão ilustrando sua importância na construção da estratégia de operações. Weelwright (1984) corrobora esta posição, elencando o Planejamento e Controle da Produção e Materiais como uma das categorias de decisão que através da estratégia da operação irá prover a vantagem competitiva de uma empresa.

Para Stevenson *et al.* (2005), o PPCPM é crucial para atender as demandas e expectativas dos clientes, podendo se tornar um diferencial competitivo para a empresa. Além de ser uma tarefa complicada, o PPCPM requer a cooperação entre os departamentos funcionais da empresa, sendo este processo a resultante do desdobramento das decisões

através de uma hierarquia de processos, denominado Planejamento Hierárquico da Produção (PHP) (ÖZDAMAR *et al.* 1998).

1.1 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

A seguir são apresentadas as justificativa acadêmica e a justificativa empresarial que sustentam a presente pesquisa.

1.1.1 Justificativa acadêmica

O PPCPM enquanto tema de pesquisa, bem como o problema de pesquisa deste estudo são relevantes para o contexto da Gestão de Operações. Uma parte considerável do desdobramento da estratégia até aos níveis operacionais na área de operações é realizado a partir do processo de PPCPM. Contudo, processos ineficazes acabam não contribuindo para o atingimento das estratégias estabelecidas e em alguns casos dificulta bastante a sua operacionalização. A estratégia de operação é um elemento fundamental de uma empresa para alcançar seus objetivos e o PPCPM, enquanto fluxo de informações, é um dos principais canais para a operacionalização desta estratégia. Isso tende a justificar a relevância do tema e do problema de pesquisa deste trabalho. Skinner (1969) e Skinner (1974) ilustram o PPCPM como um dos elementos relevantes de um sistema de produção para a composição de sua estratégia. Weelwright (1984) também coloca o PPCPM como uma das categorias de decisão que compreendem a estratégia de produção.

Adicionalmente é possível afirmar que houve nos últimos anos uma significativa redução de estudos na área de PPCPM. Ao longo do tempo o tema vem perdendo relevância acadêmica a níveis internacionais. (Prasad & Babbar, 2000). Neste estudo os autores realizaram um levantamento de todas as publicações realizadas dentro da área de Gestão de Operações (*Operations Management*) em 28 periódicos que pesquisam sobre o tema e classificaram os artigos em tópicos. Estes tópicos são comparados em duas janelas de tempo agregadas em 7 anos. A primeira, de 1896-1989 e a segunda de 1990-1997. O Quadro 1 apresenta o resultado deste estudo, os percentuais de participação de cada tópico e a diferença entre os dois períodos analisados.

Quadro 1 - Tópicos da Gestão de Operações publicados nos periódicos internacionais

ÁREA	1986-1989		1990-1997		% DIF.
	QTD.	% DO TOTAL	QTD.	% DO TOTAL	
Estratégia	15	12,40%	84	19,67%	7,28%
Localização	12	9,92%	28	6,56%	-3,36%
Capacidade	2	1,65%	5	1,17%	-0,48%
Flexibilidade	5	4,13%	7	1,64%	-2,49%
Tecnologia	13	10,74%	38	8,90%	-1,84%
Produtividade	4	3,31%	16	3,75%	0,44%
Leiaute	0	0,00%	1	0,23%	0,23%
Previsão	1	0,83%	4	0,94%	0,11%
Programação	2	1,65%	3	0,70%	-0,95%
Planejamento Agregado	5	4,13%	8	1,87%	-2,26%
Compras	11	9,09%	63	14,75%	5,66%
Distribuição	11	9,09%	47	11,01%	1,92%
Estoques	4	3,31%	18	4,22%	0,91%
JIT – <i>Just-in-time</i>	19	15,70%	35	8,20%	-7,51%
Qualidade	9	7,44%	41	9,60%	2,16%
Confiabilidade e manutenção	2	1,65%	3	0,70%	-0,95%
Medição do trabalho	2	1,65%	16	3,75%	2,09%
Serviços	4	3,31%	10	2,34%	-0,96%
Gestão de projetos	0	0,00%	0	0,00%	0,00%
TOTAL	121	100,00%	427	100,00%	

Fonte: Adaptado de Prasad & Babbar 2000

Dentre os tópicos apresentados no Quadro 1 pelos autores, pode-se elencar 4 deles como sendo assuntos relacionados diretamente com o PPCPM, são eles: Capacidade (Capacity), Previsão (Forecasting), Programação/Sequenciamento (Scheduling) e Planejamento Agregado (Aggregate Planning). O Quadro 2 ilustra os resultados destes tópicos.

Quadro 2 - Tópicos ligados ao PPCPM publicados nos periódicos internacionais

ÁREA	1986-1989		1990-1997		% DIF.
	QTD.	% DO TOTAL	QTD.	% DO TOTAL	
Capacidade	2	1,65%	5	1,17%	-0,48%
Previsão	1	0,83%	4	0,94%	0,11%
Programação	2	1,65%	3	0,70%	-0,95%
Planejamento Agregado	5	4,13%	8	1,87%	-2,26%
TOTAL	10	8,26%	20	4,68%	-3,58%

Fonte: Adaptado de Prasad & Babbar 2000

Na segunda janela de tempo (1990-1997) a quantidade de estudos sobre PPCPM praticamente reduziu pela metade (3,58 pontos percentuais de redução em relação aos 8,26 pontos percentuais do período anterior, o que representa 43% de redução) em proporção a quantidade de estudos totais sobre Gestão de Operações¹. No Brasil, o estudo de Fernandes (2009) traz dados que revelam a mesma tendência internacional. O Quadro 3 permite visualizar os dados coletados por Fernandes (2009) que representam o percentual em relação ao total de artigos publicados para as áreas da Gestão de Operações, sendo os cinco primeiros tópicos referentes aos PPCPM.

Quadro 3 - Dados da pesquisa de Fernandes (2009)

ÁREA	ENEGEP 1987 (% do total)	ENEGEP 1997 (% do total)
Controle de Estoques/MRP/JIT	13,33%	3,08%
Planejamento agregado	0,00%	0,77%
Previsão	1,67%	0,38%
Scheduling/MPS/SFC	1,67%	3,08%
Planejamento da Capacidade	0,00%	0,00%
Compras/Cadeia de Suprimentos	0,00%	3,08%
Localização de instalações	0,00%	0,38%
Leiaute de fábrica	3,33%	0,77%
Projeto do processo/Tecnologia	21,67%	19,23%
Manutenção	3,33%	2,31%
Qualidade	3,33%	20,00%
Medida do trabalho	3,33%	2,31%
Estratégia	5,00%	13,46%
Distribuição	1,67%	2,31%
Qualidade de vida no trabalho	20,00%	10,77%
Gestão de Projetos	15,00%	5,00%
Serviços	6,67%	13,08%

Fonte: Adaptado de Fernandes (2009)

Segundo o autor, o ENEGEP aumentou o volume de artigos publicados no período de 10 anos (1987-1997) enquanto que a proporção de artigos na área de PPCPM caiu de 16,66% para 7,31%. Isso revela o fato de que o PPCPM perdeu atração pelos acadêmicos em estudos

¹ Não foram encontrados estudos recentes para complementar a tendência apresentada por Prasad & Babbar (2000). Entretanto, acredita-se que esta tendência se mantém após o período contemplado pelo estudo.

e que justifica o presente trabalho em retomar esta discussão, trazendo novos fatos da perspectiva empírica através dos estudos de caso.

1.1.2 Justificativa para as empresas

Do ponto de vista prático esta pesquisa justifica-se na medida em que traz a evidências dos conceitos e práticas utilizados nos casos estudados. Adicionalmente, serve tanto para confirmar o sucesso de determinados estudos acadêmicos, como para identificar os motivos pelos quais algumas aplicações se tornam de difícil implantação. Sob a perspectiva do mundo empírico, Fernandes (2009) tenta explicar as razões para este distanciamento entre a teoria e a prática em seu estudo. Estas conclusões elencadas corroboram com os objetivos desta dissertação na busca pela conexão dos casos com teoria. São elas:

- a) há uma diferença entre a maneira como os gerentes de produção e os acadêmicos enxergam os problemas;
- b) modelos matemáticos para a resolução de problemas de planejamento e programação não são entendidos por parte dos gestores de produção, dificultando a aplicabilidade dos conceitos;
- c) os dados necessários para a aplicação de modelos ou métodos de planejamento e programação nem sempre estão disponíveis;
- d) a teoria simplifica a realidade encontrando soluções ótimas enquanto os gerentes de produção trabalham em ambientes complexos, difíceis de serem otimizados;
- e) os pesquisadores entendem que a problemática do PPCPM pode ser resolvida através de abordagens de ensino.

Da mesma forma, Mesquita & Santoro (2004) identificam algumas barreiras à aplicação de modelos matemáticos para solucionar problemas de PPCPM em alguns casos estudados. Suas conclusões reformam pontos negligenciados tanto por acadêmicos quanto por profissionais e que reforçam o distanciamento entre a teoria e a prática. São elas:

- a) os responsáveis pelo PPCPM das empresas possuem pouca familiaridade com os conceitos relacionados com modelos matemáticos, a exemplo da Pesquisa Operacional. Isso deve-se ao fato de que a formação dos profissionais da área de PPCPM (Graduação ou Pós-Graduação) geralmente não está relacionada com a Engenharia de Produção;

- b) há uma dificuldade em se operacionalizar os modelos teóricos. Estas dificuldades estão relacionadas à necessidade de esforço de desenvolvimento e implantação de ferramentas computacionais para suportar o uso de tais modelos. Esse esforço está diretamente ligado com a alocação de recursos (financeiros, estrutura, pessoas, entre outros), criando certa barreira à implantação.

Todos estes pontos levantados pelos dois estudos, representam as dificuldades sob o aspecto empírico das aplicações práticas de conceitos, modelos e ferramentas discutidos na academia. Desta forma justifica-se o problema desta pesquisa na tentativa de aproximar os conceitos de PPCPM nas suas aplicações nos ambientes de produção que possuem diferenças cada vez mais complexas e fundamentais devido à diversidade global.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

A presente pesquisa busca o entendimento do PPCPM em diferentes sistemas produtivos, considerando dois tipos de indústrias, classificadas como *Make-To-Order (MTO)*, ou Produzir para Pedido e *Make-To-Stock (MTS)*, ou Produzir para Estoque. Estas duas classificações de empresas, caracterizam ambientes de produção distintos e pressupõe-se que haverão diferenças sob o âmbito dos processos de PPCPM. Neste contexto, pretende-se identificar estas diferenças conceituais e, também, em relação as técnicas utilizadas.

Desta forma esta pesquisa caracteriza-se pela seguinte questão de pesquisa: “Como funcionam os processos de Planejamento, Programação e Controle da Produção e Materiais (PPCPM) em empresas e quais são as principais diferenças, no que tange ao PPCPM, entre sistemas de produção do tipo MTO e MTS?”.

1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

São os seguintes objetivo geral e objetivos específicos de pesquisa:

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho consiste em estudar o PPCPM em empresas do tipo MTO e do tipo MTS, com a finalidade de identificar suas diferenças no que tange aos conceitos, métodos e técnicas utilizados.

1.3.2 Objetivos específicos

Para que o objetivo geral deste trabalho possa ser atingido e o problema de pesquisa respondido, os objetivos específicos desta pesquisa são:

- a) entender o funcionamento dos processos de PPCPM dos casos estudados;
- b) identificar os conceitos, métodos e técnicas utilizadas em cada estudo de caso;
- c) consolidar uma visão do PPCPM para sistemas de produção MTO e MTS;
- d) comparar os sistemas de produção MTO e MTS sob a ótica do PPCPM e evidenciar suas principais semelhanças e diferenças.

1.4 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

A natureza deste trabalho consiste entender os processos de PPCPM e identificar possíveis diferenças entre os casos estudados no que diz respeito aos conceitos e ferramentas utilizados, além das características do ambiente de produção de cada caso. Portanto pode-se dizer que:

- a) esta pesquisa não pretende criar ou propor conceitos novos em PPCPM, apenas identificar, se for o caso, lacunas teóricas da qual possam emergir novos conceitos;
- b) não serão discutidas questões que fogem do âmbito dos processos de PPCPM, sendo o eixo central da discussão o desdobramento hierárquico dos processos a partir da visão de Planejamento Hierárquico da Produção;
- c) também não serão discutidas questões que envolvem outros tipos de empresa que não sejam MTO e MTS, previamente definidas no problema desta pesquisa.

1.5 ESTRUTURA DA PESQUISA

Nesta seção será apresentada a estrutura deste trabalho como forma de orientar a leitura e possibilitar clareza na forma em que o tema está sendo abordado.

O Capítulo 1 – Introdução, conduz de forma sucinta a linha de pesquisa do presente trabalho e o problema de pesquisa a que este se propões a responder. Na sequência são elencados os objetivos geral e específicos que pretendem equacionar o problema de pesquisa na medida em que são atingidos. Também são discutidas as justificativas que evidenciam os argumentos a respeito da importância em se tratar este problema de pesquisa e pautam as

razões pelas quais se pretende estudar. Por fim, discute-se as delimitações que concluem esta seção introdutória, elencando o escopo do trabalho.

O segundo capítulo, Capítulo 2 – Referencial Teórico, explora os conceitos de Planejamento e Programação da Produção e dos Materiais que fundamentam esta dissertação. Este capítulo inicia com o conceito de sistemas produtivos e os diferentes modelos de produção conhecidos, introduz o tema do PPCPM a partir da visão hierárquica dos processos e detalha cada um dos níveis hierárquicos do PPCPM, dividindo-os em subcapítulos que relatam o planejamento, a programação e o controle da produção.

O Capítulo 3 – Metodologia, discute o método utilizado para a realização da presente pesquisa – o estudo de caso múltiplo. Também relata o Método de Trabalho, detalhando os procedimentos operacionais utilizadas para a coleta e análise de dados e as ações que serão realizadas para o atingimento dos objetivos.

O trabalho de campo é abordado no Capítulo 4, que constitui a descrição dos casos estudados, análises e conclusões, explorando a conexão e as repercussões que as evidências empíricas podem trazer para a teoria.

O Capítulo 5 – Considerações, limitações e recomendações para trabalhos futuros faz o fechamento da presente pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção são apresentados os conceitos que envolvem esta pesquisa e que são fundamentos para a construção do estudo de caso. Os conceitos iniciam na visão dos sistemas produtivos, o conceito chave para ilustrar a necessidade da Gestão de Operações e, conseqüentemente, a visão de PPCPM em seus níveis hierárquicos e diferentes abordagens de aplicação.

2.1 SISTEMAS PRODUTIVOS

Segundo Tubino (2009), entende-se por sistema produtivo, um sistema que transforma matérias-primas (entradas) em produtos acabados e/ou serviços (saídas) gerando valor aos clientes. Constitui-se de um conjunto de recursos (mão-de-obra, processos, instalações, financeiros, entre outros) que são projetados para este propósito, transformar matéria-prima em produto acabado (FERNANDES & GODINHO 2010).

De maneira geral, todas as operações possuem estas mesmas características (entradas, saídas e recursos). Porém essas, operações diferem em suas características específicas. Por exemplo: tanto um hospital quando uma fábrica de automóveis possuem o mesmo conceito de sistema de produção (entradas, saídas e recursos), entretanto observa-se que estes dois exemplos possuem operações completamente distintas. Enquanto a primeira transforma seus pacientes (entradas e saídas) através de um serviço hospitalar, a segunda transforma matéria-prima (entradas) em automóveis (saídas) (SLACK *et al.* 2009). A Figura 1 é uma representação esquemática do conceito de sistema.

Figura 1 - Sistema Produtivo



Fonte: Adaptado de Slack *et al.* (2009)

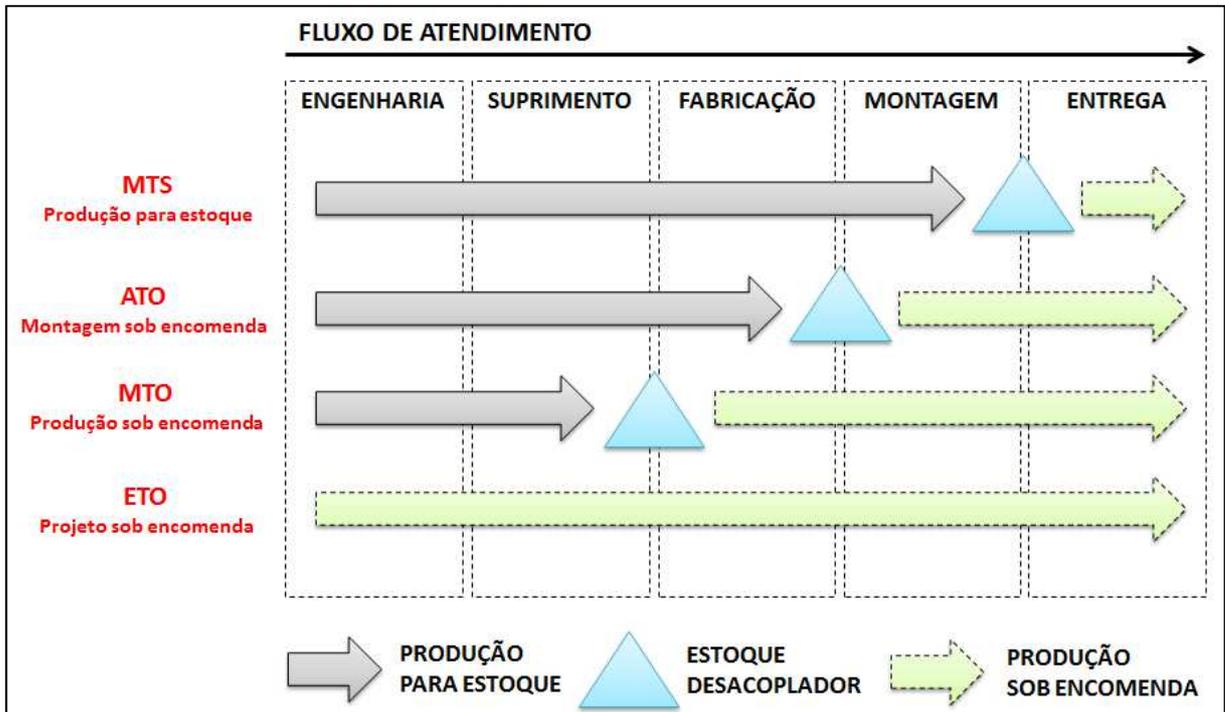
Para que um Sistema Produtivo funcione são necessárias que suas entradas e saídas sejam planejadas conforme os prazos estabelecidos com os clientes (saídas) e fornecedores (entradas) estabelecendo assim a necessidade de gerir este fluxo (TUBINO 2009). Para Slack *et al.* (2009), o PPCPM tem por objetivo fornecer bens e/ou serviços que satisfaçam as necessidades dos clientes através da programação dos recursos de produção de maneira eficaz. Adicionalmente, são objetivos do PPCPM questões como: i) proporcionar que os produtos sejam produzidos com qualidade; ii) garantir níveis de eficiência/produktividade dos recursos de produção (máquinas e mão-de-obra); iii) auxiliar na redução dos estoques e iv) manter a satisfação dos clientes através do bom atendimento (MOREIRA 2008).

2.1.1 Classificação dos Sistemas Produtivos

O entendimento dos sistemas produtivos é importante para determinar os métodos, ferramentas e técnicas que melhor se aplicam nos diferentes ambientes de produção. A partir desta ótica e ao longo de diversas pesquisas e estudos sobre a administração da produção obtiveram-se diversas formas de classificação dos sistemas produtivos, como por exemplo: pelo grau de padronização; pelo tipo de operação; contínuo ou intermitente; e pela resposta à demanda. Dentre estas, este trabalho baseia-se na classificação dos sistemas de produção sob o prisma da resposta à demanda.

Segundo Fernandes & Godinho (2010), a estratégia de resposta à demanda possui quatro classificações principais encontradas em diversas literaturas. São elas: i) *MTS – Make-To-Stock*, ou produção para estoque; ii) *ATO – Assembly-To-Order*, ou montagem sob encomenda; iii) *MTO – Make-To-Order*, ou produção sob encomenda; iv) *ETO – Engineering-To-Order*, ou projeto sob encomenda. O que diferencia estas estratégias são as posições dos estoques, também chamado de desacoplador. O posicionamento do estoque desacopla o pedido do restante do fluxo e define qual parte é produzida para estoque e qual parte do fluxo é produzida sob encomenda. Estes desacopladores, são chamados na literatura por ponto de desacoplamento do pedido do cliente (*CODP – customer order decoupling point*), se tornando um tema de interesse estratégico. Em mercados globais com aumento da concorrência e ciclos de vida dos produtos cada vez mais curtos, a escolha do ponto de desacoplamento para uma resposta mais rápida a demanda se tornam mais relevantes (OLHAGER 2003). A Figura 2 ilustra este conceito.

Figura 2 – Classificação dos sistemas de produção quanto a resposta à demanda



Fonte: Autor

O tempo de resposta de cada estratégia muda de acordo com a posição do estoque desacoplador. Por exemplo, o tempo de resposta de um sistema MTS é composto apenas pelo *lead time* de distribuição do pedido, uma vez que os produtos acabados já estão em estoque esperando a confirmação da demanda. Já para um sistema do tipo MTO, o tempo de resposta será composto pela soma dos *lead times* de fabricação, montagem e distribuição (FERNANDES & GODINHO, 2010).

De maneira geral, o PPCPM em sistemas do tipo MTO são mais complexos devido a alguns fatores:

- em alguns casos, há um elevado grau de variabilidade nos roteiros e tempos de processamento para diferentes ordens, provocando dificuldade em prever “como” e “quando” estas ordens serão liberadas nas várias operações do chão de fábrica ao longo do tempo (KINGSMAN *et al.* 1989);
- o sistema produtivo é dinâmico e possui falhas como quebra de equipamentos, falta de operadores, falta de materiais, problemas de qualidade, tornando o PPCPM ainda mais difícil (LAND & GAALMAN, 1996);

- c) a baixa aderências as ordens de produção está diretamente ligada ao cumprimento dos prazos de entrega pré-estabelecidos, tornando a definição de uma data de entrega confiável uma tarefa complexa (CORTI *et al.* 2006).

Logo, prazo de entrega e o nível de atendimento são questões chave para assegurar a competitividade de uma empresa. Sendo assim, para o PPCPM a gestão destas datas de entrega é o principal fator para o sucesso em sistemas MTO (EBADIAN *et al.* 2009).

Em sistemas MTS, o PPCPM torna-se mais simplificado, considerando que os produtos acabados estão estocados e o sistema de produção trabalha para repor a medida em que são consumidos. Para Fernandes & Godinho (2010), estas empresas geralmente, possuem a demanda caracterizada por alto volume, com uma certa estabilidade e baixo grau de customização dos produtos. Em contrapartida, os desafios encontra-se em nivelar os níveis de estoque, manter a alta produtividade do sistema de produção e ter agilidade no tempo de reposta às mudanças. As empresas que operam em sistemas MTS, priorizam a confiabilidade de entrega e o preço, além da qualidade que é um critério qualificador de mercado (HALLGREN & OLHAGER, 2006).

2.2 INTRODUÇÃO AO PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO E DOS MATERIAIS (PPCPM)

Tubino (2009) conceitua as funções do PPCPM segmentadas em cada nível hierárquico de decisão da administração da produção. No nível estratégico, a empresa toma decisões utilizando como base um horizonte de longo prazo e o PPCPM participa da construção do Planejamento Estratégico. Na camada intermediária de decisão, o nível tático, o PPCPM desenvolve os planos de produção com horizontes de médio prazo. O nível operacional constitui-se de programas de curto prazo dos quais o PPCPM tem como função liberar as ordens de compras e produção, sequenciar a produção e acompanhar a execução da demanda através dos controles de produção.

Em suma a função base do PPCPM é determinar o que será produzido, em quais quantidades serão produzidos, quando será produzido e quais recursos serão utilizados, de forma a sincronizar o suprimento a demanda, utilizando da melhor forma possível os recursos de produção (CORRÊA *et al.* 2010).

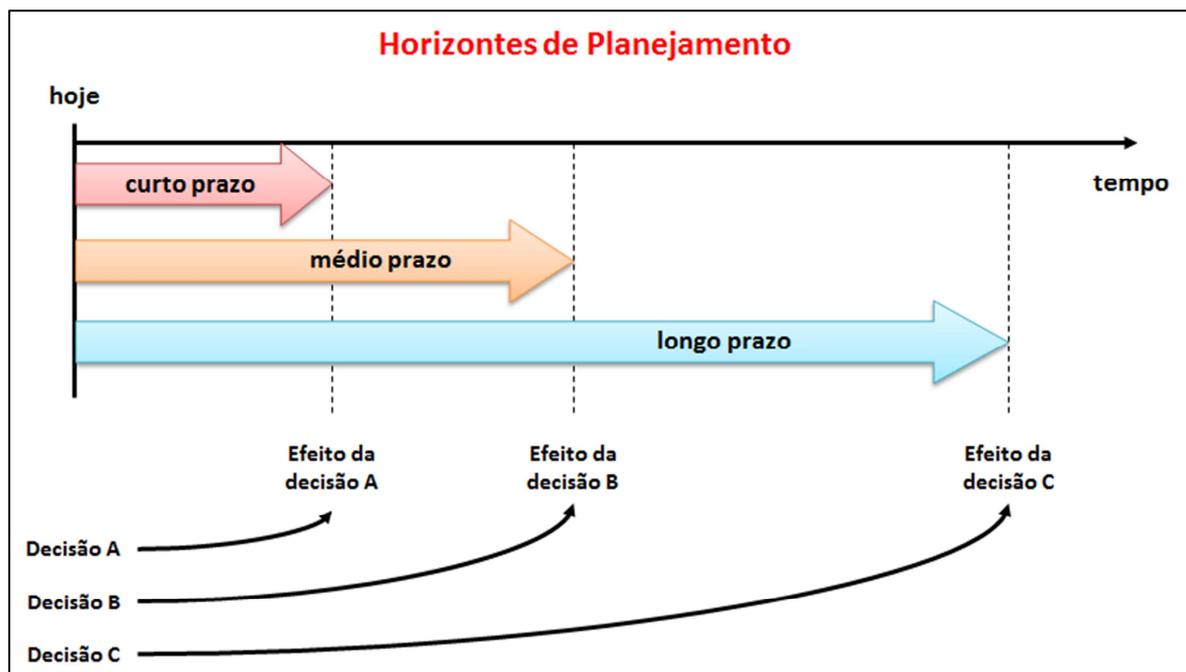
Para atender o conceito exposto acima, uma série de decisões são necessárias de serem tomadas que envolvem tempo e estratégia, a partir desta necessidade, constituiu-se uma visão

hierárquica destas decisões com características e momentos diferentes subordinados hierarquicamente desagregando a estratégia da empresa até o nível operacional com vistas a garantir o atendimento aos clientes externos. A seguir serão apresentados estes conceitos de forma mais ampla. Posteriormente é feito um detalhamento dos tópicos abordados.

2.2.1 Planejamento Hierárquico da Produção

Para Davis *et al.* (2001), planejar é entender como o presente e as visões do futuro influenciam nas decisões tomadas no presente para que se possam atingir objetivos futuros. Constitui-se quando uma determinada decisão necessita de um tempo para surtir efeitos reais no ambiente de produção, a exemplo da compra de um equipamento/máquina (decisão) que pode durar meses até que haja de fato o incremento na capacidade produtiva (efeito da decisão). Este tempo ou inércia que as decisões possuem, precisam ser planejadas com antecedência. Além disso, estas decisões possuem diferentes inércias e diferentes impactos. Decisões que levam pequeno espaço de tempo, geralmente, também envolvem pequeno impacto em termos de recursos. Desta forma é possível segmentar estas decisões em horizontes de planejamento (CORRÊA *et al.* 2010). A Figura 3 ilustra sinteticamente este conceito.

Figura 3 - Horizontes de Planejamento



Fonte: Corrêa *et al.* 2010

O conceito de Planejamento Hierárquico de Produção (PHP) segmenta o fluxo de PPCPM em níveis de decisão para que sejam tomadas as decisões corretas nos horizontes de tempo necessários. O PHP é composto por este conjunto de decisões que são tomadas ao longo do tempo, em níveis diferentes dentro do processo de planejamento. Os dados de entrada e saída de cada etapa do processo diferem e são consideradas as características dos sistemas produtivos. Em geral, estas decisões são tomadas de forma sequencial (SOUZA, 1999).

A segmentação do Planejamento Hierárquico se desdobra em três grandes níveis: i) longo prazo; ii) médio prazo e iii) curto prazo. Estes níveis trabalham em uma lógica de subordinação, ou seja, uma decisão de curto prazo está subordinada a uma decisão de médio prazo, que conseqüentemente, pode estar subordinada a uma decisão de longo prazo. Isso ocorre em virtude das inércias que as decisões possuem e dos recursos necessários para cada tomada de decisão. Também, há uma relação quanto ao nível de agregação da informação, ou seja, quanto maior for o prazo com que estas decisões precisam ser tomadas, em geral, maior será o nível de agregação com que se trabalha (CORRÊA *et al.* 2010).

Segundo Slack *et al.* (2009), no planejamento de longo prazo, a partir de uma visão agregada, estabelecem-se objetivos e recursos necessários, geralmente para os próximos 5 a 10 anos, variando de indústria para indústria (DAVIS *et al.* 2001). Essa visão de planejamento em geral é visualizada em termos financeiros. Já o Planejamento de médio prazo, consiste em detalhar a visão de longo prazo previamente determinada no processo anterior, replanejando se necessário às decisões de médio prazo (SLACK *et al.* 2009). Segundo Davis *et al.* (2001), neste nível normalmente são discutidos horizontes de seis a oito meses com revisões trimestrais, podendo variar de empresa para empresa. Na camada inferior do Planejamento Hierárquico, são tomadas decisões de curto prazo com horizontes normalmente determinados de um dia a seis meses, dependendo também de cada indústria (DAVIS *et al.* 2001). Neste nível, as decisões envolvem informações detalhadas e as intervenções são realizadas com o objetivo atender os planos pré-estabelecidos (SLACK *et al.* 2009). O Quadro 4 resume estes três níveis hierárquicos de planejamento.

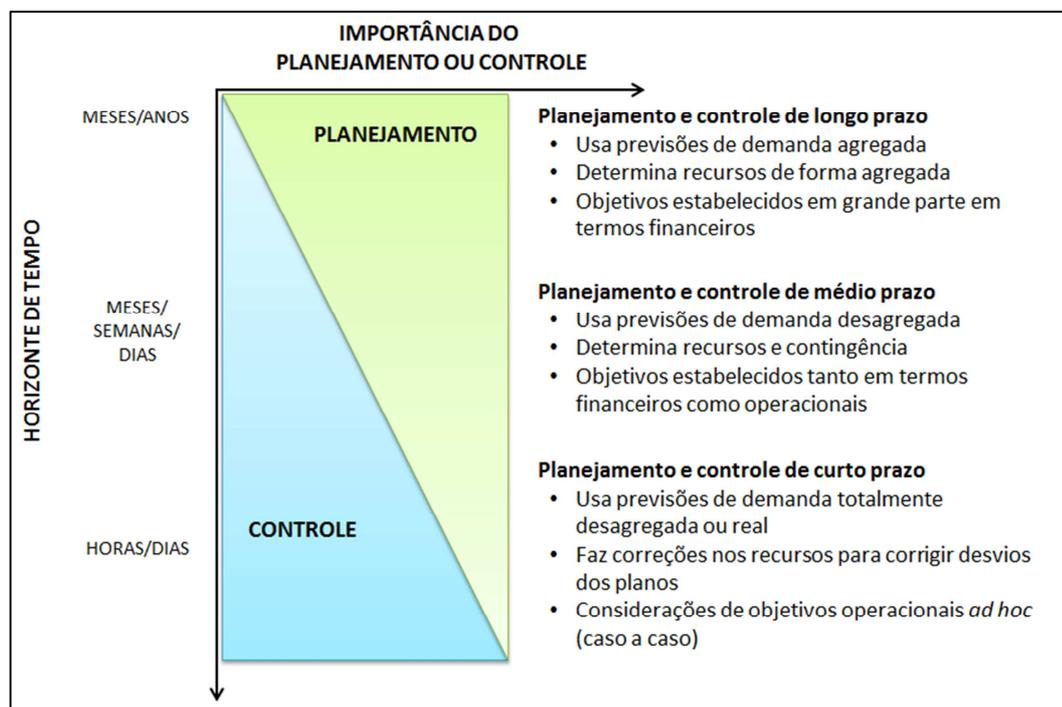
Quadro 4 - Níveis de Planejamento

NÍVEL	HORIZONTE	AGREGAÇÃO
Longo Prazo	5 a 10 anos	Famílias
Médio Prazo	6 a 8 meses	Itens
Curto Prazo	1 dia a 6 meses	Operações

Fonte: Autor

Na medida em que as informações são desagregadas há uma relação direta entre planejamento e controle. Quanto maior o nível de detalhe e menor o horizonte de tempo (curto prazo) maior é a necessidade de controle e limitadas são as decisões a serem tomadas. Em contrapartida, quanto maior o horizonte de tempo (longo prazo), maior ênfase é dado ao planejamento e das decisões a serem tomadas ao passo de que neste horizonte há pouco a ser controlado (SLACK *et al.* 2009). Para elucidar os conceitos supracitados, a Figura 4 representa a relação entre planejamento e controle.

Figura 4 - Relação entre Planejamento e Controle



Fonte: Slack *et al.* (2010)

A função controle é inerente a todos os níveis de planejamento tendo maior ênfase no horizonte de curto prazo. Neste último, o principal objetivo da função controle é gerenciar o fluxo de material com o propósito de que sejam executados os planos previamente planejados, além de informar o sistema de planejamento o *status* de execução destes planos (WOLLMANN *et al.* 2006).

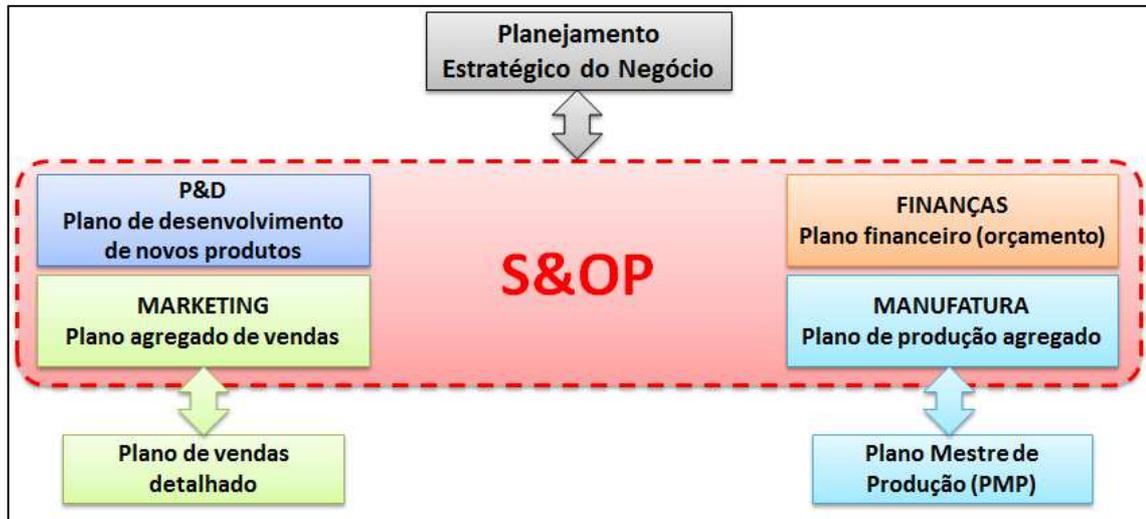
2.3 O PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO

O planejamento da produção é composto por duas camadas de planejamento. A primeira trabalha com o longo prazo e utiliza como base o planejamento estratégico para elaborar um plano agregado. É o elo chave para que a alta gerência possa coordenar as atividades do negócio. Na literatura é denominada *Sales and Operations Planning - S&OP* (Planejamento de Vendas e Operações). A segunda, trabalha com o médio prazo e tem como principal função desagregar o S&OP em uma visão detalhada, convertendo volumes e famílias em quantidades e produtos e desta forma inicia-se a operacionalização do processo de planejamento. O processo que faz este *link* na hierarquia de planejamento é denominado *Master Production Scheduling – MPS* (Programa Mestre de Produção - PMP). A seguir, estes dois níveis de planejamento serão discutidos e detalhados.

2.3.1 *Sales and Operations Planning (S&OP)*

O S&OP, também encontrado em fontes bibliográficas como planejamento agregado (MOREIRA, 2008) (FERNANDES & GODINHO, 2010), é o principal processo associado ao planejamento de longo prazo. Como um processo de planejamento, possui um ciclo de revisão que objetiva identificar uma visão futura e influenciar nas decisões tomadas no presente, além de promover a integração entre as áreas da empresa. Utiliza como entrada as decisões e objetivos provenientes do planejamento estratégico, fazendo parte do processo de planejamento global da empresa (CORRÊA *et al.* 2010). A Figura 5 ilustra a conexão do S&OP com o processo de planejamento da empresa.

Figura 5 - S&OP no processo de planejamento global



Fonte: Corrêa *et al.* (2010)

Para WOLLMANN *et al.* (2006) o S&OP possui quatro fundamentos que devem ser entendidos em sua plenitude para identificar a função do processo dentro do Planejamento Hierárquico. São eles:

- a) demanda e suprimento: É fundamental para um negócio identificar quando há um desequilíbrio entre demanda e suprimento. Quanto à demanda é maior que o suprimento, os clientes são afetados, pois a operação não consegue atender os volumes solicitados. Como impacto para a empresa, os custos aumentam em decorrência das horas extras e fretes especiais e a qualidade diminui em virtude da necessidade de aumentar o ritmo de produção para atender o volume. Da mesma forma, quando o suprimento é maior que a demanda, elevam-se os estoques, há dispensas em função do corte de volume de produção causando, provavelmente, decréscimo as taxas de eficiência da operação. Portanto o papel do S&OP é manter o equilíbrio entre demanda e suprimento e discutir as alternativas e decisões a serem tomadas quando houver algum sinal de desequilíbrio destes dois fatores;
- b) volume e *mix*: Estes dois outros fatores precisam ser tratados conceitualmente, de forma separada. Volume se refere às taxas de produção, vendas, estoques por família de produtos e *mix* ao detalhamento de cada produto, pedido e sequência a produzir. O S&OP trabalha para planejar a situação como um todo e não para discutir os detalhes do planejamento. Neste sentido, a ênfase está em discutir os

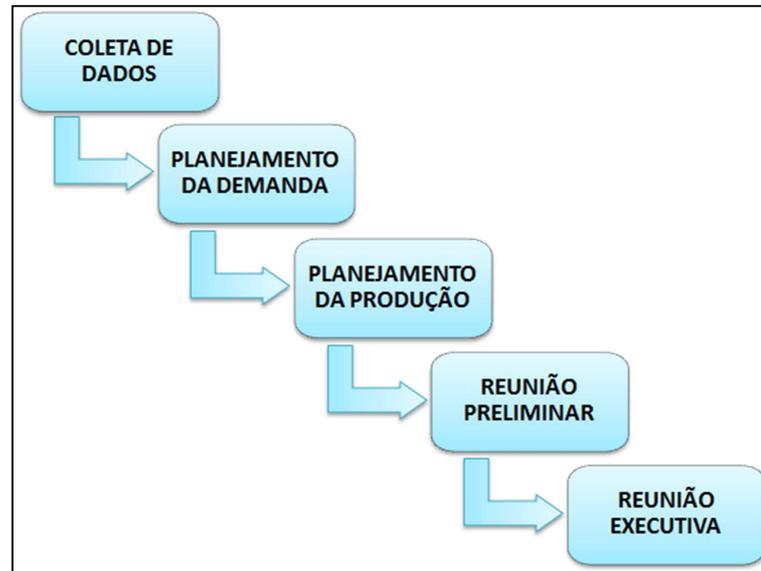
volumes (taxas e níveis) tornando mais fácil para o PPCPM lidar com os problemas de *mix* e pedidos nos planejamentos de médio e curto prazo.

Para que um processo de planejamento de vendas e operações seja efetivo, Corrêa *et al.* (2010) sugere que o S&OP atenda os seguintes objetivos:

- a) suportar o planejamento estratégico do negócio: Consiste em revisar as metas do planejamento estratégico nos ciclos de S&OP visando identificar o cumprimento das mesmas;
- b) garantir que os planos sejam realísticos: Para que os planos sejam realizados é necessário que todas as áreas estejam em comum acordo a respeito dos objetivos estabelecidos. Desta forma o S&OP age de forma a integrar as áreas (Finanças, Produção, Vendas, Suprimentos, entre outras), visando equacionar os conflitos funcionais e colaborando para a acuracidade dos planos;
- c) gerenciar as mudanças de forma eficaz: Existem muitas variáveis no ambiente do negócio que afetam a empresa sistemicamente (novos produtos, mudanças na demanda, caixa financeiros, entre outros) e que precisam de decisões que merecem uma análise coletiva sendo o S&OP o processo que absorve este tipo de decisão a ser tomada;
- d) gerenciar os estoques de produtos finais e/ou a carteira de pedidos: Estoques elevados aumentam os custos e estoques baixos ou desbalanceados podem prejudicar o atendimento. Da mesma forma, uma carteira de pedidos muito grande pode elevar os prazos de entrega ou uma carteira de pedidos pequena pode gerar custos excessivos em função da ociosidade. Neste caso o S&OP age para adequar os níveis de estoques e a carteira de pedidos;
- e) avaliar o desempenho: A avaliação de desempenho entre o previsto *versus* realizado é importante para que um processo de S&OP possa focar suas decisões nas atividades que estão fora do controle;
- f) desenvolver o trabalho em equipe: Proporcionar a integração dos departamentos da empresa é fundamental para o negócio. A negociação das atividades conflitantes, a participação de todos e a tomada de decisão em conjunto são pontos-chaves do S&OP.

Para WALLACE (2012), um processo de S&OP não se constitui de uma simples reunião mensal. O autor propõe que é necessário realizar um trabalho preliminar no início de cada mês. A Figura 6 representa os passos genéricos de um ciclo de S&OP.

Figura 6 - Processo mensal do S&OP



Fonte: Wallace (2012)

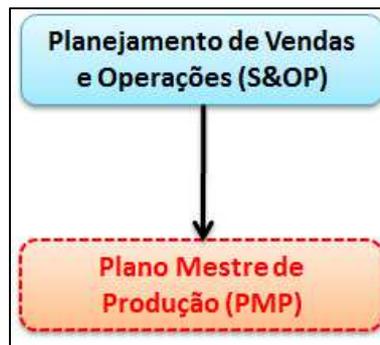
- a) passo 1: é realizada a coleta de dados é iniciada ao término de cada mês, consolidando os dados atuais de demanda e produção;
- b) passo 2: os dados de demanda são atualizados conforme as mudanças do mercado;
- c) passo 3: são analisados os impactos na produção e as necessidades de capacidade e material para atender ao plano. Além disso, são identificadas alternativas para a resolução de problemas;
- d) passo 4: na reunião preliminar, são identificadas as potenciais soluções para atender o plano, elencadas as decisões e os pontos onde não houve consenso entre as áreas. Os assuntos são encaminhados para a alta gerência antes do quinto passo (reunião executiva);
- e) passo 5: na reunião executiva as decisões são aprovadas ou modificadas e o plano é validado.

2.3.2 *Master Production Scheduling* (MPS)

Segundo Moreira (2008), o *Master Production Schedule* (MPS), chamado de Plano Mestre de Produção (PMP), pode ser entendido com um documento que tem por função detalhar quando e quais itens serão produzidos dentro de um determinado período. Geralmente, este período cobre algumas poucas semanas, podendo chegar de seis meses a um ano. Adicionalmente, pode ser definido como o processo que visa desmembrar os planos

estratégicos de longo prazo em planos específicos de produtos acabados (bens ou serviços) no médio prazo. Como resultado deste processo, um plano detalhado de produção é formalizado, servindo como base de entrada para o planejamento de curto prazo, ou processo chamado de programação da produção (TUBINO 2009). A Figura 7 ilustra a conexão do PMP no processo de planejamento da empresa.

Figura 7 - MPS no processo de planejamento global



Fonte: Adaptado de Tubino (2009)

O PMP leva em conta as limitações de capacidade, identificadas de forma também agregada (a grosso modo) auxiliado por um mecanismo chamado *Rough-Cut Capacity Planning* (RCCP) que é parte do módulo de planejamento das necessidades de capacidade. O MPS é constituído de registros com escala de tempo que contém, para cada produto final, as informações de demanda e estoque disponível atual. (ALVES, 2001).

O PMP faz o cálculo das necessidades dos produtos finais, mostrando ao programador a quantidade e o período do tempo em que os mesmos devem estar concluídos. Conforme Slack (2009), o PMP é a etapa mais importante do planejamento e controle de uma empresa, constituindo-se na principal entrada para o planejamento das necessidades de materiais. Na manufatura ele declara a quantidade e o momento em que os produtos finais devem ser produzidos, direcionando toda a operação em termos de montagem, manufatura e compras. É à base do planejamento da mão-de-obra e maquinários. Ele forma a base para que a produção determine o que deve ser produzido. Trata-se de um instrumento de comunicação, possibilitando, se necessárias, as alterações relacionadas a mudanças na demanda e capacidade da produção.

Por se tratar de um plano detalhado ao nível dos produtos acabados, um conjunto de informações são fundamentais para a construção de um PMP. Conforme Fernandes & Godinho (2010) são elas:

- a) previsão de demanda: são informações a respeito do que se espera em termos de vendas para os períodos futuros;
- b) carteira de pedidos: consistem na visão do que de fato já está vendido e serve como informação de comparação para a previsão;
- c) demanda do período: é o valor que de fato será levado em consideração entre previsão ou carteira de pedidos. Geralmente, utiliza-se o maior valor entre estas duas informações;
- d) estoque atual/projetado: posição de estoque atual para o início do PMP e projetado para os períodos futuros;
- e) ATP (*Available To Promise* – Disponível para promessa): identifica as quantidades disponíveis para vendas quando se projetam estoques de produtos acabados;
- f) PMP: definem as quantidades a serem produzidas do produto final e que serão confirmadas em ordens planejadas quando da validação do PMP pelo programador mestre.

O Quadro 5 exemplifica a lógica do PMP, considerando as informações supracitadas.

Quadro 5 - Exemplo da lógica do MPS

ITEM: XXXXXXXXXXXX	PERÍODOS								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Previsão de Demanda		340	350	370	340	290	310	300	290
Carteira de Pedidos		380	360	320	200	40	0	0	0
Demanda		380	360	370	340	290	310	300	290
Estoque atual/projetado	85	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponível para promessa (ATP)									
Programa Mestre de Produção (PMP)		295	360	370	340	290	310	300	290

Fonte: Fernandes & Godinho (2010)

A lógica exemplificada no Quadro 5 é replicada para todos os produtos finais da empresa, constituindo o PMP geral da produção. Fernandes & Godinho (2010) ressaltam a importância de alguns parâmetros que influenciam diretamente no PMP, a saber:

- a) tamanho do lote: os lotes de produção servem como entrada de dados para a definição das quantidades a serem produzidas. No caso do PMP a saída o cálculo deverá ser compatível com estes parâmetros de lotes. Os parâmetros mais utilizados nos processos de PMP são: i) lote econômico, ii) lote mínimo e iii) lote múltiplo;
- b) estoque de segurança: utilizado para absorver varrições ou incertezas na demanda ou no suprimento, é uma quantidade a ser projetada como reserva no final de cada período de planejamento;
- c) *time fence*: é chamado de período congelado e é um horizonte de períodos onde não se alteram as ordens planejadas protegendo a operação contra as variações do planejamento.

Finalmente, para Omar (2009), o PMP é conduzido através de tentativas, onde cada Plano Mestre de Produção é testado com o intuito de se verificar a capacidade de produção exigida, além de servir como referência para o planejamento agregado e programações individualizadas. Sendo assim, o PMP serve também para avaliar as necessidades imediatas de capacidade produtiva, além de suportar a definição das compras necessárias e estabelecer prioridades entre os produtos da programação.

2.4 PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE

A discussão sobre capacidade é um tema central na Gestão de Operações sendo fundamental que os processos de planejamento da produção incorporem análises de capacidade ao longo dos níveis hierárquicos. Algumas decisões são tomadas levando-se em consideração a capacidade da operação, inclusive em níveis estratégicos. Conforme Wheelwright (1984), a capacidade é uma das categorias de decisão que compõem a estratégia da operação. Sendo assim o planejamento da capacidade deve estar intrínseco nos processos de planejamento da produção, com o objetivo de verificar se os planos definidos possuem condições de serem executados nas operações sob o âmbito da capacidade, auxiliando decisões como, por exemplo, a aquisição de novos equipamentos ou alternativas para elevar a capacidade ao longo dos ciclos de planejamento (HOPP & SPEARMAN, 2000).

Hayes *et al.* (2008) definem três políticas distintas de capacidade que fazem parte da definição da estratégia de empresa e servem como dados de entrada para os processos de planejamento. São elas:

- a) política A – Demanda conduzida pela capacidade: determina que a capacidade da operação esteja sempre acima da demanda, minimizando os riscos de falta do suprimento e provocando *gaps* positivos de capacidade ao longo do tempo;
- b) política B – Produzir para previsão: consiste em equilibrar a demanda com a capacidade de forma ao longo do tempo de forma a não haver excessos nem sobras de capacidade;
- c) política C – Acrescente capacidade apenas quando a demanda excedê-la: ao inverso da Política A o incremento de capacidade ocorrerá somente quando a demanda exceder a capacidade, provocando *gaps* negativos em alguns momentos do tempo.

O Planejamento da Capacidade de Médio Prazo (*RCCP*) é uma ferramenta que avalia a capacidade dos recursos chaves, para testar a validade do PMP e determinar a praticabilidade de cumprir o plano agregado que foi discutido no S&OP. Uma vez que o PMP é exequível, o plano de produção é carregado no MRP para conduzir a alocação de todos os materiais dos níveis dependentes baseado na estrutura do produto. Assim, o plano de produção é convertido em quantidades e datas previstas para todos os itens da estrutura de produto. O MRP é capacidade infinita, supõe implicitamente que há capacidade disponível para produzir naquele tempo os componentes necessários, e para evitar esse efeito, o *RCCP* é necessário (DAVID *et al.* 2006).

Um problema encontrado nos sistemas de MRP em funcionamento é a existência de PMPs incoerentes com a capacidade. Uma programação de produção com esta inconsistência faz com que as matérias-primas e os estoques em processo aumentem porque maior serão as quantidades de materiais comprados e liberados para a fábrica do que realmente podem ser produzidos e entregues. Além disso, causa um acúmulo de filas de trabalho no chão-de-fábrica. Uma vez que estes lotes esperaram para serem processados, os *lead times* de fabricação aumentam, fazendo com que as datas de entrega previstas não sejam atendidas. Quando os *lead times* de fabricação aumentam, a exatidão da previsão sobre o prazo de entrega diminui porque as previsões possuem melhor acuracidade com horizontes mais curtos do que para com horizontes mais longos. Assim, um PMP não exequível do ponto-de-vista da capacidade conduz a atrasos nas ordens de produção e os outros problemas. Validar o PMP no que diz respeito a capacidade é uma etapa importante anterior ao MRP, e é chamada planejamento de capacidade de médio prazo - *RCCP* (WIERS, 1996).

As técnicas de gestão da capacidade são separadas geralmente em quatro categorias que representam os quatro horizontes de tempo – Planejamento de Recursos de Fabricação (MRP II/ERP), Planejamento Agregado de Produção, Planejamento de Capacidade de Médio Prazo (RCCP), e Planejamento das Necessidades de Capacidade (CRP). Em todo o sistema de MRP, a mesma sequência é executada a partir de um plano de produção, utilizando o planejamento de capacidade de médio prazo para verificar se o PMP é exequível. Em seguida, executa-se a explosão do MRP, que emite os dados de planejamento para a liberação das ordens ao planejamento das necessidades de capacidade (STEVENSON *et al.* 2005). A seguir, são descritas algumas características básicas do RCCP:

- a) validar um PMP;
- b) planejar e controlar as prioridades e capacidades;
- c) o planejamento de prioridades considera as quantidades do lote e suas datas de início e fim para as ordens de produção, envolvendo tanto suprimentos quanto a produção;
- d) o controle da prioridade trata de executar a demanda no momento previsto, sendo completamente dependente em manter a sincronia entre a necessidade do PMP e as taxas de saída do sistema produtivo;
- e) determina a quantidade de saída necessária da fábrica e para os fornecedores;
- f) o controle da capacidade é feito através da comparação entre níveis o planejamento e o realizado, identificando as variações do plano. A ação corretiva deve ser feita rapidamente (ajuste a capacidade ou a mudança do PMP).

No sistema do MRP, as funções do planejamento da capacidade e o controle são separados das funções do planejamento e do controle da prioridade. O planejamento da prioridade é a tarefa do sistema do MRP. O controle da prioridade é determinado, por exemplo, no chão-de-fábrica através do sequenciamento da produção. Algumas razões que podem explicar porque as técnicas de RCCP não estão sendo usadas em algumas empresas são:

- a) a acuracidade dos dados é relevante - demanda firme, previsões, dados de saída, prazos de execução, utilização, produtos e conhecimento do processo;
- b) não possuem um PMP estável;
- c) os usuários não tem a habilidade certa, é muito demorado, ou não fazem corretamente.

Todas as empresas que executam o MRP deveriam executar o planejamento da capacidade. As empresas que possuem planos de produção instáveis podem estar utilizando estoques de segurança inadequados no PMP (além das informações de ordens e previsões, falhas humanas, etc.). O estoque de segurança inadequado pode ser devido a uma previsão ou a uma falha de demanda, da qual deve ser medida através da acuracidade da previsão. Em contrapartida, o estoque de segurança pode fornecer uma proteção a este erro previsto. Para que o processo de planejamento da capacidade seja eficaz, deve certificar-se de que há um nível conservador em estoque de segurança, melhorando o erro de previsão, e um plano de produção estável (TALL, 1997).

2.4.1 Capacidade *versus* Demanda

Antunes *et al.* (2008) propôs um modelo teórico de análise da capacidade *versus* demanda. O modelo é operacionalizado através de uma ferramenta que pode ser utilizada para auxiliar os processos de planejamento e programação no sentido de validar os planos e programação do ponto de vista da capacidade produtiva. Em geral, os sistemas de PPCPM não consideram a real eficiência dos recursos produtivos distorcendo suas análises de capacidade. A ferramenta de capacidade *versus* demanda visa estabelecer de forma clara e objetiva um visão geral dos recursos produtivos, possibilitando identificar as restrições para que a empresa possa atuar. Para entender o modelo de análise da capacidade *versus* demanda é preciso compreender alguns aspectos conceituais.

A Oferta dos recursos produtivos, que equivale a sua capacidade produtiva, será obtida através da multiplicação do tempo disponível (ou capacidade nominal) do recurso em análise pela sua eficiência operacional (IROG). Figura 8.

Figura 8 – Equação que expressa o conceito de capacidade

$$C = T \times \mu_g$$

Fonte: Adaptado de Antunes *et al.* (2008)

A capacidade real do recurso (C) é obtida através do produto do tempo disponível, ou jornada de trabalho, (T) e sua eficiência global – IROG (μg). Geralmente, estes números são expressos em hora e representam a disponibilidade real do recurso, uma vez que as eficiências globais dos equipamentos limitam seu uso em decorrência das perdas existentes nos sistemas de produção. Compreender o conceito de capacidade é fundamental para a operacionalização dos processos de PPCPM (ANTUNES *et al.* 2013).

Por outro lado, a demanda de um equipamento é calculada pela multiplicação do *mix* a ser produzido (demanda em quantidade, oriunda de uma carteira de pedidos ou de uma previsão de vendas) pelos seus respectivos tempos de processamento. Esta equação é ilustrada na Figura 9.

Figura 9 - Equação que expressa o conceito de Demanda

$$D = \sum_{i=1}^n tp_i \times q_i$$

Fonte: Adaptado de Antunes *et al.* (2008)

A demanda (D) de um recurso é proveniente do somatório da demanda de cada item a ser produzido naquele recurso. Obtém-se a demanda de cada item através do produto de seu tempo de processamento (tp_i) e sua quantidade demandada (q_i). Da mesma forma que para a capacidade, estes valores geralmente, são expressados em horas. Entender a demanda consiste em perceber o impacto do *mix* de produtos na demanda dos recursos. Essa diferença somente é perceptível quando discute-se a demanda em base temporal (horas e/ou minutos) pois desta forma as diferenças entre os tempos de processamento dos diferentes itens são consideradas, diferentemente de uma análise de demanda considerando apenas volumes (ANTUNES *et al.* 2013).

A partir disso, para saber se um recurso é ou não uma restrição, deve-se calcular a diferença entre sua capacidade e sua demanda, identificando os *gap's* temporais resultantes dessa relação. A partir dessa análise, pode-se distinguir três tipos de recursos:

- a) recursos com ociosidade: são recursos cuja capacidade é maior do que a demanda, ou seja, possuem um *gap* temporal positivo. Para estes recursos é possível discutir

alternativas de redução de custos como desativar um equipamento e reduzir turnos de trabalho;

- b) recursos com restrição de capacidade: estes recursos também possuem um *gap* temporal positivo, porém com uma diferença muito pequena praticamente equilibrando a relação capacidade *vs* demanda. Para estes recursos é necessária uma atenção uma vez que qualquer problema operacional poderá comprometer sua capacidade e conseqüentemente o atendimento à demanda;
- c) recursos gargalos: são recursos cuja capacidade é menor que a demanda, ou seja, possuem *gap* negativo. Estes recursos são a chave para que a empresa possa efetivar melhorias e alavancar sua taxa de saída do fluxo produtivo.

A Figura 10 ilustra um exemplo conceitual de capacidade *versus* Demanda como forma de exemplificar um cálculo completo para um único recurso do fluxo produtivo.

Figura 10 - Exemplo conceitual para análise de capacidade *versus* demanda

Capacidade	Demanda
$T \times \mu g$	$t_p \times q$
1440 min x 50%	Produto A = 1,0 min x 200
720 min	Produto B = 1,5 min x 250
	Produto C = 3,0 min x 100
	Total = 875 min

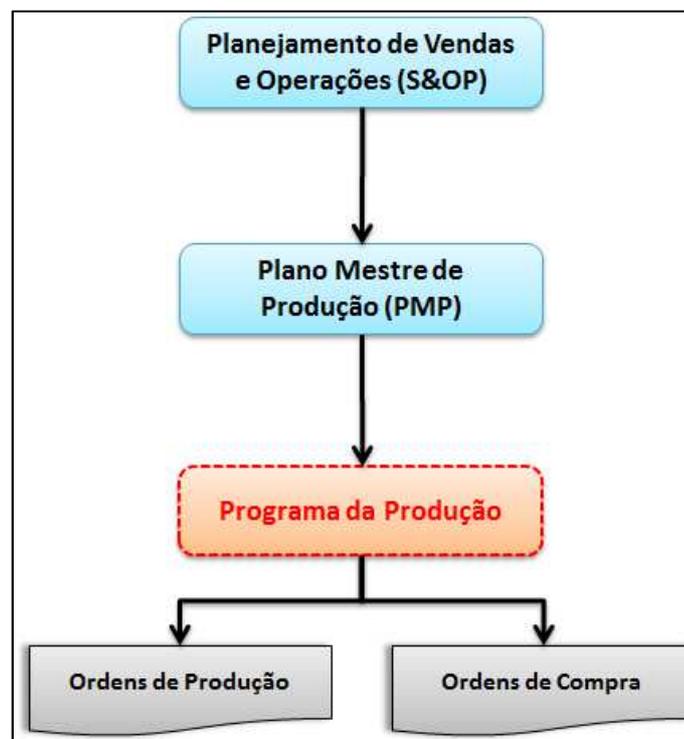
Fonte: Adaptado de Antunes *et al.* (2013).

Em suma o conceito de capacidade versus demanda tem importância significativa para o PPCPM, porque permite identificar de forma antecipada os *gap's* temporais dos recursos do fluxo produtivo, sendo possível discutir alternativas e decisões a serem tomadas para atender a demanda que está para ser firmada. Ainda, porque é possível nivelar no horizonte de planejamento ou programação, evitando sobrecargas de capacidade mesmo em recursos que de forma agregada possuem capacidade maior que a demanda.

2.5 PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO

A programação da produção, parte da visão do PMP e tem por objetivo detalhar onde e quando serão produzidas as quantidades pré-estabelecidas no PMP. Faz parte deste processo, o sequenciamento, emissão e liberação das ordens de produção e compras, que são os documentos formais de acionamento da Produção e Fornecedores (TUBINO 2009). Na hierarquia do processo de planejamento da empresa, o processo de programação da produção é realizado após o ciclo de PMP, conforme Figura 11.

Figura 11 - Programação da produção no processo de planejamento global



Fonte: Adaptado de Tubino (2009)

O processo de programação, por sua complexidade e nível de detalhe, exige o uso de ferramentas que auxiliam aos programadores de produção em suas análises, sequenciamento e acionamento das ordens de produção e compras para a produção e fornecedores. Sem tais ferramentas, um processo de programação baseado somente em esforço manual, além de levar um período de tempo maior para rodar seu ciclo de programação, ficará suscetível a falhas, pois inúmeras são as variáveis em um ambiente produtivo. Os tópicos a seguir pretendem

relatar as principais ferramentas utilizadas nos processos de PCP e apresentar seus conceitos básicos.

2.5.1 Planejamento das Necessidades dos Materiais (MRP)

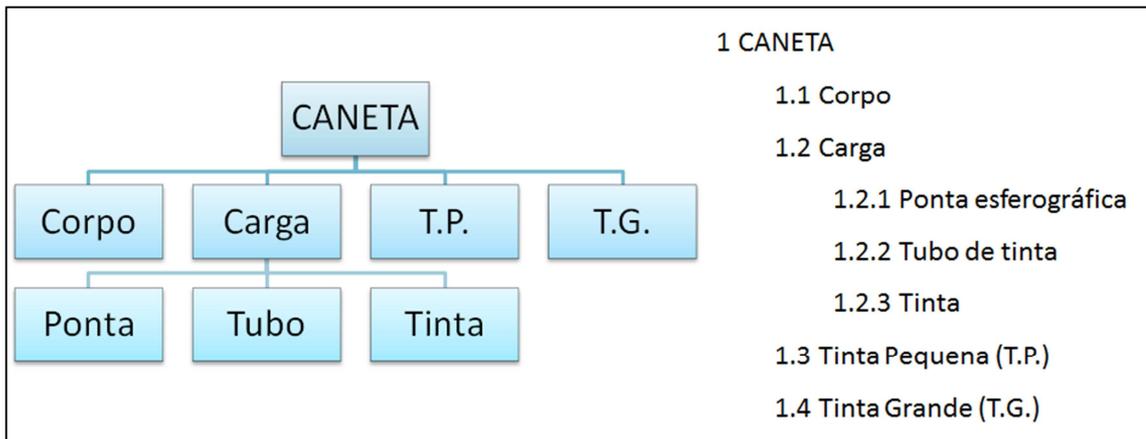
Introduzido na década de 1960 por Joe Orlyck e J.I. Case, o MRP (do inglês *Material Requirements Planning*) é um instrumento de planejamento e controle da produção que foca a programação das necessidades de materiais a partir da demanda original proveniente do programa mestre de produção como alternativa as práticas convencionais de gerenciamento do estoque. Em 1981 Oliver Wight publicou um livro *Manufacturing Resources Planning*, MRP II em que apresenta a nova geração do MRP. Os sistemas de MRP II assumem os *leads times* como fixos e dados de entrada como estoque de segurança, não ajustando as datas projetadas com limitação no chão de fábrica (HOPP & SPEARMAN, 2000). Uma vez geradas as ordens de fabricação, são iniciados procedimentos como geração das ordens de compra e montagem dos componentes, tendo como data base sempre aquela mais tarde iniciada pelo sistema, não levando em conta as restrições de capacidade. Os sistemas MRP II possuem em sua lógica de cálculo, um mecanismo denominado CRP (*Capacity Requirements Planning*) que efetua um cálculo das necessidade de capacidade dos recursos, permitindo uma visualização da carga de trabalho necessária para a execução da programação calculada via MRP. Apesar disso, o MRP II não trata de maneira viável a questão da capacidade dos recursos, pois o CRP só analisa a questão capacidade depois que o MRP II está concluído, sendo necessário recalculá-lo. Outra limitação do MRP está na lógica de prioridade baseada na data do pedido, ignorando outras opções, como o número de troca de ferramentas, tempo de setup e prioridade dos clientes.

Para Laurindo & Mesquita (2000) o MRP possui três entradas básicas:

- a) PMP: deriva do processo de médio prazo denominado PMP e consiste nas quantidades a serem produzidas dos produtos acabados;
- b) lista de materiais: também denominado em inglês de *Bill of Materials – BOM*, são os registros dos materiais que compõem a estrutura de produto e determinam as relações “pai” e “filho” dos itens que compõem um produto acabado, conforme Figura 12;

- c) quantidades em estoque: são as posições de estoques dos itens, manufacturados ou comprados, para que o MRP leve em consideração e calcule somente as necessidades líquidas a serem produzidas ou compradas.

Figura 12 - Lista de materiais



Fonte: Laurindo & Mesquita (2000)

Além destas informações básicas de entrada, Fernandes & Godinho (2010) destacam os principais parâmetros de configuração para que o cálculo das necessidades funcione corretamente, são eles:

- tamanho do lote: a definição dos lotes é fundamental para o os cálculo das necessidades, uma vez que as quantidades necessárias são ajustadas para respeitar estes parâmetros. Os principais parâmetros de lotes geralmente utilizados no MRP são os lotes econômicos, mínimos e múltiplos;
- estoque de segurança: objetivam minimizar os efeitos da variação causada pela incerteza da demanda ou por eventuais problemas de fornecimento;
- lead times*: é o intervalo de tempo entre a emissão da ordem e o material estar disponível para uso. Em geral, são valores representados em dias que são parametrizados para cada item que compõe a estrutura de produto.

Segundo Laurindo & Mesquita (2000), em sua lógica o MRP interpreta os produtos finais como itens de demanda independente, uma vez que sua demanda é definida por um meio externo ao sistema de planejamento, no caso o mercado, conforme as necessidades dos clientes. Para estimar tais valores são utilizadas técnicas estatísticas para formar uma previsão de demanda. Já para os demais itens (intermediários e matérias-primas), o MRP considera-os

como demanda dependente. Neste caso, é possível calcular suas necessidades em virtude da relação hierárquica que é representada na estrutura de produto. O produto final está no topo da estrutura e todos os demais itens subordinados a ele, logo quando se define uma quantidade a ser produzida para o produto final, é possível através de cálculo determinar a quantidade dos itens que estão abaixo. Nível-a-nível da estrutura de produto, o MRP explode as necessidades de materiais, considerando as quantidades em estoque, os parâmetros de lotes e estoque de segurança e determina as datas de início de produção ou compra dos materiais em função dos *lead times* pré-determinados. O Quadro 6 faz uma representação do registro básico do MRP.

Quadro 6 - Registro básico do MRP

PERÍODO		1	2	3	4	5	6	7	8
Necessidades Brutas		100	80	100	50	80	50	100	40
Recebimentos programados			200						
Estoque projetado	170	70	190	90	40	60	10	60	20
Recebimentos Planejados						100		150	
Ordens Planejadas				100		150			
<i>Lead time</i> = 2 períodos									

Fonte: Laurindo & Mesquita (2000)

A lógica do MRP determina com precisão as quantidades a serem produzidas para os itens intermediários e matérias-primas de um produto final. Auxilia na estimativa da data de início de cada atividade de produção baseada no *lead time*. Porém, o MRP não aborda a questão dos recursos a serem utilizados (máquinas e mão-de-obra), originando uma evolução do MRP para o MRP II. O MRP II incorpora toda a lógica já ilustrada do MRP e agrega informações de roteiros de fabricação e centros de trabalho, possibilitando o cálculo da carga destes centros de trabalho ao longo dos períodos planejados (CORRÊA *et al.* 2010).

Embora as ferramentas MRP/MRP II tem sido de significativa importância para os processos de planejamento da produção, elas possuem algumas limitações. As principais limitações são a utilização de roteiros únicos, ignorando roteiros alternativos; falta de reprogramação da produção e, funções da alteração do sequenciamento, como quebras do sequenciamento, atrasos ou introdução de ordens de produção inesperadas. O sistema MRP II trabalha com o conceito de capacidade infinita, pois não detecta gargalos produtivos e considera lead-time fixo independente das quebras de equipamento. Como é possível

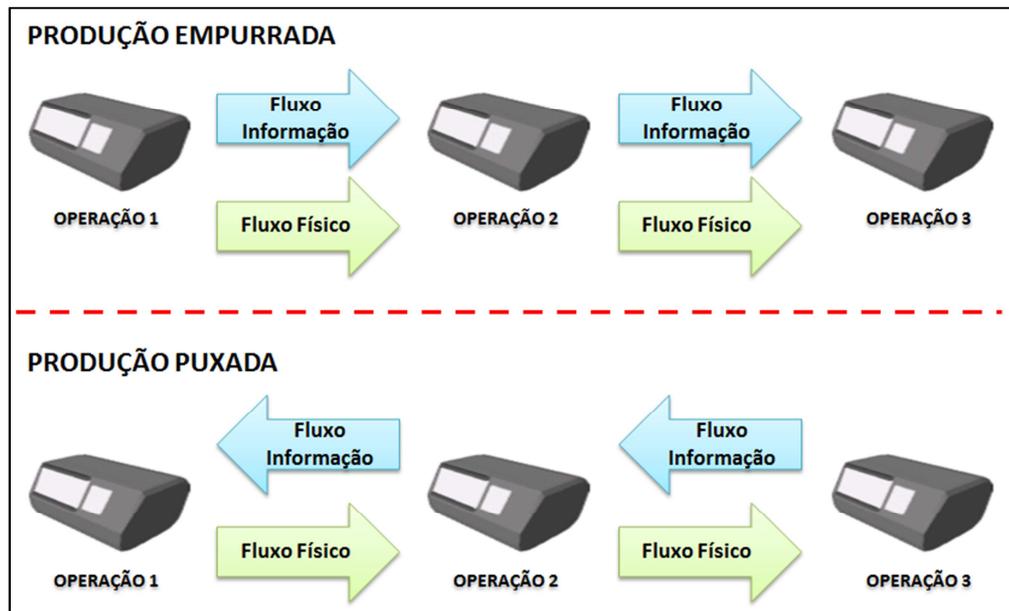
encontrar ambientes produtivos com as seguintes características: roteiros complexos, matrizes de setup, que necessitam de *overlapping* (sobreposição de ordens) e *split* (divisão de ordens); problemas complexos de alocação de recursos como diferentes alocações de recursos para produção de um mesmo serviço, isto remete a uma complexidade de programação sendo necessário um sistema que absorva essas necessidades (STEVENSON *et al.* 2005).

2.5.2 Kanban

O princípio básico do *Just-in-time* (JIT) é produzir somente o necessário, no momento necessário e na quantidade necessária. Em uma busca determinada por este princípio, é que Taiichi Ohno desenvolveu e implantou o Kanban nas oficinas da Toyota. A ideia de supermercado entre operações foi adaptada dos supermercados americanos quando Ohno visitou os Estados Unidos na década de 40 (OHNO, 1997). O JIT introduz o conceito da “produção puxada” em contraponto à “produção empurrada” dos sistemas tradicionais.

Entende-se por produção “empurrada” um fluxo de produção onde a informação segue o mesmo sentido do material. Por exemplo, um processo de programação que utiliza a ferramenta MRP emite todas as ordens do período ao mesmo tempo e envia para a produção, acionando a produção. Caso o cliente não deseje mais tal demanda prevista ou esta sofra alterações, as ordens que sinalizam a produção permanecem nos postos de trabalho sem sua real necessidade. A menos que o PCP recolha estas ordens e re programe o fluxo de produção devido a estas alterações, o que em geral não ocorre nos sistemas produtivos, haverá uma produção desnecessária e estoques irão se formar ao final do fluxo. Este efeito é denominado “produção empurrada” que, ao longo dos períodos, provoca excesso de alguns produtos e falta de outros. Em contrapartida, se o mesmo fluxo utilizar a lógica da “produção puxada”, o processo anterior somente será acionado se o processo seguinte consumir o estoque existente entre eles, sinalizando que houve um consumo real e que é necessária a reposição de peças. Neste caso há uma inversão do fluxo de informação no sentido contrário ao fluxo de materiais. A informação de que um produto foi consumido flui do processo seguinte para o processo anterior e o material flui do processo anterior para o processo seguinte. A Figura 13 ilustra esta comparação.

Figura 13 - Produção "empurrada" versus produção "puxada"



Fonte: Autor

O Kanban é uma ferramenta prática do JIT que permitiu implantar a lógica de “produção puxada” nas oficinas da Toyota. O significado literal da palavra Kanban é um registro ou placa visível, usualmente denominado “cartão”, que informa e autoriza a movimentação ou produção de materiais. Entretanto, segundo Moura (1994) o Kanban possui duas definições distintas:

- a) definição restrita: o Kanban pode ser entendido como uma ferramenta que auxilia o PCP na programação do fluxo de produção, estabelecendo a conexão entre as operações, utilizando um sistema de cartões para acionar os estágios de produção baseados na “produção puxada”;
- b) definição ampla: o Kanban é um método de melhorias que reduz gradativamente as esperas e conseqüentemente os estoques em processo, melhorando a produtividade e conectando as operações. Isso é possível na medida em que os problemas encontrados com a redução dos estoques são solucionados. Seu propósito, portanto, passa a ser a constante melhoria através da redução dos estoques até o limite do fluxo unitário de peças, onde não haveria mais a necessidade da ferramenta.

A aplicação e os resultados da implantação do Kanban no sentido amplo, vão além dos tradicionais conceitos de programação via MRP, principalmente ao fato de que o objetivo de sua aplicação é eliminar o desperdício de superprodução por meio das limitações dos estoques

através da capacidade das embalagens. A quantidade definida nos cartões Kanban está baseada no consumo das operações subsequentes, o que limita a produção para a reposição dos estoques previamente delimitados.

Para a operacionalização da ferramenta Kanban, Ohno (1997) apresenta seis regras básicas, a saber:

- a) regra 1: quando houver a necessidade de um consumo, o processo subsequente retira o número de itens indicados pelo Kanban no processo precedente;
- b) regra 2: o processo precedente produz itens na quantidade e sequencia indicadas pelo Kanban;
- c) regra 3: nenhum item é produzido ou transportado sem um Kanban. O Kanban substitui as tradicionais ordens de produção, tornando por si só a informação necessária para disparar os processos de produção e abastecimento;
- d) regra 4: serve para afixar um cartão às mercadorias, uma vez que as ordens de produção são substituídas por cartões Kanban e as informações necessárias estão contidas no cartão;
- e) regra 5: produtos defeituosos não são enviados para o processo seguinte. Esta regra confia ao processo subsequente que os produtos estarão de acordo com os critérios de qualidade ao passo em que o processo precedente verifica os itens na sua operação, eliminando que os desperdícios de defeitos possam avançar ao longo do processo produtivo gerando outros desperdícios indesejados;
- f) regra 6: reduzir continuamente e gradativamente o número de Kanbans aumenta sua sensibilidade aos problemas através da redução dos estoques, permitindo que se identifiquem oportunidades de melhoria.

2.5.3 Tambor-Pulmão-Corda (TPC)

O Tambor-Pulmão-Corda (TPC) é uma metodologia da Teoria das Restrições (TOC) para resolver a problemática da programação da produção considerando a redução dos estoques em processo sem afetar a saída (ganho) do sistema de produção. Para Umble & Srikanth (1996), o TPC parte do pressuposto de que existem alguns recursos com restrição de capacidade (RRCs) que darão ritmo ao sistema de produção, ou seja, o tambor. Uma restrição pode ser entendida como qualquer coisa que impeça uma organização de alcançar sua meta (GOLDRATT, 1991). Este conceito trazido para o chão-de-fábrica, supõe-se que nos fluxos

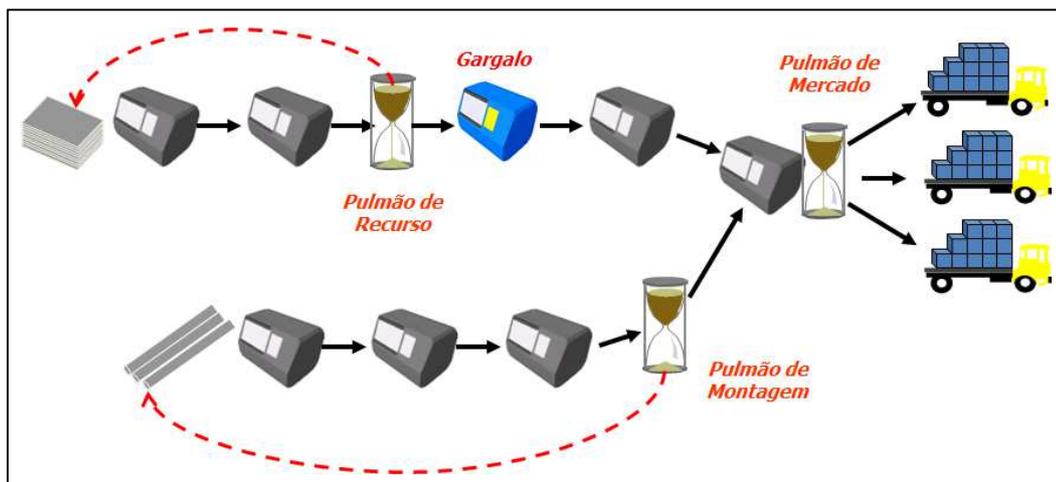
de produção hajam recursos com restrição de capacidade (RRCs), também chamados de gargalos, que limitam a taxa de saída do sistema.

Para evitar a interrupção dos RRCs por falta de peças, cria-se um pulmão a sua frente para protegê-lo de tais interrupções em um determinado intervalo de tempo. Para evitar que haja um aumento desnecessário dos estoques em processo, o material é liberado para a fábrica no mesmo ritmo em que os RRCs consomem com um defasagem de tempo que equivale a um pulmão estabelecido, conectando a entrada de material do sistema ao ritmo do tambor, simbolizando uma corda. Segundo Goldratt (1991) há três tipos de pulmões de tempo:

- a) pulmão de recurso: objetiva proteger o recurso restritivo sua parada por falta de peças. Este pulmão é localizado a frente do recurso restritivo.
- b) pulmão de mercado: protege o mercado de eventuais falhas no sistema produtivo, mantendo o atendimento do prazo de entrega;
- c) pulmão de montagem: evita que as peças produzidas por um recurso restritivo fiquem esperando na operação de montagem por peças provenientes de recursos não restritivos.

A Figura 14 ilustra os três elementos do TPC e os três tipos de pulmões de tempo.

Figura 14 - Modelo esquemático do TPC



Fonte: Autor

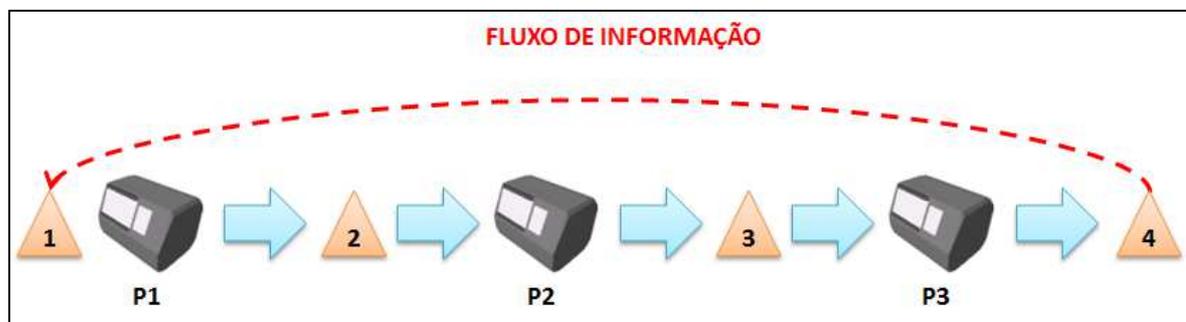
O TPC proporciona uma programação baseada na restrição do sistema, subordinando todos os demais recursos (não restritivos) para que o sistema todo trabalhe no ritmo do tambor. Logo, os processos anteriores ao recurso restritivo deverão processar os materiais que

entraram no sistema, controlados pela corda, o mais rápido possível e de acordo com a sequência de chegada. Da mesma forma, os recursos não restritivos localizados após o Tambor, deverão executar suas operações de acordo com as peças liberadas pelo recurso restritivo. Como ambos possuem uma capacidade em excesso em relação ao recurso restritivo, não terão problema em executar tais operações (SOUZA, 2005).

2.5.4 CONWIP

O CONWIP é um sistema de programação que trabalha com lógica similar ao sistema Kanban. Similar porque limita o *Work In Process* (WIP) beneficiando os custos e o reduzindo o *lead time*. Do final da linha para o início o sistema é puxado, e do início ao final da linha o sistema é empurrado (SPEARMAN *et al.* 1990). Quando o nível de WIP chega no limite determinado pelo CONWIP, o sistema interrompe a liberação de novas ordens até que as atuais saiam do sistema (BOONLERTVANICH 2005). A Figura 15 representa um sistema CONWIP para um fluxo produtivo com três operações.

Figura 15 - Modelo de funcionamento do CONWIP



Fonte: Autor

A medida em que novos pedidos entram no sistema, o estoque de produto acabado será consumido (4). Em seguida, um cartão CONWIP é disparado para o início do processo (1), liberando a entrada de uma nova peça. Para as operações seguintes, o processo é empurrado até chegar novamente no final do sistema e retornar para o estoque, aguardando para ser consumido novamente. Desta forma o sistema CONWIP é um mecanismo de controle muito simples, dependendo apenas de um parâmetro: a quantidade de cartões CONWIP que estarão em circulação no sistema. Diferentemente do sistema Kanban, o CONWIP não dispara a

demanda para cada operação do processo, a conexão do fluxo de informação se dá entre o final do processo e o início do processo (SERENO *et al.* 2011).

2.6 CONTROLE DA PRODUÇÃO

O controle de produção tem por objetivo estabelecer uma conexão entre os planos de produção e a execução das atividades no chão-de-fábrica, identificando as anomalias e os desvios em relação ao previsto, fornecendo subsídios para que os responsáveis pelos problemas possam atuar (TUBINO, 2009). Os apontamentos de produção são as atividades-chave para que os controles de produção possam ser realizados. Adicionalmente, fazem parte das atividades de controle as seguintes tarefas: i) acompanhamento, também chamada de *follow-up*; ii) cálculo de indicadores e iii) realimentação ou *feedback* da informação para o sistema de planejamento e programação (FERNANDES & GODINHO, 2010).

Ainda para os autores Fernandes & Godinho (2010), o acompanhamento da produção é necessário para garantir o cumprimento dos programas de produção ou para identificar os desvios que poderão provocar problemas de atendimento. Isso se deve ao fato de que há incertezas que afetam o fluxo produtivo (por exemplo, quebra de equipamentos ou falta de materiais) que, conseqüentemente, tendem a comprometer o cumprimento dos prazos pré-estabelecidos. Para isso, a atividade de coleta de dados deve ser adequada com a finalidade de criar uma base de dados confiável para transformá-los em informação eficaz aos tomadores de decisões. Quanto maior for essa velocidade entre a coleta de dados e a tomada de decisão, menor serão os desvios observados entre o realizado em relação ao previsto.

Para a questão dos indicadores, o PPCPM incorpora a função de monitorar os indicadores a partir dos dados coletados através dos apontamentos. Cada empresa constrói seu conjunto de indicadores para que sejam compatíveis com a necessidade de seu sistema de produção e com as necessidades de seus clientes. Geralmente, estas medidas de desempenho estão relacionadas a questões que envolvem produtividade, estoques, *lead times*, nível de atendimento e qualidade. Tubino (2009), tece algumas considerações gerais importante quando da definição dos indicadores, são elas:

- a) dados visuais são interpretados facilmente pelos colaboradores;
- b) valores agregados são mais fáceis de se obter e utilizar do que informações detalhadas;

- c) obter valores aproximados pode ser melhor e mais rápido do que demorar mais tempo para extrair informações precisas.

Finalmente, o *feedback* da informação para os responsáveis pelos controles de produção são fundamentais para a tomada de decisões e para a rápida atuação na contenção dos problemas oriundos da execução do programa de produção. Dependendo do nível de distorção em relação ao previsto ou da criticidade do problema identificado no sistema de produção, pode-se optar pela reprogramação dos planos, que objetiva revisar todo o programa de produção, definindo novas datas para as ordens e realocando o atraso (FERNANDES & GODINHO, 2010).

3 MÉTODO

Neste capítulo, será discutido o método de pesquisa utilizado nesta dissertação. Inicialmente serão tratados os aspectos gerais ligados a pesquisa científica. Na sequência, apresenta-se o método científico utilizado para a realização da pesquisa – o Estudo de Caso. Finalmente, é apresentado o Método de Trabalho – passos lógicos para a execução do trabalho.

3.1 PESQUISA CIENTÍFICA

A pesquisa científica tem por objetivo contribuir para o avanço do conhecimento humano de forma estruturada com rigor metodológico, através de procedimentos que buscam estes novos conhecimentos e não a simples reprodução de um conhecimento já existente. Para Gil (2010), a pesquisa é um procedimento racional e sistemático cujo objetivo é formular respostas aos problemas propostos. Demo (1995) caracteriza a pesquisa como sendo a atividade científica que busca descobrir a realidade, sendo esta fruto da investigação das ciências humanas e sociais.

A pesquisa científica é um processo de transformação, conduzido pelo pesquisador na transformação de conhecimentos existentes em novos conhecimentos que agregam valor ao mercado, neste caso, a Academia (MIGUEL, 2012). Portanto, pesquisa é a investigação de um problema, seja ele teórico ou empírico, operacionalizado através de uma metodologia que busca validar as hipóteses formuladas acerca de um problema de pesquisa, gerando aprendizado e conhecimento para a ciência. Eisenhart (1989) corrobora salientando que o desenvolvimento da teoria ocorre através observação, bom senso e experiência, sendo a conexão com a realidade empírica o ela que define uma teoria testável, relevante e válida.

Yin (2010) relata que para a correta definição do método de pesquisa a ser utilizado, é necessária a análise de três condições: i) a questão de pesquisa; ii) a extensão do controle que o investigador tem sobre os eventos comportamentais e iii) o grau de enfoque sobre os eventos contemporâneos. A partir desta análise, pode-se identificar o método mais apropriado para tal pesquisa. O Quadro 7 resume estas condições, relacionando-as com os diferentes métodos de pesquisa.

Quadro 7 - Situações relevantes para diferentes métodos de pesquisa

Método	Forma de questão de pesquisa	Exige controle dos eventos comportamentais?	Enfoca eventos contemporâneos?
Experimento	Como, por quê?	Sim	Sim
Levantamento (<i>survey</i>)	Quem, o quê, onde, quantos, quanto?	Não	Sim
Análise de arquivos	Quem, o quê, onde, quantos, quanto?	Não	Sim/Não
Pesquisa histórica	Como, por quê?	Não	Não
Estudo de caso	Como, por quê?	Não	Sim

Fonte: Yin (2010)

Para que uma pesquisa científica possa ser realizada de maneira correta é fundamental identificar suas características com o intuito de aplicar os procedimentos adequados. Uma pesquisa pode ser classificada sob o ponto de vista de múltiplos sistemas de classificação, a saber: Natureza, Abordagem, Objetivos e Procedimentos. A seguir serão descritas de forma breve cada uma destas classificações.

Quanto a Natureza as pesquisas podem ser classificadas em dois grandes tipos:

- a) pesquisa básica: tem por objetivo preencher uma lacuna do conhecimento. Procuram inferir interpretação, explicação e predição;
- b) pesquisa aplicada: tem por objetivo solucionar problemas da sociedade em que os pesquisadores vivenciam. Aplicam leis, teorias, modelos na solução destes problemas.

Quanto a Abordagem, as pesquisas podem ser classificadas em:

- a) quantitativa: caracterizam-se pelo pressuposto de que tudo pode ser quantificável e buscam através dos números, explicar, analisar e classificar os fenômenos e responder os problemas. São utilizadas técnicas e recursos estatísticos;
- b) qualitativa: o pressuposto básico para esta abordagem é de que existe uma relação entre o mundo real e o sujeito, que há um vínculo de subjetividade com o sujeito

que não pode ser quantificado. Baseia-se na interpretação dos fenômenos, atribuindo significados e proposições de hipóteses.

Quanto aos Objetivos, as pesquisas são classificadas como:

- a) pesquisa exploratória: sua finalidade é explorar fenômenos ainda não explorados teoricamente e sugerir hipóteses que buscam explicá-los, formando novos conceitos. Também pode ser caracterizada pela busca de novas práticas ou alternativas de conhecimento sobre a ciência existente;
- b) pesquisa descritiva: caracteriza-se quando não há a interferência do pesquisador. Seu objetivo é descobrir, descrever, observar e analisar os fenômenos. Consiste na coleta de dados e na descrição de características das populações ou fenômenos;
- c) pesquisa explicativa: objetiva explicar as causas dos fenômenos, suas relações e fatores que contribuem para sua ocorrência. Também pretende generalizar, definir amplamente, estruturar modelos ou sistemas e formular hipóteses através da dedução lógica.

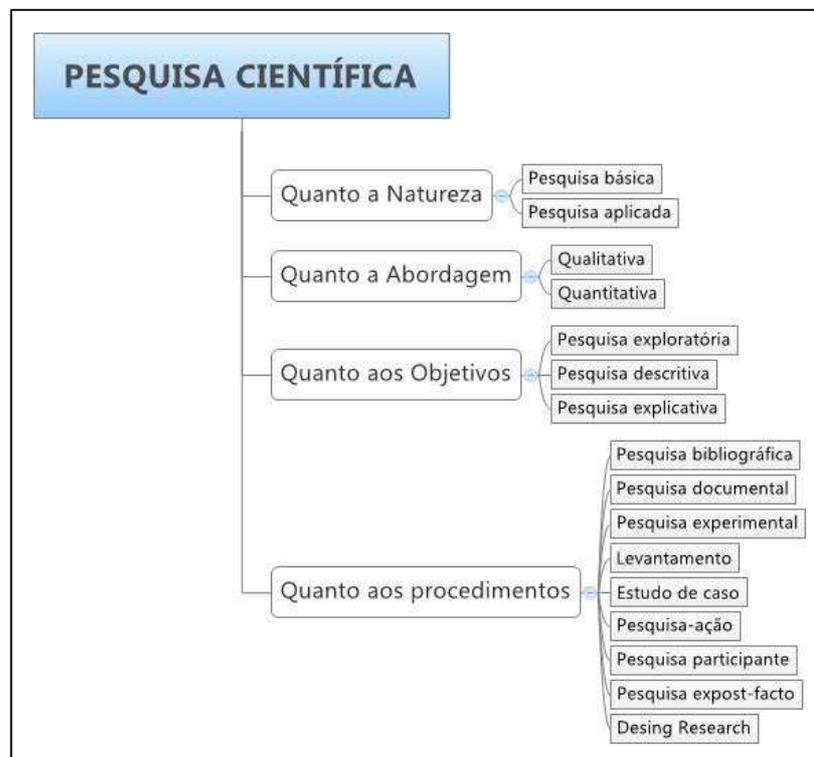
E quanto aos Procedimentos, as pesquisas podem ser classificadas em:

- a) pesquisa bibliográfica: é desenvolvida através de materiais já publicados, livros, artigos e estudos a respeito do tema em que se pretende dissertar. Utilizada para formar novas abordagens sobre um mesmo tema já explorado teoricamente;
- b) pesquisa documental: objetiva utilizar material que ainda não tenha sido previamente analisado. Geralmente são fontes encontradas em seu local de origem que servem de evidências para formular afirmações;
- c) pesquisa experimental: através da experimentação, procura-se identificar as variáveis ou fatores que influenciam no fenômeno estudado e observá-las através do controle destas variáveis para estabelecer a análise e conclusões;
- d) levantamento: caracteriza-se pela pesquisa através de uma interrogação com os indivíduos da qual se pretende entender um determinado comportamento ou fenômeno. É utilizada uma parte da população que vise a representatividade dos resultados;
- e) estudo de caso: quando se pretende explorar de maneira detalhada um objeto de estudo. Tem por objetivo compreender as características, parâmetros, fatores que influenciam o objeto e descrevê-los de forma a explicá-lo ou inferir hipóteses a respeito;

- f) pesquisa-ação: objetiva solucionar um problema empírico através da colaboração entre o pesquisador e os indivíduos envolvidos no problema ao mesmo tempo em que preenche uma lacuna teórica. O pesquisador possui envolvimento direto com o objeto de estudo com o objetivo de resolver o problema em conjunto com o grupo;
- g) pesquisa participante: pretende através da interação entre o pesquisador e os colaboradores do problema a ser investigado analisar e identificar as causas do problema. O pesquisador também possui envolvimento direto com o objeto de estudo, porém com caráter de intervenção no sentido de auxiliar o grupo a chegar às conclusões do problema e suas soluções;
- h) pesquisa *expost-facto*: caracteriza-se quando o experimento é realizado após a ocorrência do fato ou fenômeno;
- i) *design research*: tem por objetivo gerar conhecimento através da tentativa de solucionar problemas criados pelo homem (artificial), através da concepção de um artefato (constructos, modelos, métodos ou instanciações).

A Figura 16 resume as diferentes classificações de uma pesquisa científica.

Figura 16 - Classificações da pesquisa científica



Fonte: Autor

No que se refere a esta pesquisa, pode-se dizer que é de natureza básica, abordagem qualitativa, com o objetivo de descrever, utilizando o estudo de caso como método de pesquisa.

3.2 MÉTODO DE PESQUISA: ESTUDO DE CASO

O método de pesquisa de Estudo de Caso baseia-se na contínua comparação de dados coletados. Enfatiza o surgimento de novas lacunas teóricas a partir de evidências e de uma abordagem incremental de seleção de casos e coleta de dados (EISENHART, 1989). Yin (2010) define o estudo de caso como uma investigação empírica que pesquisa um fenômeno dentro de seu contexto, em especial quando as delimitações entre fenômenos e contexto não são claras. Também se define estudo de caso uma pesquisa da qual o fenômeno é amplo e complexo, quando há abordagem holística, investigação aprofundada e quando o fenômeno não pode ser estudado fora de seu contexto (DUBÉ & PARÉ, 2003).

Para Roesch (1999) existem duas perspectivas que caracterizam o método de pesquisa como Estudo de caso: i) o estudo dos fenômenos em profundidade dentro de seu contexto e ii) permitir o estudo dos fenômenos a partir de vários ângulos de observação e análise. O estudo de caso é amplamente utilizado para explorar os fenômenos e gerar hipóteses, também sendo utilizado explicar ou testar hipóteses (DUBÉ & PARÉ, 2003).

A aplicação de um método de estudo de caso, requer uma sequência de passos proposta por inicialmente por Eisenhart (1989) a partir da consolidação de estudos já realizados da época. O Quadro 8 apresenta estas etapas propostas pelo autor.

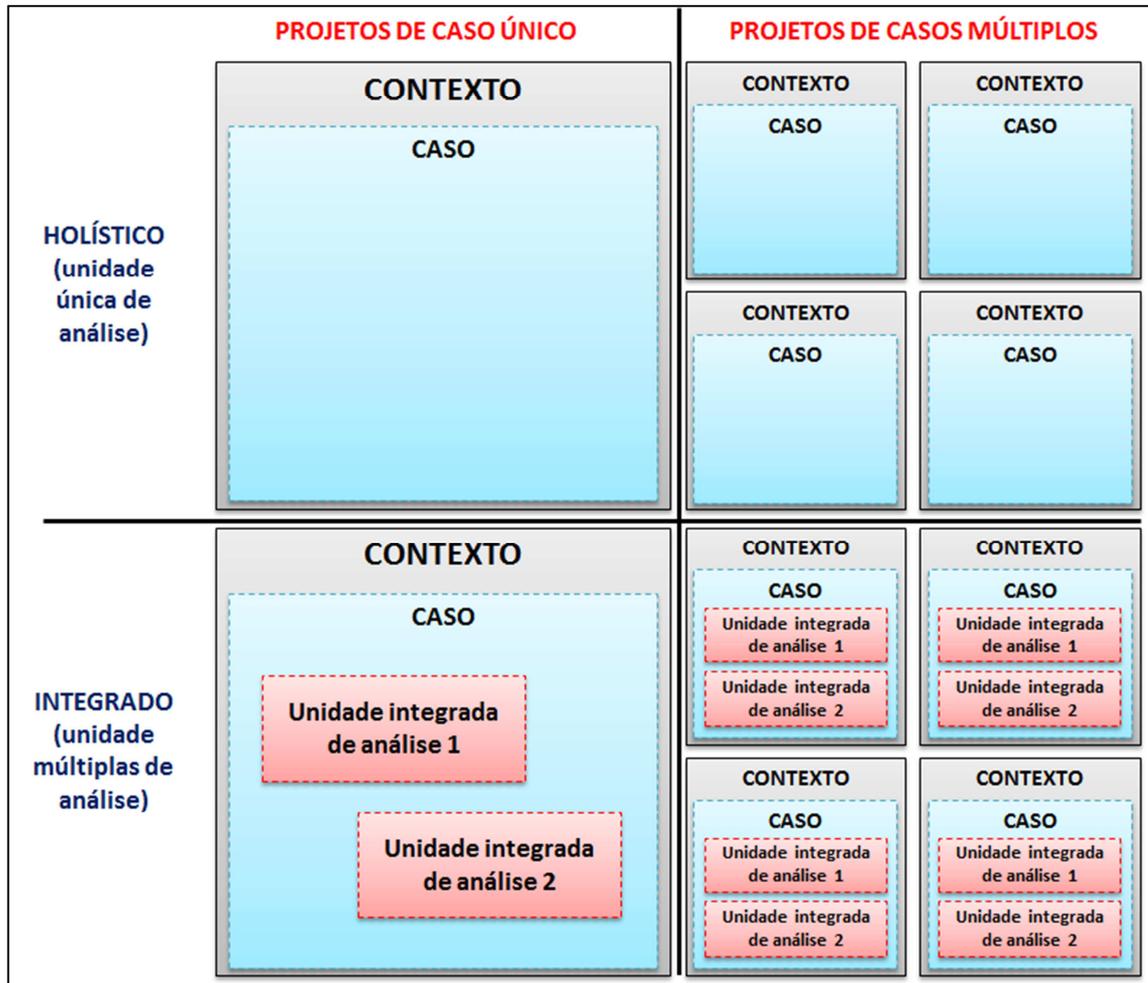
Quadro 8 - Passos para aplicar o método de estudo de caso

PASSO	ATIVIDADE	MOTIVO
Iniciando	Definição da questão de pesquisa	Focar esforços
	Desenvolver construtos iniciais	Melhorar fundamentos dos constructos
Selecionando o caso	Não utilizar teoria, nem hipótese	Manter flexibilidade teórica
	Especificar a população da pesquisa	Restringir variação
	Utilizar amostragem teórica, não aleatória	Focar esforços em casos teóricos aplicáveis
Manipulando instrumentos e protocolos	Utilizar múltiplos métodos de coleta de dados	Reforçar base teórica com triangulação de evidências
	Combinar dados qualitativos e quantitativos	Visão sinérgica de evidências
	Usar múltiplos investigadores	Buscar perspectivas divergentes e convergentes
Entrando em campo	Sobrepôr coleta e análise de dados	Acelerar a análise e revelar ajustes necessários à coleta de dados
	Utilizar métodos flexíveis e oportunos de coleta de dados	Permitir ao investigador a vantagem de termos emergentes e casos únicos
Analisando os dados	Análise dentro do caso	Ganhar familiaridade com os dados e geração de teoria preliminar
	Casos cruzados usando técnicas divergentes	Forçar investigadores a questionar impressões iniciais e verificar evidências através de múltiplas lentes
Formatando hipóteses	Tabulação interativa de evidências para cada constructo	Define a forma dos constructos, validação e medição
	Replicação lógica dos casos cruzados	Confirma, estende e forma teoria
	Pesquisa evidências do “por que” através de relações	Construir realidade interna
Comparando com literatura	Comparar com literatura conflitante	Aumentar nível teórico e formar definição de construtos
	Comparar com literatura similar	Formar generalização, melhorar definição de construtos e aumenta nível teórico
Encerrando	Atingir saturação teórica quando possível	Finalizar processo quando melhoria marginal torna-se pequena

Fonte: Eisenhart (1989)

Eisenhart (1989) considera o Estudo de Caso como uma estratégia de pesquisa que tem o enfoque na compreensão dos fenômenos em uma única configuração, podendo envolver casos múltiplos ou únicos, podendo ter uma ou mais unidades de análise. Yin (2010) detalha estes diferentes tipos de Estudos de Caso - Figura 17.

Figura 17 - Tipos de projetos para estudos de caso



Fonte: Yin (2010)

Em suma e conforme a Figura 17, existem quatro possíveis tipos de projetos para estudos de caso propostos por Yin (2010), a saber:

- a) tipo 1: projetos de caso único (holístico);
- b) tipo 2: projetos de caso único (integrados);
- c) tipo 3: projetos de casos múltiplos (holístico);
- d) tipo 4: projetos de casos múltiplos (integrados).

Segundo Yin (2010), anterior a qualquer tipo de coleta de dados, é necessário fazer a distinção entre caso único e caso múltiplo e o entendimento do escopo do projeto de estudo de caso a ser realizado, enfatizando que um estudo de caso único é análogo ao experimento único. Para o autor, um Estudo de Caso único pode-se justificar quando:

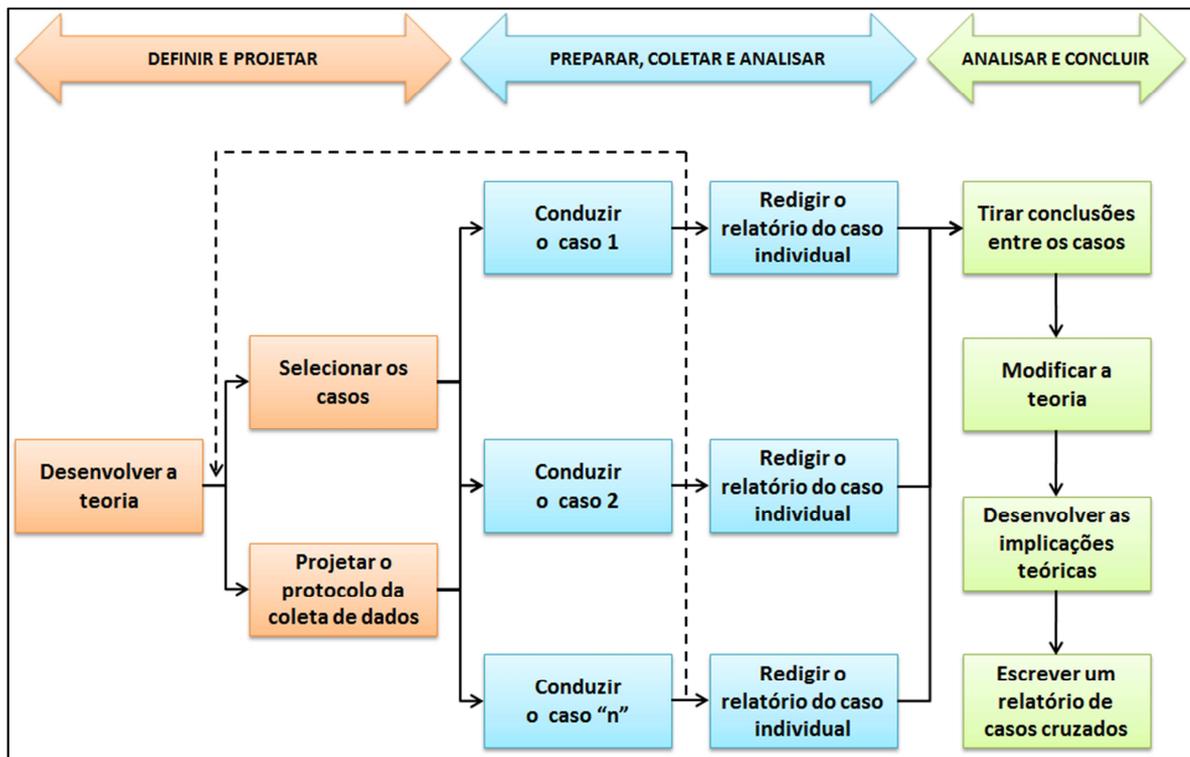
- a) representa um caso crítico no teste de uma teoria;

- b) representa um caso extremo ou peculiar;
- c) representa um caso representativo ou típico;
- d) representa um caso revelador;
- e) representa um caso longitudinal.

Yin (2010), postula que é importante o entendimento entre um caso holístico e um caso integrado. Um caso holístico utiliza uma única unidade de análise. E, um caso integrado, utiliza múltiplas unidades de análise. Estas variações dos estudos de caso único, caracterizam os Tipos 1 e 2 descritos acima e representados na Figura 17.

Já para os estudos de caso múltiplos, utiliza-se a lógica da replicação proposta na Figura 18 para coleta e análise destes múltiplos casos. Para estes casos há uma variação entre holísticos ou integrados de acordo com a unidade de análise, caracterizando os Tipos 3 e 4 descritos acima.

Figura 18 - Abordagem de replicação para o método de Estudo de Caso



Fonte: Yin (2010)

Esta pesquisa pretende estudar uma questão “como” sob a ótica do PPCPM em dois tipos de sistemas de produção. Além disso, busca-se compreender em profundidade um

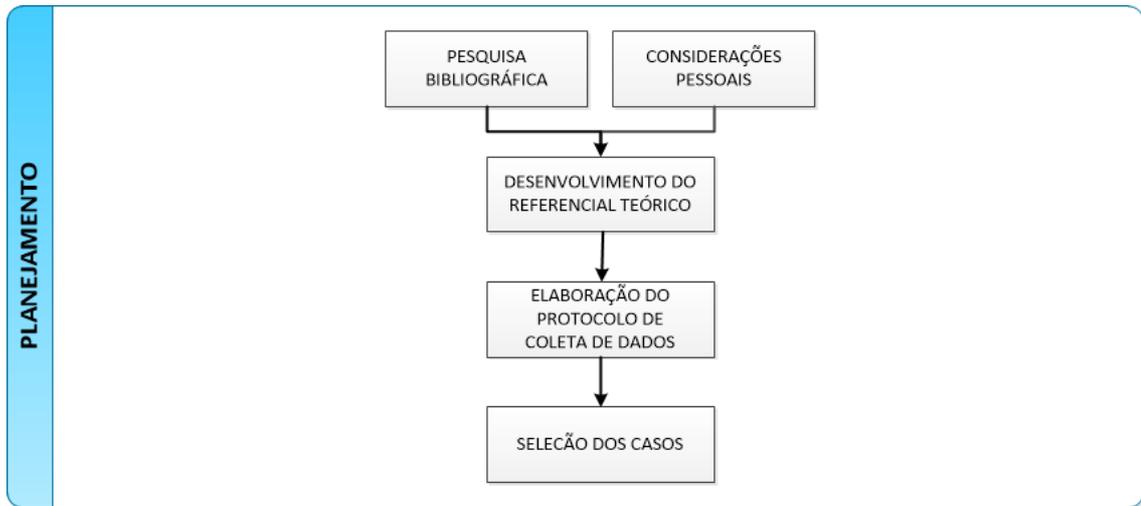
conjunto de tópicos que explicam o fenômeno estudado. Para tanto, utilizou-se o projeto de casos múltiplos e holísticos, sendo o PPCPM a unidade de análise do escolhida para o trabalho.

3.3 MÉTODO DE TRABALHO

Dentro do Método de Trabalho, utilizou-se o método de pesquisa de estudo de caso múltiplos, adotando a lógica de replicação para quatro casos. Estes casos estão subdivididos em dois tipos de empresas, empresas do tipo MTO e do tipo MTS. Para cada tipo de empresa, foram selecionados dois casos para representar as características de tais sistemas de produção. Desta forma, esta pesquisa trata-se de um projeto de casos múltiplos e holísticos, por discutir uma única unidade de análise, o PPCPM. O Método de trabalho compreende três etapas: i) Planejamento, ii) Execução e iii) Fechamento. Cada uma destas etapas serão descritas sucintamente a seguir.

A etapa de planejamento consiste na definição e projeto do estudo de caso. Inicialmente foi construído um referencial teórico que aborda de forma ampla o PPCPM, a partir de referências bibliográficas encontradas nas bases de dados acadêmicas e em livros texto sobre o tema. Além disso, foram incluídas algumas contribuições pessoais construindo uma visão teórica do PPCPM. A partir deste referencial teórico, criou-se um protocolo de coleta de dados que consiste em um conjunto de questões para a condução de entrevistas semiestruturadas. Ao final desta etapa, foram selecionados os casos a serem conduzidos, considerando os dois tipos de indústria que este trabalho se propôs a analisar. Para elucidar os passos descritos acima, Figura 19 ilustra o fluxograma de acionamento desta etapa do método de trabalho.

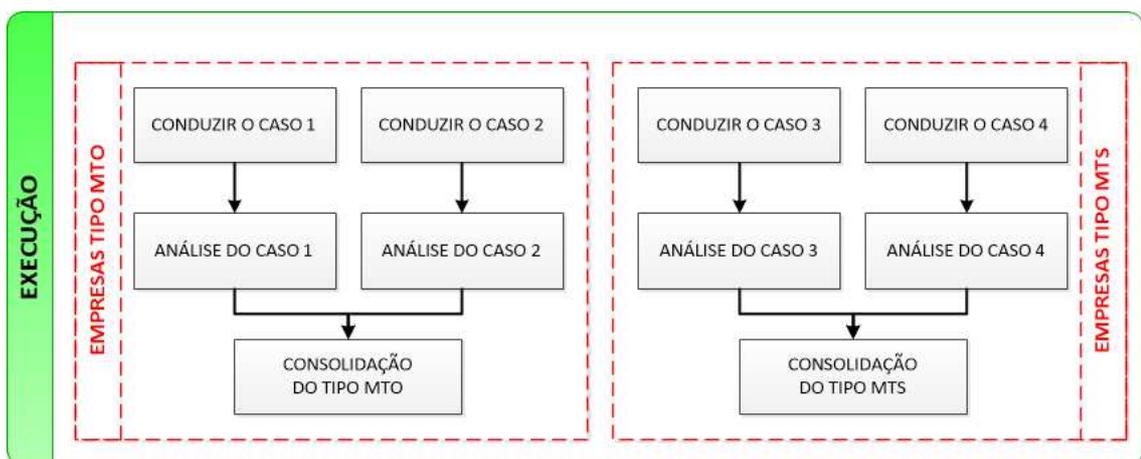
Figura 19 - Método de trabalho - Etapa de Planejamento



Fonte: Autor

Após a etapa de planejamento, iniciou-se a etapa de execução. Nesta etapa, os quatro casos estudados foram conduzidos com base no protocolo de coleta de dados e analisados individualmente. Na sequência, os tipos de indústria MTO e MTS foram consolidados a partir das análises dos casos, construindo uma visão de cada tipo de indústria. A Figura 20 representa o fluxograma de acionamento desta etapa do Método de Trabalho.

Figura 20 - Método de trabalho - Etapa de Execução

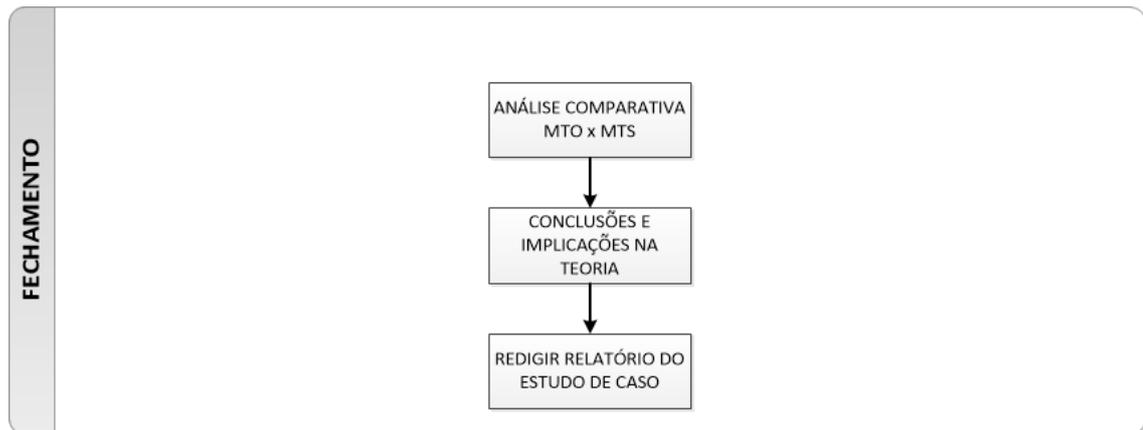


Fonte: Autor

A terceira e última etapa, contemplou o fechamento do estudo de caso, iniciando pela análise comparativa entre os sistemas de produção MTO *versus* os sistemas de produção

MTS. Posteriormente, esta análise comparativa serviu de base para que as conclusões acerca das implicações na teoria pudessem ser identificadas. Finalmente, a conclusão do Método de Trabalho se desenvolveu com a redação do relatório do estudo de caso. A Figura 21 elucida esta etapa do Método de Trabalho.

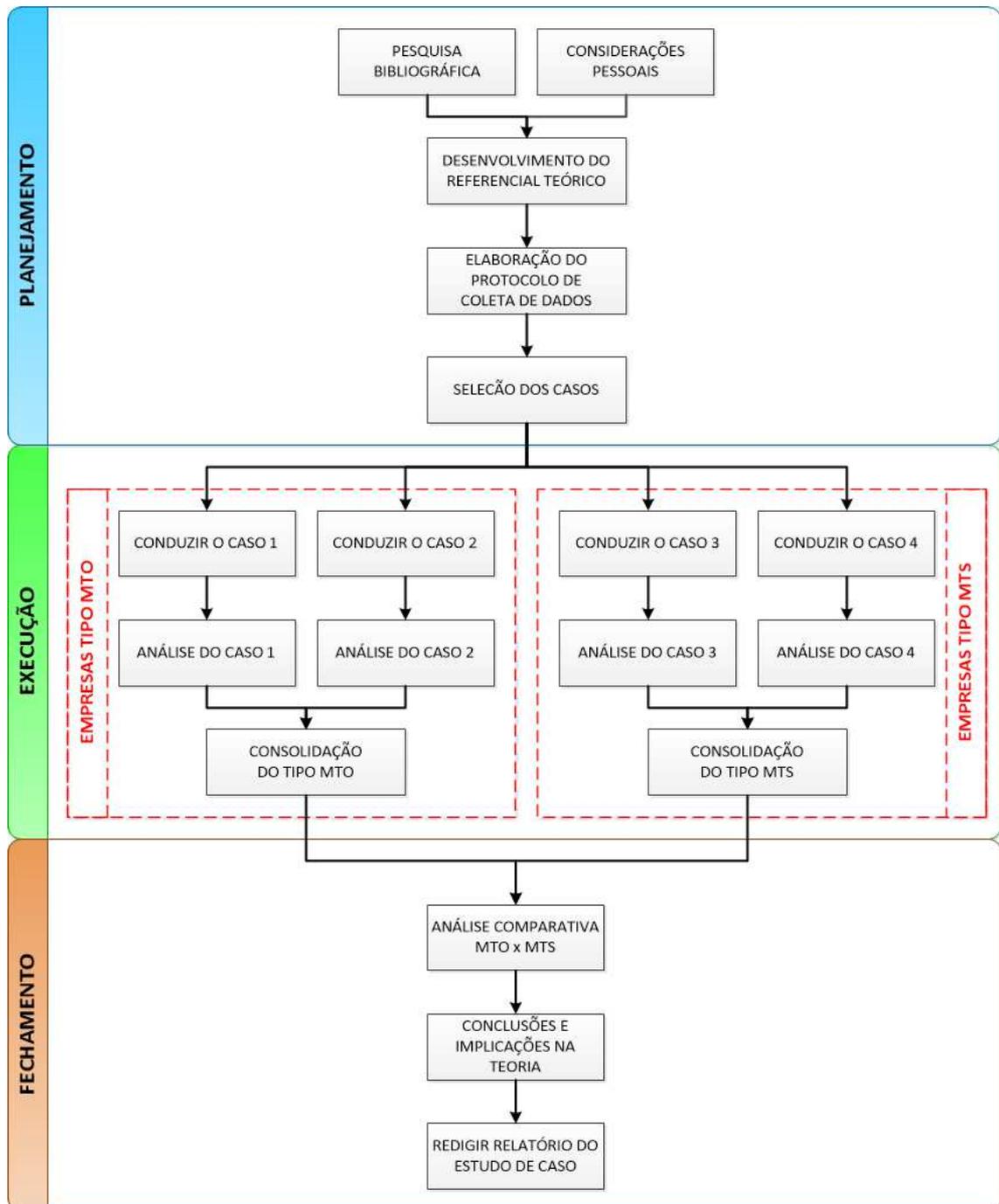
Figura 21 - Método de trabalho - Etapa de Fechamento



Fonte: Autor

Como forma de consolidar o entendimento dos passos do método e suas três etapas, a Figura 22 representa a visão geral do Método de Trabalho que foi utilizado para a construção desta pesquisa.

Figura 22 - Método de trabalho – Visão geral



Fonte: Autor

3.3.1 Seleção dos casos

Para Eisenhart (1989), a seleção dos casos tem importância para a construção de uma teoria tanto quanto a definição de uma população tem para um teste de hipóteses. Uma

característica da seleção dos casos é que são escolhidos devido a razões de cunho teórico e não estatístico, permitindo o controle da variação do ambiente em que estão inseridos, auxiliando na identificação das limitações dos resultados obtidos na pesquisa.

Os quatro casos que envolvem esta pesquisa, estão divididos para representar dois tipos de sistemas de produção distintos (MTO e MTS). Para elencá-los procuraram-se empresas que, ao mesmo tempo, proporcionassem acessibilidade para o estudo, serem relevantes para a pesquisa no que tange ao seu tamanho e maturidade, além de possuir um modelo de produção dentro dos dois tipos estudados. O Quadro 9 elenca os quatro casos selecionados e suas informações básicas.

Quadro 9 - Casos selecionados

CASO	TAMANHO	SEGMENTO	TIPO
EMPRESA “A”	≅ 2.000 funcionários	Construção Civil (Montadora)	MTO
EMPRESA “B”	≅ 4.000 funcionários	Implementos Rodoviários (Montadora)	MTO
EMPRESA “C”	≅ 1.300 funcionários	Veículos Pesados (Autopeças)	MTS
EMPRESA “D”	≅ 600 funcionários	Veículos Leves (Autopeças)	MTS

Fonte: Autor

3.3.2 Coleta e tratamento de dados

Yin (2010) relata que, para aumentar a confiabilidade do Estudo de Caso, três princípios são fundamentais na coleta de dados: i) o uso de várias fontes de evidência; ii) a criação de um banco de dados formal e apresentável e iii) manter o encadeamento das evidências. Quanto as fontes de evidências utilizadas em Estudos de Caso, o autor elenca:

- a) documentação;
- b) entrevistas;
- c) registros em arquivos;
- d) observações diretas;
- e) observação participante
- f) artefatos físicos.

Dentre as fontes de evidências apresentadas acima, este trabalho utilizou: i) documentações; ii) entrevistas e iii) registros em arquivos.

Para a coleta de dados através de entrevistas com colaboradores da empresa, utilizou-se um roteiro de entrevista semiestruturada. O roteiro de entrevista está baseado em perguntas gerais a respeito de como funcionam os processos de PPCPM dos casos estudados. Além disso, foram elencados os tópicos esperados, como forma de orientar a condução das entrevistas a fim de coletar os dados esperados. O ANEXO A representa o roteiro de entrevista utilizado para a condução da coleta de dados dos casos estudados. Após a coleta de dados, os mesmos foram transcritos para serem utilizados durante a etapa de análise dos casos. Os tópicos utilizados para a comparação dos casos emergiram durante as transcrições das entrevistas, permitindo a construção dos quadros de análise dos casos estudados.

Para cada caso, foram selecionadas dois entrevistados, totalizando oito entrevistados. Utilizou-se como critério a seleção de um colaborador que representasse a visão operacional do PPCPM (Analistas ou Técnicos) e o outro com uma visão de gestão (Gerentes ou Diretores).

4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Este capítulo descreve os casos estudados, evidenciando as principais características do PPCPM de cada empresa. Ao final há um cruzamento destas informações com o intuito de promover uma comparação entre os casos e identificar suas principais diferenças. Os quatro casos estudados estão descritos e subdivididos em dois subcapítulos conforme sua classificação, *Make-to-order* (MTO) ou *Make-to-stock* (MTS).

4.1 CASOS DO TIPO MTO

Os casos descritos a seguir estão organizados com a mesma ordem. Primeiramente, uma breve descrição da empresa. Em seguida é feita a descrição do funcionamento do PPCPM de acordo com os dados coletados nas entrevistas. Ao final, é apresentado um quadro resumo com os principais tópicos percebidos na análise do caso.

4.1.1 Estudo de Caso I

Este estudo de caso realizou-se em uma empresa do segmento de construção civil. A empresa está presente a 45 anos no mercado, possuindo experiência na construção de empreendimentos, especializada na construção de prédios metálicos pré-engenheirados para indústrias, *shopping centers*, supermercados e centros de distribuição. A empresa fornece soluções em estruturas pesadas, como prédios de processos, pontes, *pipe racks* e prédios metálicos de múltiplos andares. Possui unidades fabris no RS, SC e ES, e escritórios nas principais capitais do país. A empresa vem se consolidando no mercado, tornando-se referência no Brasil e fora do País, com um faturamento da ordem de R\$ 1 bilhão em 2012. Possui certificações ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001 que ilustram sua preocupação com a melhoria contínua de seus processos, meio ambiente e segurança no trabalho. Adquiriu o *FM Approvals*, certificação reconhecida internacional que assegura aos clientes produtos testados com altos padrões de qualidade. Além destas certificações, a empresa obteve o troféu bronze no Prêmio Qualidade RS.

A descrição do caso limita-se a uma de suas quatro unidades de negócio, localizada no interior do RS, que possui as características (MTO) estudadas nesta dissertação. Esta unidade de negócio da empresa é a maior dentre as outras três e possui representatividade tanto em volumes de produção quanto no que tange ao faturamento para o negócio da empresa.

4.1.1.1 Ciclo de Planejamento

O processo de planejamento inicia-se com um planejamento de cenários para os 12 meses do ano estabelecendo-se um *mix* de obras ideal cujo objetivo é a maximização da produção e a lucratividade da empresa. Um *mix* de obras representa, conseqüentemente, um *mix* de famílias de produtos para empresa, que possui essa característica de montar obras personalizadas. Há necessidade de determinar um *mix* em obras para que haja conexão com a área Comercial cuja unidade de venda são obras. Para a efetivação de tal conexão, um conjunto de obras de referência são determinadas e relacionadas com as famílias de produtos com base no histórico de produção da empresa, permitindo que cenários de demanda sejam estimados e, conseqüentemente, convertidos em volumes por famílias de produto. A partir desta relação, obtém-se como resultado deste ciclo de planejamento um plano anual de produção por família de produto. Os volumes de produção deste plano são expressos utilizando como unidade de análise o peso em toneladas. Logo, para cada família de produto haverá um volume planejado para o ano, compondo o *mix* de produção.

Cada uma destas famílias de produto consumirá a capacidade de diferentes recursos produtivos na manufatura sendo desta forma a informação de restrições produtivas da empresa de fundamental importância para este processo de planejamento, orientando a construção de um cenário que maximize o uso dos recursos produtivos. Esta análise de capacidade é realizada em nível agregado para identificar as necessidades de investimentos para atender ao cenário definido. Adicionalmente, são identificadas as necessidades de Engenharia, que visam o desenvolvimento de novos produtos ou processos que redistribuam o consumo de capacidade dos recursos para os casos onde há gargalos e que o desenvolvimento de novas tecnologias permitem solucionar estes problemas de capacidade. Para converter a visão de volumes em uma visão financeira, as margens de contribuição das obras são utilizadas, identificando a lucratividade planejada do cenário. Neste caso, ajustes podem ser realizados no cenário com o objetivo de equilibrar a relação de maximização do uso da produção *versus* a lucratividade do negócio.

Para a construção dos cenários, são utilizadas as ferramentas *Excel* e *software APS*. Ambas auxiliam no cálculo dos volumes por família de produto e análise de capacidade. Além destas ferramentas principais, em alguns casos específicos, utilizam-se ferramentas de otimização e simulação para uma análise detalhada.

Participam deste ciclo de planejamento as áreas Comercial, Controladoria, Planejamento, Melhoria Contínua, Produção e Engenharia. Estes dois últimos possuem participação a nível informativo, pois como resultado deste ciclo de planejamento, são encaminhadas diretrizes para estas duas áreas. O objetivo principal deste ciclo de planejamento é estabelecer um cenário que seja, ao mesmo tempo, rentável e que explore a capacidade instalada no sistema produtivo. Além disso, orienta a área Comercial da empresa no sentido de focar esforços de venda, a Melhoria Contínua com os esforços de melhoria e priorização de Kaizens, a Produção com os esforços para atender os volumes acordados e a Engenharia nos esforços de desenvolvimento.

O horizonte deste ciclo de planejamento é de doze meses com revisões semestrais. Nestas revisões, o planejamento dos próximos seis meses é revisado e acrescentam-se os próximos seis meses (do sete ao doze), completando novamente o horizonte de doze meses. Mensalmente, as áreas de Planejamento e Comercial se reúnem para o acompanhamento do plano, que visa identificar as divergências em relação ao planejado e discutir os encaminhamentos necessários para cumprir o cenário acordado.

Na sequência do processo de PPCPM, o planejamento agregado é detalhado em um outro ciclo de planejamento, que visa alocar os pedidos que estão firmes ao longo do horizonte. Neste nível de planejamento, um pedido de venda é composto por um projeto de obra que possui um detalhamento a nível de etapas e subetapas. Estas subetapas são “pacotes” da estrutura de produto que configuram uma unidade de montagem, pois a área de Planejamento é responsável por estabelecer, de forma macro, a sincronia das áreas de Engenharia, Produção e Montagem. Desta forma a Produção deve fabricar para suprir a Montagem da obra e manter o fluxo abastecido, caso contrário o fluxo é interrompido devido à falta de sincroniza entre as atividades de produção e montagem. Esse nível de informação é obtido a partir da entrada de um pedido que passa por um configurador antes de chegar ao Planejamento². A configuração do projeto, permite o detalhamento em subetapas e a utilização de roteiros de produção. Cada subetapa do projeto é alocada na linha do tempo pela área de Planejamento através de um cronograma de fabricação e montagem, gerando uma ordem planejada. Os projetos são analisados na área de Planejamento em conjunto com todo o restante que já está acordado e prazos são estimados e validados com os clientes. A partir

² Um configurador de produto é um sistema que permite montar uma estrutura de produto baseada em uma estrutura de modelos, de acordo com regras e opções definidas na concepção da estrutura do modelo.

disto, o projeto possui prazos de entrega acordados com o cliente e detalhados em um cronograma por subetapa de montagem.

Este plano detalhado possui um horizonte entre 60 e 90 dias que são revisados quinzenalmente entre os setores de planejamento e administração de contratos. A administração de contratos é responsável por gerir o cronograma do projeto que possui responsabilidade de ambas as partes (cliente e empresa). O foco central deste ciclo de planejamento é confirmar o que de fato poderá entrar em Produção de acordo com a constante revisão dos cronogramas, pois poderão haver casos em que os projetos serão postergados em função de pré-requisitos ainda não estarem “ok”, como por exemplo: i) questões financeiras relacionadas ao financiamento da obra ou aprovação de crédito; ii) possibilidade de montagem no local da obra; iii) questões contratuais; iv) entre outras. Para estes projetos, novos cronogramas serão sugeridos e outros projetos serão antecipados para preencher a lacuna de capacidade de surgiu no horizonte de planejamento. Também, poderão surgir casos onde não há capacidade suficiente para atender a demanda e não há possibilidade de postergação dos cronograma. Nestes casos são discutidas as alternativas para atender a demanda tais como terceirizações e o uso de horas extras.

Utiliza-se uma análise de capacidade detalhada por recurso de fabricação para alocar as ordens planejadas e garantir a utilização da capacidade fabril. Nesta etapa são considerados somente os equipamentos da empresa, não havendo uma análise de mão-de-obra. Para isso, algumas discussões pontuais com a área de Produção são realizadas quando há indícios de que haverá falta ou ociosidade da mão-de-obra necessária. A análise de capacidade dos equipamentos considera um percentual de eficiência³ que representa um histórico de utilização do equipamento a partir de dados coletados diariamente na execução no chão-de-fábrica.

A visão de 60 – 90 dias, é composta por ordens planejadas que representam as subetapas predefinidas anteriormente e espelham a visão do cronograma do projeto. São utilizados 30 dias como período firme para a conversão destas ordens planejadas em ordens firmes. O desdobramento deste plano detalhado para materiais ocorre somente para os materiais que são consumidos em grande volume. Quinzenalmente, com base nos projetos que

³ Considera-se como eficiência dos equipamento um valor percentual que representa o tempo em que o recurso agregou valor em relação ao seu tempo disponível. A diferença entre o tempo disponível e o tempo de agregação de valor são denominadas perdas que representam paradas de máquina, quedas de velocidade ou problemas de qualidade.

estão no horizonte, a área de Planejamento constrói a previsão de consumo para o horizonte de 90 dias e a disponibiliza para a área de Suprimentos. Entretanto, para os materiais específicos de cada projeto, essa previsão de consumo não ocorre, em virtude de que dentro do horizonte de 90 dias apenas alguns projetos estão detalhados pela Engenharia possibilitando esta visão detalhada dos materiais. Este segundo ciclo de planejamento utiliza como ferramenta o ERP da empresa e a ferramenta APS para análise de capacidade. Embora a empresa possua ferramenta APS, a ferramenta não é utilizada para as atividades de programação e sequenciamento, apenas para avaliar a capacidade com a finalidade de validar o plano de produção.

4.1.1.2 Ciclo de Programação

O período firme, representado pelos 30 dias firmados no ciclo anterior, é detalhado para o nível da Programação da Produção. Este ciclo de Programação objetiva sequenciar as ordens de produção com base no gargalo da fábrica (operações de solda) e analisar o impacto nos demais recursos da fábrica (fabricação de peças e pintura). Neste nível do processo, as subetapas do projeto já estão detalhadas pela engenharia e todas possuem ordens firmes. Um conjunto de ordens de produção constituem uma subetapa do projeto e são liberadas para a programação. Considera-se a possibilidade de uso de terceirização para os casos onde a fábrica não esteja respondendo de acordo com a programação prevista ou para os casos onde a demanda é superior à capacidade. A Programação da fábrica é realizada com frequência semanal e sensibilidade de programação diária, ou seja, as listas de Programação são diárias identificando as ordens a serem produzidas em cada dia. Também, é feita uma análise de materiais para identificar os materiais faltantes com a finalidade de liberar para a produção uma programação exequível tanto do ponto-de-vista dos materiais quanto da capacidade. Utiliza-se como ferramenta de programação o *Excel* para o desenvolvimento das análises de capacidade, sequenciamento dos recursos e listas de programação.

O ciclo de programação visa atender as datas de início e fim de cada subetapa do projeto que já foram previamente determinadas no ciclo anterior de planejamento e que representam o cronograma de execução do projeto. Desta forma, se estabelece a conexão entre o planejamento e a programação.

4.1.1.3 Ciclo de Controle

A etapa de controle da empresa está estruturada de forma a acompanhar as ordens de produção que passaram do gargalo e as ordens que concluíram o fluxo, estabelecendo-se dois pontos de apontamentos ao longo do fluxo de produção. O primeiro deles, localizado após o gargalo, é apontado no sistema ERP manualmente a partir de fichas de controle recolhidas após serem registradas no chão-de-fábrica. O segundo, ao final do fluxo de produção após a operação de pintura, através de códigos de barras, permitindo identificar as ordens concluída disponíveis para a Logística. Estas informações são fundamentais para o ciclo de programação, uma vez que identificam-se as ordens de produção que passaram o gargalo do fluxo de produção e as que concluíram o fluxo, qualificando a programação do próximo período.

Como forma de monitoramento dos processos, alguns indicadores são considerados utilizando-se os dados coletados na etapa de controle. São eles:

- a) aderência à programação: a partir dos apontamentos das ordens de produção e baseado na programação calcula-se a aderência à programação. A aderência é obtida através da soma das diferenças entre o programado e o produzido, considerando diferenças absolutas para mais ou para menos. Estas diferenças são somadas e divididas pelo total programado, resultando no erro de produção. O resultado inverso ao erro é denominado aderência. Este indicador mede o cumprimento da produção em relação ao que estava programado no período, penalizando as ordens fabricadas no período errado ou ordens não fabricadas de acordo com a lista de programação daquele período. São realizadas reuniões de análise crítica para discutir melhorias e alavancar o indicador de aderência nas situações onde não representam níveis considerados satisfatórios;
- b) aderência ao cronograma: na camada de planejamento, as ordens de produção estão subordinadas às subetapas do projeto. Desta forma, calcula-se a aderência destas subetapas conforme o cronograma do projeto permitindo o acompanhamento do cronograma no nível de planejamento;
- c) volumes de produção: no nível de planejamento agregado, há um acompanhamento dos volumes produzidos por família de produto em comparação ao cenário previamente planejado no ciclo de planejamento, permitindo identificar

a estabilidade da operação e os possíveis *GAP's* a serem discutidos ou repensados pela área de planejamento.

4.1.1.4 Estrutura de PPCPM

A área de PPCPM da empresas é subdividida em duas equipes. A primeira, equipe de Planejamento, é composta por oito profissionais, incluindo o supervisor da área, que operam os ciclos de planejamento (agregado e detalhado) no longo e médio prazo. A segunda, a equipe de Programação, é formada por onze profissionais, incluindo o supervisor da área, que operam o ciclo de programação no curto prazo. Existem outros colaboradores que executam atividades relacionadas com a programação de máquinas CNC. Estas duas áreas (Planejamento e Programação) em conjunto com uma terceira área de Orçamento, estão sob a responsabilidade de um Gerente, constituindo uma grande área de Orçamento, Planejamento e Programação. A parte relativa ao Orçamento, por não fazer parte do fluxo de PPCPM em si não foi discutida durante a descrição deste caso.

4.1.1.5 Fatores Críticos de Sucesso (FCS)

Do ponto de vista do PPCPM, o principais FCS são:

- a) capacidade: a empresa considera a capacidade produtiva como um dos pontos estratégicos do negócio. Logo, manter o uso dos ativos e o nivelamento da demanda com a capacidade torna-se um FCS para empresa. Este equilíbrio no uso dos ativos é tão importante que dispara necessidades de desenvolvimento de novas soluções de engenharia para nivelar a demanda dos recursos da fábrica (por exemplo, trocar soluções soldadas por soluções parafusadas, uma vez que os recursos de solda não possuem ociosidade ao inverso dos recursos de corte, dobra, furação, entre outros);
- b) materiais: conforme já descrito acima, não há planejamento e programação de materiais. A empresa trabalha com uma área de Suprimentos desconectada da área de Planejamento e Programação e não possui nenhum processo de programação de materiais. Os materiais de consumos regular são comprados mediante um histórico de consumo médio e uma previsão que a área de Planejamento envia no ciclo de planejamento. Porém, para materiais específicos ou de baixo consumo, tal planejamento não ocorre, ficando totalmente ao cargo da área de Suprimentos a

tarefa de planejar e programa a compra dos materiais. Na prática, materiais deixam de ser comprados no momento certo e somente são identificados como faltantes no ciclo de programação que identifica as faltas antes de liberar o programa de produção para a fábrica. Neste momento, os *lead time* estimados para a produção das ordens ficará comprometido, pois o PPCPM deverá solicitar a compra do material faltante e as ordens não poderão ser liberadas no programa de produção daquele período até que o material seja comprado e recebido na empresa. Desta forma a questão de materiais se torna um FCS do PPCPM da empresa tornando muitas vezes umas das causas de falha do processo de programação.

4.1.1.6 Análise do Caso I

De maneira geral, o processo de PPCPM do Caso I é subdividido conforme a teoria do planejamento hierárquico da produção. A partir da descrição do caso, observam-se três níveis hierárquicos distintos, a saber: i) planejamento agregado, ii) planejamento detalhado e iii) programação. Complementando estes níveis, a função controle aparece presente e questões como capacidade e materiais são discutidas ao longo do processo de desagregação. O Quadro 10 sintetiza a descrição do caso para o Planejamento e o Quadro 11 para os demais tópicos, elencando os principais tópicos de cada nível hierárquico e de outras categorias importantes do PPCPM.

Quadro 10 - Resumo do Caso I – Parte I

CICLO/TÓPICO	SUBTÓPICO	DESCRIÇÃO
PLANEJAMENTO (PLANO AGREGADO)	Horizonte e frequência	12 meses com revisões semestrais
	Nível de detalhe	Obras de referência
	Análise de capacidade	Análise agregada dos recursos
	Análise de materiais	Não identificado
	Participantes	Comercial, Controladoria, Planejamento, Melhoria Contínua, Produção e Engenharia
	Principais decisões	Necessidades de investimentos e de desenvolvimento de novas tecnologias
	Ferramentas	<i>Excel e software APS</i>
PLANEJAMENTO (PLANO MESTRE)	Horizonte e frequência	3 meses com revisões quinzenais
	Nível de detalhe	Por subetapa da obra
	Análise de capacidade	Detalhada por recurso, não há análise de mão-de-obra
	Análise de materiais	Para alguns materiais de consumo regular (ex. Chapas de aço)
	Participantes	Planejamento e Administração de Contratos

	Principais decisões	Firmar um plano de produção e definir terceirizações e horas extras
	Ferramentas	ERP e <i>software</i> APS

Fonte: Autor

Quadro 11 - Resumo do Caso I – Parte II

CICLO/TÓPICO	SUBTÓPICO	DESCRIÇÃO
PROGRAMAÇÃO	Horizonte e frequência	4 semanas, revisão semanal
	Nível de detalhe	Por subetapa da obra
	Análise de capacidade	Detalhada por recurso
	Análise de materiais	Identifica-se todas as necessidades de materiais
	Participantes	PCP e Produção
	Principais decisões	Liberação de uma programação considerando o uso de terceirização ou horas extras
	Ferramentas	<i>Excel</i> e ERP
CONTROLE	Principais indicadores	Aderência à programação, aderência ao cronograma e volumes de produção
	Envolvimento do PPCPM	Através de reuniões de análise crítica dos planos e indicadores. Não identificada atuação <i>in loco</i> na fábrica.
ESTRUTURA	Total de pessoas	20 colaboradores
	Distribuição da equipe	Gerência (1), supervisores (2), equipe de planejamento (7) e equipe de programação (10)
FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO		Capacidade e materiais.

Fonte: Autor

Com base na descrição do caso e na síntese mostrada acima, alguns pontos podem ser observados como oportunidades e resultados da análise do caso. São eles:

- a) o desdobramento dos planos para análise de materiais não foi identificado de forma ampla. No nível de planejamento há somente uma análise de materiais agregada para alguns materiais de consumo regular. Materiais específicos ou de baixo consumo ficam fora da análise de materiais. Entretanto, o ciclo de programação possui como regra a avaliação crítica dos materiais antes de liberar a programação para fábrica. Neste caso observou-se que as falhas de materiais que são identificadas no ciclo de programação não possuem tempo hábil de correção, provocando atrasos no cumprimento das datas das ordens;
- b) ainda sobre a questão de materiais, não foi identificada uma conexão entre o planejamento e programação da produção com o planejamento e programação dos materiais. A atual estrutura de PPCPM não contempla um “braço” que permita o

desdobramento e análise dos materiais de forma eficaz mediante uma programação de materiais em sincronia com a programação da produção. A empresa possui um área de Suprimentos que executa as compras dos materiais perante os critérios de consumo médio, reforçando esta desconexão. Diferentemente, se houvesse uma programação de materiais oriunda do PPCPM, qualificaria a compra de materiais realizada por Suprimentos, minimizando as falhas de falta de materiais;

- c) os controles de produção estão sob a responsabilidade da produção, com acompanhamento a distância pelo PPCPM que atua no monitoramento dos indicadores. O PPCPM poderia atuar mais próximo à produção no acompanhamento diário ou horário, sendo proativo nas ações de contenção para os eventuais problemas que podem surgir ao longo da operação;
- d) identificou-se o uso de ferramentas (*softwares*) específicos para compilar e analisar dados para a tomada de decisões nos ciclos de planejamento e programação. Embora todos os dados estejam presentes no sistema ERP da empresa, o sistema apresentou ineficiência nas atividades analíticas do PPCPM, abrindo uma lacuna para *softwares* específicos. Ainda nesta questão, a empresa subutiliza o *software* APS que possui não utilizando as funcionalidades de programação e sequenciamento que poderiam auxiliar o ciclo de programação que é realizado atualmente utilizando o *Excel*.

4.1.2 Estudo de Caso II

Este caso trata-se de uma empresa líder na América Latina na fabricação de reboques e semirreboques, atuando a mais de 60 anos no segmento de implementos rodoviários. Fazem parte do seu portfólio de produtos reboques e semirreboques dos tipos graneleiros, carga seca, tanques, basculantes, silos, frigoríficos, canavieiros, florestais, sidlers, furgões, entre outros. Além disso, a empresa atua no segmento ferroviário na produção de vagões dos tipos hopper, gôndola, tanque, carga geral e plataforma. Suas unidades industriais estão distribuídas no Rio Grande do Sul, São Paulo, Santa Catarina e na Argentina. No Brasil, o atendimento ao mercado se dá através de uma rede de distribuidores localizadas em 70 pontos do país e no exterior, são 45 pontos marcando presença em 70 países. Seu foco na inovação é sustentado pelo constante investimento em tecnologia e novos conhecimentos, a exemplo de sua tecnologia de pintura que proporciona a seus produtos uma pintura similar à de automóveis e cabines da caminhão, tornando a empresa a única fabricante da América Latina com este

diferencial. Esta postura inovadora tem contribuído para a conquista de importantes reconhecimentos tais como: ISO 9001:2008, ISO 14001 e OHSAS 18001. A empresa faz parte de uma *holding* de nove empresas que compõem soluções para veículos, implementos, autopeças e serviços. A *holding* possui uma receita líquida da ordem de R\$ 3,7 bilhões/ano e a empresa em específico, R\$ 1,2 bilhões em 2012.

A descrição deste caso limita-se a unidade fabril do Rio Grande do Sul, a maior delas, que representa a maior parte do negócio da empresa.

4.1.2.1 Ciclo de Planejamento

O ciclo de planejamento da Empresa é dividido em duas etapas. A primeira consiste em elaborar um plano agregado de vendas e produção. A segunda em um plano de produção detalhado servindo de entrada para o ciclo de programação. Ambas as etapas serão descritas sucintamente a seguir.

O planejamento agregado, primeira etapa do ciclo de planejamento, é um processo mensal que inicia com um levantamento da demanda pela área de marketing e vendas. Esta visão de demanda fornece as informações iniciais para o PPCPM construir o cenário de planejamento agregado. Este cenário, possui um horizonte de quinze meses que representam os volumes previstos por família de produto para cada mês do horizonte de planejamento. Após a construção dos cenários, o PPCPM promove uma reunião de análise crítica e validação. O objetivo principal deste ciclo de planejamento é definir o volume de produção para os próximos meses e firmar um compromisso entre as áreas para a execução do plano acordado e das decisões definidas pela equipe multifuncional. Discussões e decisões envolvendo os temas: capacidade, materiais e mão-de-obra, ainda que de forma agregada, fazem parte da análise crítica realizada pela equipe.

Os primeiros quatro meses do horizonte de planejamento não fazem parte da discussão deste ciclo de planejamento agregado, pois já foram confirmados nos ciclos anteriores, fazendo parte da próxima etapa do ciclo de planejamento. Logo, as discussões envolvem do quinto ao décimo quinto mês do horizonte, dando ênfase ao quinto mês que será firmado ao término deste processo de planejamento. Os volumes mensais de demanda são convertidos para a métrica de produtos por dia para cada família de produto, como forma de estabelecer um critério para validação e discussão do cenário.

A visão de volumes do cenário de planejamento é convertida em uma visão financeira, permitindo que o processo de tomada de decisão envolva questões financeiras como previsões de faturamento e de resultados financeiros das unidades. Participam deste processo de planejamento as áreas Comercial, Marketing, Produção, PPCPM, Logística, Engenharia de Processos, Suprimentos, Recursos Humanos representadas pelo nível de Gerentes e Coordenadores. A Direção da empresa atua ao final deste processos através de uma reunião executiva de validação do plano, consolidando as decisões sugeridas pela equipe de Gestão. Para a construção deste cenário de plano agregado, os dados são compilados utilizando o *Excel* como ferramenta para consolidação e análise do cenário.

A segunda etapa do ciclo de planejamento, o plano de produção, consiste em um processo semanal de análise com vistas a firmar um plano de produção de acordo com o plano agregado com base na confirmação da carteira de pedidos. Este processo de planejamento possui um horizonte de médio prazo composto por dezesseis semanas (ou quatro meses). Neste nível, o plano é visualizado em semanas, desagregando a visão mensal do plano agregado. São utilizadas as mesmas famílias de produto do plano agregado, porém desagregadas em subfamílias de produto que permitem uma análise mais acurada do *mix* de produção. Dentro deste horizonte de dezesseis semanas, quatro semanas são consideradas como período congelado. Assim, a demanda é composta apenas por pedidos firmes sem a possibilidade de mudanças na carteira de pedidos. A medida em que novos pedidos são firmados na carteira, eles são alocados fora do horizonte firme, período que compreende da quinta a décima sexta semana.

Desta forma, estabelece-se um ciclo semanal de análise crítica e tomada de decisão, que confirma a quinta semana do horizonte, além de analisar as semanas seguintes e validar as decisões e o cenário do plano agregado, estabelecendo uma efetiva subordinação entre os ciclos de planejamento. Esta etapa do ciclo de planejamento é composta em parte do horizonte pela carteira de pedidos. Entretanto, para completar o horizonte de acordo com os volumes acordados no plano agregado, são adicionadas as NIP's (Necessidades Independentes de Produção) que representam uma previsão dos produtos a serem produzidos. As NIP's são cadastradas no sistema ERP da empresa e complementam o cenário de dezesseis semanas permitindo a conexão com MRP para a desagregação dos componentes e materiais.

As análises de capacidades deste nível de planejamento envolvem dois modelos distintos. Para as linhas de montagem dos produtos, que envolvem operações manuais de solda e montagem, a análise de capacidade é composta considerando os tempos de ciclo

destas operações manuais calculando-se a necessidade de mão-de-obra de cada setor. Considera-se um fator de eficiência para a mão-de-obra com base no histórico calculado pela empresa mensalmente⁴. Para a fabricação de peças que abastecem as linhas de montagem, a análise de capacidade é realizada através da ferramenta de Capacidade x Demanda. A ferramenta considera os equipamentos que compõem a unidade de fabricação, os tempos de ciclo dos componentes baseado em seus roteiros de fabricação e os índices de eficiência dos equipamentos provenientes dos acompanhamentos diário dos equipamentos.

A análise crítica e a tomada de decisões envolvem as áreas PPCPM, Produção, Engenharia de Produto, Engenharia de Processo, Logística, Recursos Humanos, Comercial, representadas pelos Coordenadores de cada área. As decisões acordadas durante o processo de planejamento envolvem questões de curto e médio prazo a exemplo de execução horas extras, contratação de terceirizações, adequação da mão-de-obra e/ou equipamentos e adequações da jornada de trabalho.

4.1.2.2 Ciclo de Programação

As famílias de produto utilizadas no ciclo de planejamento são espelho das linhas de montagem do processo produtivo. A partir desta visão, cada linha de montagem possui um programador responsável pelo seu ciclo de programação. Diariamente, novos pedidos chegam aos programadores que executam uma análise para dar um aceite de produção para a área Comercial. Cada pedido é composto por um produto vendido e está relacionado com uma família de produto. A medida em que estes pedidos são alocados no horizonte com base diária, estabelece-se uma programação diária para cada linha de montagem.

O aceite de produção, envolve validar a data de entrega sugerida pela área Comercial de acordo com as características do pedido. Neste caso, o programador efetua uma análise da linha de montagem, identificando onde é possível alocar o pedido, respeitando os parâmetros de capacidade, período congelado e *mix* de produtos. A capacidade de produção de cada linha de montagem é baseada em um critério de volume, expressado em produtos por dia. Entretanto, há uma análise de *mix* por parte do programador para identificar restrições que

⁴ Este fator de eficiência da mão-de-obra é obtido através da razão entre as horas produzidas (provenientes dos apontamentos e dos roteiros das ordens de produção) e as horas disponíveis, também chamadas de horas pagas (provenientes do quadro de lotação da área ou unidade). Desta relação, obtém-se um valor percentual que representa a eficiência no uso da mão-de-obra a empresa, tornando-se um dado de entrada para o ciclo de planejamento.

possam existir em função das subfamílias de produto. Esta análise de *mix* utiliza critérios subjetivos baseado em dados empíricos da linha de produção coletados pelo próprio programador ou em conjunto com a área de Produção.

Para que os pedidos sejam alocados nos tempos certos, utiliza-se *lead times* fixos previamente determinados por família de produto. Estes *lead times* permitem estimar as datas de início e fim das linhas de montagem, pintura e montagem final (três grandes etapas do fluxo produtivo dos produtos na empresa). Uma vez que os pedidos foram alocados e validados pelo PPCPM, o MRP da empresa irá gerar as ordens de produção e materiais. Antes da liberação das ordens de produção para a fábrica, há um etapa de validação com a Produção que consiste em um acordo entre as duas áreas do que irá entrar em produção no horizonte a ser confirmado. Esta validação ocorre semanalmente, visualizando a semana fora do período congelado que será confirmada. Nesta validação são analisadas questões que envolvem o *mix* de produtos e as horas necessárias para a execução da programação. Em função de restrições e/ou problemas operacionais das linhas de montagem (falta de materiais, atrasos, mão-de-obra, entre outros) a programação da produção poderá sofrer correções antes de sua confirmação. Na sequência da validação, as ordens de produção permanecem no sistema ERP da empresa até que estejam dentro do período de liberação para a fábrica, onde são impressas e organizadas com outros documentos e disponibilizadas para a produção. A liberação das ordens de produção para a fábrica é realizada diariamente, mantendo um horizonte de dois dias liberados para a fábrica.

A programação de materiais é realizada para atender o horizonte firme do ciclo de programação e planejamento de quatro semanas. A empresa adota a política de trabalhar com fornecedores que sejam capazes de fornecer os materiais dentro do período de quadro semanas que é o horizonte firme de programação por estar composto exclusivamente da carteira firme de pedidos. Entretanto há alguns materiais que fogem a esta política geral e que são programados com base no horizonte planejado através de políticas de estoque. O horizonte planejado, é composto por NIP's que representam uma previsão do que poderá ser consumido.

4.1.2.3 Ciclo de Controle

O ciclo de controle da empresa ocorre através de algumas rotinas formais da empresa, são elas:

- a) reunião diária I: esta reunião é realizada diariamente no chão-de-fábrica com representantes das principais áreas envolvidas (PPCPM, Produção, Qualidade, Logística, Engenharia) representados por analistas e líderes. Para cada linha de montagem há uma reunião diária que consiste no acompanhamento do programa de linha e discussão acerca das principais dificuldades de execução da programação. Além disso são definidas as ações de contenção para garantir atendimento e a aderência ao programa de linha.
- b) reunião diária II: o nível de Gestão da empresa (Gerentes e Coordenadores) realiza esta reunião diária para analisar criticamente os resultados diários, bem como as ações de curto prazo passíveis de serem efetivadas. Já neste caso, há somente uma reunião incorporando a análise e discussão de todo o fluxo produtivo com base nos volumes produzidos, aderência à programação, atendimento dos pedidos e problemas de qualidade.

Os indicadores que incorporam o ciclo de programação são monitorados diariamente pelo PPCPM que compila os dados acumulados e prepara o material que embasa as reuniões diárias de acompanhamento. Os dados compilados diariamente expressam os indicadores de monitoramento e informações complementares oriundas dos apontamentos das ordens e da qualidade. Os indicadores utilizados são:

- a) prazo de entrega: representa o percentual de produtos atendidos na data de entrega prevista no pedido;
- b) aderência à programação: consiste em medir se a saída das linhas de montagem, pintura e montagem final estão de acordo com a programação;
- c) volume de produção: expressa o volume produzido diariamente na montagem final que representa todo o volume diário produzido por se tratar de um setor que consolida os fluxos de produção;
- d) nível de ordens em atraso: indicador utilizado para medir a entrega dos fornecedores através das ordens de compra;
- e) eficiência: mede a eficiência das pessoas baseado na quantidade de horas pagas e horas produzidas. Diferentemente dos demais, este indicador é monitorado mensalmente.

As informações para a construção e monitoramento dos indicadores estão disponíveis no sistema ERP da empresa que é alimentado através dos apontamentos diários de produção. Estes apontamentos são realizados com base nas ordens de produção e de compras e permitem

o cálculo dos indicadores citados acima. Para calcular estes indicadores os dados são extraídos do sistema ERP e compilados em planilhas *Excel* para consolidação e a geração de gráficos de análise.

4.1.2.4 Estrutura de PPCPM

A área de PPCPM da empresa é composta por trinta pessoas subdivididas nos seguintes times:

- a) planejadores: são duas pessoas responsáveis pelo ciclo de planejamento;
- b) programadores de produção: no total são oito programadores separados por linha de montagem e responsáveis pelo ciclo de programação da produção;
- c) programadores de materiais: doze pessoas fazem parte do time de programação de materiais, subdivididos por famílias de materiais;
- d) controladores: são três pessoas responsáveis pela coleta de dados e compilação dos indicadores de monitoramento;
- e) controle de documentos: cinco pessoas que desempenham a função de impressão das ordens de produção e dos documentos adicionais, disponibilizando estes pacotes de documentos para a fábrica.

4.1.2.5 Fatores Críticos de Sucesso (FCS)

Como forma de expressar os principais FCS que são fundamentais para que o PPCPM deste caso obtenha resultados satisfatórios, os entrevistados identificaram os seguintes tópicos:

- a) *mix*: a mudança no *mix* de produtos para o planejamento e programação possui um impacto relevante na capacidade das linhas. Embora os produtos estejam agrupados por famílias de produto, dentro destas famílias há um conjunto de configurações que representam um elevado *mix* de produtos provocando uma complexidade tanto no planejamento quanto na programação;
- b) sincronização: a empresa possui uma característica de montadora dependendo fortemente de um conjunto de fornecedores para manter o fluxo de produção estável. Desta forma, a sincronia entre a programação destes materiais e a programação de produção se torna crucial para a obtenção dos níveis adequados de atendimento perseguidos pela empresa. Outra boa parte dos componentes são

fabricados internamente em uma unidade de fabricação de peças. Devido ao grande volume de itens e a necessidade de formação de *kits* de peças para iniciar os processos de montagem, há rupturas no processo de fornecimento provocando esperas ou falhas na programação das linhas de montagem em virtude da falta do material. Além das questões relacionadas aos componentes (comprados ou fabricados internamente), há outras causas de falhas que comprometem a sincronia de montagem, como por exemplo: falhas de engenharia, nos desenhos, problemas de qualidade ou relacionados a logística, entre outros.

4.1.2.6 Análise do Caso II

No estudo de Caso II, foi possível identificar os diferentes níveis hierárquicos do processo de PPCPM da empresa. Os desdobramentos para materiais e capacidade ocorrem auxiliando a tomada de decisões dos ciclos de planejamento e programação. O ciclo de programação possui um nível de detalhe que considera muitas variáveis do sistema produtivo, porém todas estas variáveis mudam de programador para programador tornando o ciclo de programação um processo mais empírico do que científico. No que tange aos controles de produção, o PPCPM atua através de monitoramento dos indicadores e participação de reuniões diárias de acompanhamento. Entretanto, a empresa possui um enorme esforço para garantir a sincronização da produção. A soma dos FCS *mix* e sincronização provoca um impacto enorme no controle da execução da demanda em virtude da ineficiência do fluxo de informação em obter um planejamento eficaz que permita de antemão analisar estas questões e estabelecer os pulmões necessários para garantir a sincronia. Um dos efeitos mais representativos disso ocorre na etapa de montagem final do produto que depende da sincronia entre os componentes fabricados na unidade de peças, o produto que provém da linha de montagem (que também recebeu peças fabricadas) e demais componentes externo de fornecedores.

Os Quadros Quadro 12 e Quadro 13 apresentam uma síntese dos tópicos explorados no estudo deste caso.

Quadro 12 - Resumo do Caso II – Parte I

CICLO/TÓPICO	SUBTÓPICO	DESCRIÇÃO
PLANEJAMENTO (PLANO AGREGADO)	Horizonte e frequência	15 meses com revisões mensais
	Nível de detalhe	Famílias de produtos
	Análise de capacidade	Agregada em volume

	Análise de materiais	Não identificado
	Participantes	Comercial, Marketing, Produção, PPCPM, Logística, Engenharia de Processos, Suprimentos, Recursos Humanos
	Principais decisões	Definição dos volumes para os próximos meses
	Ferramentas	ERP e <i>Excel</i>

Fonte: Autor

Quadro 13 - Resumo do Caso II – Parte II

CICLO/TÓPICO	SUBTÓPICO	DESCRIÇÃO
PLANEJAMENTO (PLANO MESTRE)	Horizonte e frequência	4 meses, revisões semanais
	Nível de detalhe	Famílias de produtos
	Análise de capacidade	Análise de mão-de-obra para linhas de montagem e análise dos recursos para fabricação de peças
	Análise de materiais	Explosão via MRP (ERP), considerando parte da demanda firme e parte previsto/planejado.
	Participantes	PPCPM, Produção, Engenharia de Produto, Engenharia de Processo, Logística, Recursos Humanos, Comercial
	Principais decisões	Horas extras, terceirizações, adequação de mão-de-obra ou equipamentos
	Ferramentas	ERP, <i>Excel</i> , Capacidade x Demanda e MRP (ERP)
PROGRAMAÇÃO	Horizonte e frequência	4 semanas, revisão semanal
	Nível de detalhe	Por produto
	Análise de capacidade	Detalhada, considerando <i>mix</i> , volumes e horas homem
	Análise de materiais	Equipe de materiais trabalha em paralelo para atender as ordens conforme MRP (ERP)
	Participantes	PPCPM e Produção
	Principais decisões	Validar o programa de produção que será firmado
	Ferramentas	ERP e <i>Excel</i>
CONTROLE	Principais indicadores	Prazo de entrega, aderência à programação, volume de produção, ordens de compra em atraso e eficiência da mão-de-obra
	Envolvimento do PPCPM	Através do monitoramento de indicadores e reuniões diárias. Não identificada atuação <i>in loco</i> na fábrica.
ESTRUTURA	Total de pessoas	32 colaboradores
	Distribuição da equipe	Gerência (1), supervisor de PPCPM (1), planejadores (2), programadores de produção (8), programadores de materiais (12), controladores (3), controle de documentos (5).
FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO		<i>Mix</i> de produção e Sincronização

Fonte: Autor

Neste caso, como pontos de alavancagem do processo de PPCPM, é possível destacar:

- a) os desdobramentos de capacidade e materiais do primeiro ciclo de planejamento poderiam ser abordados de forma mais ampla, principalmente na questão de materiais que não foi identificada um desdobramento do plano agregado para uma visão de fornecedores que atuam na cadeia produtiva;
- b) tanto os ciclos de planejamento como o ciclo de programação possuem dificuldades para lidar com a questão do *mix* de produção. Os produtos possuem um conjunto de acessórios e configurações personalizáveis que afetam o consumo de capacidade. Adicionalmente, há produtos especiais que são completamente projetados e customizados ao cliente provocando o mesmo efeito. Embora haja uma análise de capacidade em base temporal, os roteiros de fabricação não possuem o nível de detalhe e acuracidade necessária para uma análise acurada de *mix*;
- c) o *link* entre a programação de materiais e a programação de produção não possui robustez suficiente ficando suscetível a falhas. A programação de materiais deriva do ciclo de planejamento que trabalha em parte com uma previsão de demanda. Já a programação da produção trabalha somente com a carteira firme. Como alguns materiais possuem *lead time* superior ao período firme de carteira, a programação pode falhar caso haja a confirmação de um *mix* de produtos diferente do *mix* previamente planejado;
- d) no que diz respeito as reuniões diárias de acompanhamento da produção, o controle e *follow-up* da programação poderia estar mais próximo da produção no sentido de atuar pro-ativamente nas falhas que impactam na aderência e nos prazos de entrega. As empresas do tipo MTO possuem uma dificuldade em garantir seus prazos de entrega, uma vez que eles precisam ser estimados quando da confirmação de cada pedido. Aliado ao aspecto do *mix* e da sincronização, a função controle para este caso e para os casos do tipo MTO são centrais para o acompanhamento e *feedback* dos programas de produção. Questões como acompanhamento do atraso, *status* dos produtos, agilidade na resposta à novos prazos aos clientes, falhas na programação, entre outras são questões importantes que somente serão tratadas de forma correta com um ciclo de controle eficaz que permita esses níveis de detalhe e a prontidão necessária;
- e) identifica-se um conjunto de ferramentas que auxiliam a tomada de decisões e que estão fora do ERP da empresa. Para todas as funcionalidades transacionais como apontamentos das ordens de produção, abertura de ordens, MRP e etc., o ERP atende as necessidades dos processos de PPCPM. Porém, para as funcionalidades analíticas, tais como análises de capacidade dos recursos ou de mão-de-obra e programação da

produção, são realizadas em paralelo com ferramentas em *Excel* para suprir tal necessidade analítica.

4.1.3 Consolidação dos casos MTO

Para a consolidação dos casos I e II que possuem as características de produção contra pedido, as análises foram comparadas e sintetizadas em uma única visão das empresas MTO. Alguns tópicos são específicos de cada empresa como por exemplo: participantes das ciclos de planejamento, programação e a quantidade de colaboradores na equipe de PPCPM. Por isso, foram removidos com o objetivo de generalizar as empresas do tipo MTO. O Quadro 14 ilustra a consolidação dos estudos de Caso I e II para o ciclo de planejamento.

Quadro 14 - Resumo dos casos MTO - Parte I

CICLO	SUBTÓPICO	CASO I	CASO II	SÍNTESE MTO
PLANEJAMENTO (PLANO AGREGADO)	Horizonte e frequência	12 meses com revisões semestrais	15 meses com revisões mensais	12 meses, revisões mensais
	Nível de detalhe	Obras de referência	Famílias de produtos	Famílias de produtos
	Análise de capacidade	Análise agregada dos recursos	Agregada em volume	Análise agregada em volumes
	Análise de materiais	Não identificado	Não identificado	Não identificado
	Principais decisões	Necessidades de investimentos e de desenvolvimento de novas tecnologias	Definição dos volumes para os próximos meses	Definição de volumes e necessidades de investimentos
	Ferramentas	<i>Excel e software APS</i>	<i>ERP e Excel</i>	ERP, <i>Excel</i> e APS
PLANEJAMENTO (PLANO MESTRE)	Horizonte e frequência	3 meses com revisões quinzenais	4 meses, revisões semanais	3 a 4 meses, revisões semanais
	Nível de detalhe	Por subetapa da obra	Famílias de produtos	Família de produtos
	Análise de capacidade	Detalhada por recurso, não há análise de mão-de-obra	Análise de mão-de-obra para linhas de montagem e análise dos recursos para fabricação de peças	Detalhada por recurso e para mão-de-obra
	Análise de materiais	Para alguns materiais de consumo regular (ex. Chapas de aço)	Explosão via MRP (ERP), considerando parte da demanda firme e parte previsto/planejado.	Detalhada via MRP
	Principais decisões	Firmar um plano de produção e definir terceirizações e horas extras	Horas extras, terceirizações, adequação de mão-de-obra ou equipamentos	Firmar um plano de produção. Considera discussões de horas extras, terceirizações e adequação de mão-de-obra e equipamentos
	Ferramentas	ERP e <i>software APS</i>	ERP, <i>Excel</i> Capacidade x Demanda e MRP	ERP, <i>Excel</i> , APS, MRP e Capacidade x

			(ERP)	Demanda
--	--	--	-------	---------

Fonte: Autor

O Quadro 14 permite identificar que em grande parte dos tópicos as empresas do tipo MTO são similares. Entretanto há tópicos que possuem distinção entre estes dois casos. O Quadro 15 complementa o resumo dos casos para empresas do tipo MTO.

Quadro 15 - Resumo dos casos MTO - Parte II

CICLO	SUBTÓPICO	CASO I	CASO II	SÍNTESE MTO
PROGRAMAÇÃO	Horizonte e frequência	4 semanas, revisão semanal	4 semanas, revisão semanal	4 semanas, revisões semanais
	Nível de detalhe	Por subetapa da obra	Por produto	Por produto
	Análise de capacidade	Detalhada por recurso	Detalhada, considerando <i>mix</i> , volumes e horas homem	Detalhada por recurso
	Análise de materiais	Identifica-se todas as necessidades de materiais	Equipe de materiais trabalha em paralelo para atender as ordens conforme MRP	Detalhada via MRP
	Principais decisões	Liberação de uma programação considerando o uso de terceirização ou horas extras	Validar o programa de produção que será firmado	Validação do programa de produção.
	Ferramentas	ERP e <i>Excel</i>	ERP e <i>Excel</i>	ERP e <i>Excel</i>
CONTROLE	Principais indicadores	Aderência à programação, aderência ao cronograma e volumes de produção	Prazo de entrega, aderência à programação, volume de produção, ordens de compra em atraso e eficiência da mão-de-obra	Prazo de entrega, aderência à programação e volumes de produção
	Envolvimento do PPCPM	Através de reuniões de análise crítica dos planos e indicadores. Não identificada atuação <i>in loco</i> na fábrica.	Através do monitoramento de indicadores e reuniões diárias. Não identificada atuação <i>in loco</i> na fábrica.	Através do monitoramento de indicadores e reuniões. Não identificada atuação <i>in loco</i> na fábrica.
ESTRUTURA (Distribuição da equipe)		Supervisores, planejadores e programadores	Supervisor, planejadores, programadores de produção, programadores de materiais, controles de produção e controle de documentos	Supervisor, planejadores, programadores de produção, programadores de materiais
FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO		Capacidade e Materiais	<i>Mix</i> e Sincronização	Capacidade e Sincronização

Fonte: Autor

De maneira geral os ciclos de programação e controle dos dois casos estudados apresentam similaridade em boa parte dos tópicos abordados. Em alguns pontos específicos percebe-se diferenças entre eles. Isso permite supor que existem outros fatores que influenciam para que os processos de PPCPM sejam distintos comparando-se empresas do mesmo tipo de resposta a demanda. Como exemplos de fatores que podem explicar tais diferenças pode-se elencar: características do fluxo produtivo (em lotes, linhas, células, etc.), nível e qualidade de informação disponível ao PPCPM, dificuldades operacionais que limitam a melhoria dos processos (sistemas ERP, nivelamento conceitual da equipe, etc.), entre outros fatores.

4.2 CASOS DO TIPO MTS

Da mesma forma que os casos do tipo MTO, os casos do tipo MTS estão descritos a seguir na mesma ordem de subcapítulos. Inicialmente, é feita uma breve descrição da empresa e na sequência a descrição dos ciclos de planejamento, programação e controle.

4.2.1 Estudo de Caso III

O estudo de caso III refere-se a uma empresa líder na fabricação de freios para veículos comerciais. Seu portfólio é composto por freios pneumáticos e hidráulicos, nas versões disco e tambor, para caminhões, ônibus e implementos rodoviários. A empresa atua em diferentes mercados, a saber: montadoras, reposição e exportação. Preocupada com o nível de confiabilidade e competitividade de seus produtos, submete seus produtos a extensivos programas de testes, garantindo elevados níveis de qualidade nos mercados onde atua.

Em sua busca pela melhoria contínua a empresa já foi premiada com certificações ISO 14001, OHSAS 18001 e as certificações exigidas pela indústria automotiva, ISO TS-16949. Além disso, possui um programa de capacitação de seus funcionários em ferramentas específicas de qualidade, trabalhando de forma contínua e ampla para garantir produtos com tecnologia, alta performance e segurança. Sua unidade de fabricação está localizada no interior do Rio Grande do Sul. A empresa faz parte de uma *holding* de nove empresas que compõem soluções para veículos, implementos, autopeças e serviços. A *holding* possui uma receita líquida da ordem de R\$ 3,7 bilhões em 2012 e a empresa em específico, R\$ 300 milhões para o mesmo ano.

4.2.1.1 Ciclo de Planejamento

O ciclo de planejamento da empresa inicia-se a partir da construção de um plano de vendas por parte da área de programação de clientes. Esta área é uma subdivisão da área de PPCPM que trabalha com as informações de demanda e programações do cliente. O plano de vendas possui um horizonte de seis meses e é composto por todos os itens que a empresa vende. Para um processo de planejamento, as discussões estão orientadas com base em um resumo do plano de vendas que está segmentado por famílias de produto, que representam os diferentes tipos de produtos da empresa, e por segmentos de mercado, que expressam as diferentes formas de atender as demanda, divididas em: montadoras, exportação e reposição. Entretanto, quando há necessidade, é possível detalhar a informação para analisar até o nível do item de venda. A construção do cenário para o ciclo de planejamento utiliza estas informações provenientes do plano de vendas compondo um horizonte de três meses, ou seja, para o ciclo de planejamento são discutidos os três primeiros meses do plano de vendas, mesmo que hajam informações disponíveis para a discussão de seis meses. Esta característica se deve ao fato da empresa entender que há uma variabilidade muito grande da demanda tornando inviável a análise a partir do quarto mês. Além destes três meses do plano de vendas, o cenário é complementado pelo histórico passado da demanda.

O cenário de planejamento é desdobrado sob três aspectos. Primeiro há um desdobramento para uma análise de capacidade utilizando a ferramenta de Capacidade *versus* Demanda. A partir desta análise é possível identificar os recursos críticos e discutir as ações operacionais necessárias para atender a demanda projetada no cenário. O segundo desdobramento é feito para materiais utilizando o MRP como ferramenta para explosão e cálculo das necessidades. E o terceiro desdobramento é uma visão financeira do cenário, permitindo validar uma previsão de faturamento dos próximos três meses. Todas estes desdobramentos estão disponíveis e integrados ao módulo de planejamento do sistema ERP da empresa. Entretanto há algumas deficiências de análise e desdobramento das informações nos sistema ERP que dificultam o processo de análise do PPCPM, como por exemplo a análise dos dados em uma reunião ou a visualização gráfica das informações são atividades analíticas de difícil execução diretamente na interface do ERP. Para estes casos, planilhas em *Excel* complementam a análise e compilação dos dados.

Participam deste ciclo de planejamento toda a Gestão da empresa envolvendo os Gerentes e Coordenadores de todas as áreas da empresa (PPCPM, Produção, Logística,

Manutenção, Engenharias, Comercial, Recursos Humanos, Qualidade, Financeiro, Compras, entre outras). Também participam deste equipe multifuncional os principais analistas das equipes de Programação de Clientes, Programação de Produção, Programação de Materiais e Produção. As decisões tomadas pela equipe multifuncional envolvem decisões operacionais para atender a demanda dos próximos três meses, tais como: i) adequação da jornada de trabalho; ii) adequação de mão-de-obra; iii) horas extras; iv) terceirizações e v) melhoria dos índices de eficiência dos equipamentos.

4.2.1.2 Ciclo de Programação

Uma vez acordados os volumes por família de produto e segmento de mercado, a área de programação de clientes é responsável por adequar a demanda firme em função das decisões tomadas no ciclo de planejamento. Semanalmente os clientes enviam *releases* de demanda que são analisados perante a informação da semana anterior visando o atendimento dos volumes acordados. Os *releases* representam informações de demanda firme e demanda prevista para as semanas seguintes e servem como dado de entrada da programação de clientes. Reuniões semanais são realizadas de forma a acompanhar a demanda que está firmando em relação ao que havia sido previsto no ciclo de planejamento. Estas reuniões semanais são promovidas pela área de Produção e PPCPM. Esta última representada pelas equipes de programação de clientes, programação de produção e programação de materiais.

As equipes fazem suas respectivas análises em função da atualização das demandas a partir dos *releases*. A programação de clientes faz uma análise das mudanças de *mix* em relação ao plano acordado no ciclo de planejamento. A equipe de programação de produção, executa a análise de capacidade para identificar as necessidades de ajuste e a equipe de materiais com a visão dos fornecedores. A integração destas análises ocorre na reunião semanal que pretende firmar a terceira semana do horizonte de programação. A semana atual e semana seguinte são consideradas como horizonte firme sem possibilidade de alterações. Somente em alguns poucos casos são feitas exceções. Casos estes que geralmente envolvem ou a parada de algum cliente montadora ou casos críticos de atraso. Sendo assim estabelece-se um ciclo de validação semanal que visa manter o horizonte firme em duas semanas passando por uma análise e validação a semana que está para confirmar dentro do horizonte.

Após a confirmação do plano semanal, o planejador líder da equipe de programação de produção, firmará as ordens de produção no sistema ERP, confirmando o horizonte planejado

em firme. A partir deste momento, cada programador que está subdividido por áreas do fluxo produtivo, que compreende desde a fabricação de componentes até a montagem de produtos finais, é responsável pela liberação e acompanhamento destas ordens de produção na fábrica. Da mesma forma, os programadores de materiais deverão executar suas respectivas programações de forma a atender as necessidades da produção com base nas ordens de produção e dos volumes previamente validados. Há uma outra equipe de programadores que trabalha diretamente execução das ordens de produção na fábrica de acordo com os planos firmados pelos programadores do PPCPM. Eles possuem a função de controlar, priorizar e acompanhar a execução da programação diretamente no chão-de-fábrica, mantendo o contato com a equipe de programação da produção.

4.2.1.3 Ciclo de Controle

A equipe de programadores de fábrica é responsável pelo controle das ordens de produção liberadas pela equipe de programação da produção. Os apontamentos das ordens de produção são realizados pela área de produção ao longo dos pontos de apontamento distribuídos pelo fluxo produtivo diretamente no sistema ERP da empresa. Diariamente ocorre uma reunião de atendimento com participação das áreas de Produção, PPCPM, Logística e Comercial, representadas pelos Coordenadores, Líderes e Analistas de cada área. O objetivo desta reunião é discutir os volumes produzidos e os eventuais problemas de atendimento que podem surgir diariamente. Para estes casos, decisões são tomadas com o objetivo de eliminar problemas de atraso e garantir o atendimento aos cliente.

Os indicadores operacionais da área de PPCPM estão subdivididos de acordo com as equipes da área. São eles:

- a) equipe de Programação de Clientes:
 - credibilidade de entrega: mede a performance de atendimento aos clientes;
 - *MAPE*: da sigla *Mean Absolute Percentage of Error*, mede o erro das previsões dos clientes;
- b) equipe de Programação da Produção:
 - aderência à programação: mede a aderência da produção em relação à programação;
 - produção diária: consiste em acompanhar os volumes diários produzidos;
- c) equipe de Programação de Materiais:

- credibilidade de Entrega: mede a performance de atendimento dos fornecedores.

4.2.1.4 Estrutura de PPCPM

A área de PPCPM da empresa é subdividida em quatro times: i) Programação de Clientes; ii) Programação da Produção; iii) Controle da Produção e iv) Programação de Materiais. A equipe de Programação de Clientes é composta por sete pessoas responsáveis pelo acompanhamento da demanda, programação de cliente e programações de embarques. A programação da produção é subdividida novamente em seis Programadores, separados por áreas que representam partes do fluxo produtivo e oito controladores que fazem o acompanhamento e controle da programação no chão-de-fábrica. Esta equipe é responsável pela programação e controle da fábrica. Finalmente, a equipe de materiais é composta por seis pessoas, responsáveis pela programação e acompanhamento dos fornecedores, incluindo fornecedores nacionais e internacionais.

4.2.1.5 Fatores Críticos de Sucesso (FCS)

Segundo os entrevistados, são os seguintes FCS dos processos de PPCPM:

- a) demanda: a incerteza da demanda é um ponto fundamental para o sucesso dos processos de PPCPM. A variabilidade da demanda representa uma variação no *mix* e no volume de produção que podem comprometer o atendimento aos clientes. Dessa forma, há a necessidade de um esforço adicional para controlar e gerir a demanda na tentativa de minimizar os impactos de sua variação no sistema de planejamento e programação da empresa. Em níveis agregados as variações não aparecem, pois não mudam o volume. É possível evidenciar essa questão no ciclo de planejamento que trabalha com o horizonte curto em decorrência destas variações;
- b) sincronização: um outro ponto crítico para o PPCPM é a garantir essa sincronia entre produção e atendimento. A mudança de *mix* provoca o desbalanceamento nos estoques de produtos acabados e materiais. Para alguns produtos ou materiais há um excesso de estoque e para outros há falta. Essa questão está diretamente ligada com a variação da demanda, sendo na verdade um efeito desta variação.

4.2.1.6 Análise do Caso III

Neste caso, não ficou evidenciado o primeiro nível do ciclo de planejamento que trabalha com um plano agregado visando o longo prazo. Segundo os entrevistados, a empresa está atuando para construir essa visão agregada de planejamento. Para os casos do tipo MTS, que trabalham com *lead times* menores, esse processo de planejamento não possui grandes impactos no processo global de PPCPM, exceto pela tomada de decisões de aquisições de novos equipamentos, decisão que requer um espaço de tempo de longo prazo. No restante dos processos de PPCPM foi possível evidenciar o desdobramento a partir do segundo nível de planejamento, de médio prazo. Os Quadros Quadro 16 e Quadro 17 sintetizam a descrição do caso.

Quadro 16 - Resumo do Caso III – Parte I

CICLO/TÓPICO	SUBTÓPICO	DESCRIÇÃO
PLANEJAMENTO (PLANO AGREGADO)	Horizonte e frequência	Este ciclo de planejamento não foi evidenciado.
	Nível de detalhe	
	Análise de capacidade	
	Análise de materiais	
	Participantes	
	Principais decisões	
	Ferramentas	
PLANEJAMENTO (PLANO MESTRE)	Horizonte e frequência	3 meses, revisões mensais
	Nível de detalhe	Por item
	Análise de capacidade	Detalhada por recurso
	Análise de materiais	Detalhada via MRP (ERP)
	Participantes	PPCPM, Produção, Logística, Manutenção, Engenharias, Comercial, Recursos Humanos, Qualidade, Financeiro, Compras
	Principais decisões	Adequação da jornada de trabalho, adequação de mão-de-obra, horas extras, terceirizações e melhoria dos índices de eficiência dos equipamentos
	Ferramentas	ERP, <i>Excel</i> , MRP (ERP) e Capacidade x Demanda (ERP)

Fonte: Autor

Quadro 17 - Resumo do Caso III – Parte I

CICLO/TÓPICO	SUBTÓPICO	DESCRIÇÃO
PROGRAMAÇÃO	Horizonte e frequência	2 semanas, revisões semanais
	Nível de detalhe	Por item
	Análise de capacidade	Detalhada por recurso
	Análise de materiais	Detalhada via MRP (ERP)
	Participantes	Produção e PPCPM
	Principais decisões	Validar o programa de produção a ser firmado
	Ferramentas	ERP, <i>Excel</i> , MRP (ERP) e Capacidade x Demanda (ERP)
CONTROLE	Principais indicadores	Credibilidade de entrega (clientes), <i>MAPE</i> , Aderência à programação, produção diária, credibilidade de entrega (fornecedores).
	Envolvimento do PPCPM	Através dos indicadores e reuniões diária de acompanhamento. Possui atuação <i>in loco</i> na fábrica com uma equipe de pessoas dedicadas ao follow-up das ordens de produção.
ESTRUTURA	Total de pessoas	30 colaboradores
	Distribuição da equipe	Gerência (1), supervisores (2), programação de clientes (7), programação da produção (6), controle de produção (8), programação de materiais (6)
FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO		Demanda e Sincronização

Fonte: Autor

Dentre os tópicos elencados nos Quadros Quadro 16 e Quadro 17, pode-se identificar os seguintes pontos importantes a respeito deste caso:

- a) a empresa trabalha no nível de detalhe do item desde seu ciclo de planejamento, mostrando a relevância que o *mix* dos produtos exerce sobre o PPCPM neste tipo de empresa, isto tende a tornar difícil uma análise agregada em famílias de produto, embora algumas análises resumo da empresa levem em consideração os volumes por família;
- b) consonante com a questão do *mix*, a empresa adota como um de seus indicadores a medição do erro de previsão, procurando atuar na absorção dessa variação a partir da diversidade dos itens;

- c) observa-se que a proximidade entre o PPCPM e a fábrica é maior em relação aos casos MTO estudados, fato que pode ser evidenciado dado que uma parte da equipe de PPCPM possui atuação direta na fábrica, ainda que subordinada ao PPCPM, no sentido de priorizar, acompanhar e controlar o fluxo de atendimento *in loco*;
- d) as duas ferramentas utilizadas nos processos analíticos de PPCPM, MRP e Capacidade x Demanda, estão incorporadas dentro do sistema ERP, facilitando a integração e minimizando a duplicidade de informações.

4.2.2 Estudo de Caso IV

Este caso estuda um das unidades de uma empresa multinacional presente em 26 países. Ao todo, a corporação conta com 24.500 funcionários em quase 100 unidades e 14 centros tecnológicos, distribuídos globalmente. Líder no fornecimento de eixos diferenciais, eixos cardans, transmissões fora-de-estrada, vedações, produtos de gerenciamento térmico e peças de reposição originais, a *holding* atua a mais de um século no fornecimento e desenvolvimento a montadoras. Com sede em *Maumee, Ohio*, registrou em 2012 um faturamento da ordem de U\$ 7,1 bilhões. Na América do Sul, a empresa registrou um faturamento de aproximadamente U\$ 1,5 bilhões para o mesmo período com operações na Argentina, Brasil, Colômbia, Uruguai e Venezuela. A qualidade de seus processos é identificada pelas certificações ISO 9001, ISO 14001, ISO TS 16949 e OHSAS 18001.

Presente há 63 anos no Brasil, mantém 13 unidades industriais e 2 Centros de Serviços Compartilhados em Gravataí (RS), Diadema e Sorocaba (SP), com 2.400 colaboradores e vendas anuais de R\$ 845 milhões em 2012. A unidade de Gravataí (RS) produz eixos cardans e é objeto de estudo deste caso.

4.2.2.1 Ciclo de Planejamento

O ciclo de planejamento inicia-se com a visão de um cenário de doze meses fornecidos pela área de *Business Development (BD)* da empresa. Esta área de empresa é responsável pelos estudos de mercado da empresa e pelas informações estratégicas dos clientes. Ela é responsável por atualizar e distribuir estas informações para todas as unidades de negócio da empresa. A visão de doze meses é proveniente dos *forecasts* dos clientes consolidados e os volumes são representados nas unidades e famílias dos clientes, no caso em veículos.

Mensalmente os Gerentes de PPCPM de todas as unidades de negócio se reúnem em conjunto com a equipe de BD para análise da revisão do cenário de dozes meses atualizado pela área de BD. Na sequência deste processo, cada unidade de negócio é responsável por efetuar seu planejamento agregado com base nas informações fornecidas pela equipe de BD. Na unidade de negócio deste estudo, as informações fornecidas pela área de BD são convertidas para obter uma previsão de vendas dos itens da unidade. Essa conversão é realizada por um *software* de gestão de negócios denominado *Campfire*, que trabalha integrado ao ERP e converte as informações de veículos para os volumes em cardans. Diante deste cenário de vendas para os próximos dozes meses a unidade faz uma análise macro que compreende: i) volumes; ii) mão-de-obra; iii) investimentos; e iv) faturamento.

O ciclo de planejamento dos doze meses é desagregado em um nível de médio prazo denominado plano mestre. O plano mestre é elaborado utilizando as informações de demanda oriundas dos clientes. Mensalmente os clientes enviam uma informação semestral de demanda. Os primeiros três meses desta informação são considerados como demanda firme, portanto não sofrem alterações. Os outros três meses são considerados previsão e podem mudar a cada revisão mensal. O nível de detalhe destas informações é por item para todos os itens finais da unidade e por semana. A partir desta visão de demanda de seis meses, o plano é desdobrado em uma visão de materiais e análise de capacidade para os três meses firmes do horizonte. Ambos os desdobramentos são realizados através de sistemas específicos que trabalham integrados ao sistema ERP da empresa. Para os materiais é realizada uma explosão via *software* específico de MRP para obter a visão das necessidades por material. E para a análise de capacidade utiliza-se um *software* CRP, que não faz parte do ERP mas trabalha integrado a ele, que calcula as capacidades e demandas por centro de trabalho, linhas de produção, utilizando o conceito de eficiência dos equipamentos. Além disso, a empresa adota os conceitos de *heijunka* para o nivelamento da produção. Anterior ao desdobramento para os materiais e ao cálculo da capacidade, o plano é nivelado utilizando as lógicas do *heijunka*, estabelecendo-se uma sequência de produção que se repete para todo o horizonte. Ou seja, se um determinado item deve ser produzido a cada dois dias nas primeiras quatro horas do dia em virtude de seu nivelamento, toda semana ele será produzido nos mesmos dias e horários, nas mesmas quantidades e na mesma sequência.

Uma vez que as informações de demanda foram niveladas utilizando o *heijunka* e desdobradas para materiais e capacidades, este plano detalhado é utilizado como entrada para uma reunião de análise crítica mensal que ocorre toda terceira semana do mês e visa a análise

do mês seguinte. Nesta reunião, são tomadas as decisões de cunho operacional tais como: horas extras, realocação de operadores, redimensionamento de linhas, mudanças de leiaute, entre outras, com o objetivo de iniciar o próximo mês com os recursos disponíveis para atender o cenário. Participam desta reunião de análise crítica o Gerente da Planta, o Gerente do PPCPM e os Gerentes e Supervisores das unidades de Manufatura.

4.2.2.2 Ciclo de Programação

O ciclo de programação da empresa IV é inexistente uma vez que ela utiliza a saída do plano mestre como sua programação da produção. O plano mestre utiliza os conceitos de *heijunka* e é robusto de tal forma que sua saída constitui-se em um sequência de produção diária que se repete semanalmente, atendendo os volumes acordados e analisados criticamente. Desta forma, as áreas de apoio à produção (*preset*, qualidade e logística) recebem esta programação diária da semana que somente irá mudar caso o PPCPM emita uma nova atualização da programação, caso contrário a mesma programação irá se repetir semana após semana. Estas alterações de programação ocorrem com pouca frequência e quando ocorrem são fruto da análise do plano mestre que identificou que o nivelamento atual não atenderá a demanda futura e, portanto, deverá sofrer modificações.

Para materiais, esta mesma programação é repassada aos fornecedores que disponibilizam o material nas quantidades conforme o programa de produção para que a empresa realize a coleta do material diariamente utilizando a lógica de *milk run*.

4.2.2.3 Ciclo de Controle

O controle da execução é baseado na programação oriunda do plano mestre que possui a informação do dia, horário e quantidade que cada produto deve ser produzido nas células de manufatura. A partir destas informações, o controle é realizado hora a hora em quadros visuais distribuídos nas células de manufatura da unidade. A cada hora, os técnicos de manufatura, que são os líderes responsáveis por cada área, devem atualizar o quadro visual preenchendo a quantidade produzida na última hora e comparando com o programa de produção. Utilizam-se cores verde e vermelho para identificar as situações das quais não houve o atendimento ao programa. Nestes casos os técnicos de manufatura devem atuar com ações de resposta rápida para recuperar os atrasos e fechar o turno dentro do prazo.

Com a simplificação do ciclo de programação, os programadores fazem *follow-up* quase que na totalidade de seu tempo, monitorando os recebimentos dos materiais, execução dos lotes na fábrica, embarque dos lotes para o cliente. Em suma, toda a gestão do fluxo de atendimento fica a cargo dos programadores das áreas da manufatura.

4.2.2.4 Estrutura de PPCPM

O PPCPM da empresa é representado por equipes descentralizadas que trabalham diretamente nas unidades de manufatura da empresa. Apenas a Gerência de PPCPM é centralizada, coordenando as três equipes descentralizadas. Cada equipe é composta por um supervisor de PPCPM e três programadores. O ciclo de planejamento da empresa é promovido e acompanhado pela Gerência e seus supervisores enquanto que o ciclo de programação e controle, a parte operacional do PPCPM, é executada pelas três equipes de programadores distribuídas nas unidades de manufatura. A área de PPCPM da empresa totaliza treze colaboradores.

4.2.2.5 Fatores Críticos de Sucesso (FCS)

Segundo os entrevistados, os FCS para o funcionamento do fluxo de PPCPM são:

- i. Estabilidade: é primordial para o PPCPM da empresa manter a estabilidade na fábrica de forma que a programação da produção seja clara e antecipada para que todas as áreas de apoio possam executar suas tarefas a fim de que tudo ocorrer conforme o planejado na produção. A instabilidade de não manter um programa firme de produção para a fábrica é muito custoso para a empresa que buscou ferramentas e conceitos de nivelamento (*heijunka*) para garantir estabilidade;
- ii. Análise crítica: complementando a temática da estabilidade, um segundo ponto fundamental na visão dos entrevistados é que a análise crítica quanto ao PMP é tão importante quanto manter a estabilidade, isto porque esta análise crítica vai determinar quando haverá a necessidade de mudança no nivelamento da fábrica. A reunião de análise crítica do plano mestre visa manter a estabilidade da fábrica sem alterar o nivelamento e a sequência de produção, somente alterando este plano quando realmente for necessário e com um horizonte de tempo que seja passível de operacionalizar as mudanças no campo prático.

4.2.2.6 Análise do Caso IV

Neste caso identifica-se a importância e hierarquização que a empresa dá ao planejamento ante o tema da programação. O PMP, segundo ciclo de planejamento, é robusto de tal forma que eliminou a necessidade de programação e reprogramações diárias. O cérebro do fluxo de atendimento da empresa está na construção de um plano mestre utilizando os conceitos de *heijunka* que nivela a demanda criando estabilidade e repetitividade nos lotes de fabricação. O Quadro 18 ilustra resumidamente os tópicos principais observados neste caso.

Quadro 18 - Resumo do Caso IV

CICLO/TÓPICO	SUBTÓPICO	DESCRIÇÃO
PLANEJAMENTO (PLANO AGREGADO)	Horizonte e frequência	12 meses, revisões mensais
	Nível de detalhe	Por item
	Análise de capacidade	Agregado em volume
	Análise de materiais	Não identificado
	Participantes	<i>Business Development</i> e Gerentes de PPCPM das unidades
	Principais decisões	Investimentos
	Ferramentas	ERP e <i>software</i> de gestão de negócios <i>Campfire</i>
PLANEJAMENTO (PLANO MESTRE)	Horizonte e frequência	6 meses, revisões mensais
	Nível de detalhe	Por item
	Análise de capacidade	Detalhada via <i>software</i> CRP específico
	Análise de materiais	Detalhada via <i>software</i> MRP específico
	Participantes	Gerente da Planta, Gerente do PPCPM, Gerentes e Supervisores das unidades de manufatura
	Principais decisões	Horas extras, realocação de operadores, redimensionamento de linhas, mudanças de leiaute
	Ferramentas	ERP, CRP, MRP e <i>Heijunka</i>
PROGRAMAÇÃO	Horizonte e frequência	O ciclo de programação foi simplificado uma vez que o plano mestre é robusto suficiente para liberar uma programa diário nivelado.
	Nível de detalhe	
	Análise de capacidade	
	Análise de materiais	
	Participantes	
	Principais decisões	
	Ferramentas	
CONTROLE	Principais indicadores	Quadros visuais com a produção hora-a-hora
	Envolvimento do PPCPM	Acompanhamento dos quadros visuais e atuação <i>in loco</i> nas áreas de manufatura.
ESTRUTURA	Total de pessoas	13 colaboradores

	Distribuição da equipe	Gerência (1), supervisores (3) e programadores (9)
FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO	Estabilidade e análise crítica	

Fonte: Autor

Com base nos tópicos estudados a respeito deste caso, é relevante destacar os seguintes pontos:

- a) a empresa utiliza um conjunto de *softwares* específicos que auxiliam a análise e compilação dos dados durante os ciclos de planejamento. Embora as soluções não façam parte do ERP, estão integradas com o mesmo, facilitando sua utilização;
- b) um ponto de centralidade e peculiaridade do caso é que o PMP adota conceitos de nivelamento da demanda, *heijunka*, que trabalha em conjunto com uma análise de capacidade detalhada via *software* CRP que minimiza consideravelmente o esforço para obter uma programação diária e evidencia a importância de propor um planejamento eficaz ante o tema da programação;
- c) observa-se um cuidado durante a execução do plano mestre em manter a estabilidade da fábrica através do nivelamento. Fato que reforça essa evidência é que um dos FCS é a análise crítica, onde os entrevistados relatam a importância de identificar a necessidade de mudança no nivelamento diário sempre com o objetivo de evitar estas mudanças ou suavizá-las a fim de impactar minimamente na estabilidade da fábrica;
- d) é importante destacar o excelente sistema de controle que a empresa utiliza, proporcionando uma agilidade na conduções dos desvios em relação ao programa de produção no sistema produtivo. A distância entre o controle e a execução das ordens de produção é quase nula, uma vez que identifica-se uma rotina de acompanhamento horário que fortalece uma cultura de pró-atividade na empresa.

4.2.3 Consolidação dos casos MTS

Diferentemente dos casos I e II, os casos III e IV apresentaram diferenças maiores para os tópicos abordados. Entretanto, para buscar a generalização dos casos do tipo MTS, para os tópicos onde não foram encontradas evidências, utilizou-se como critério o caso que havia evidências como síntese dos casos MTS. Além disso, os outros critérios utilizados na consolidação dos casos MTO foram utilizados para os casos MTS. O Quadro 19 elucida a consolidação dos casos III e IV para o ciclo de planejamento.

Quadro 19 – Resumo dos casos MTS – Parte I

CICLO	SUBTÓPICO	CASO III	CASO IV	SÍNTESE MTS
PLANEJAMENTO (PLANO AGREGADO)	Horizonte e frequência	Este ciclo de planejamento não foi evidenciado.	12 meses, revisões mensais	12 meses, revisões mensais
	Nível de detalhe		Por item	Por item
	Análise de capacidade		Agregado em volume	Agregado em volume
	Análise de materiais		Não identificado	Não identificado
	Principais decisões		Investimentos	Investimentos
	Ferramentas		ERP e <i>software</i> de gestão de negócios <i>Campfire</i>	ERP e <i>softwares</i> específicos
PLANEJAMENTO (PLANO MESTRE)	Horizonte e frequência	3 meses, revisões mensais	6 meses, revisões mensais	3 a 6 meses, revisões mensais
	Nível de detalhe	Por item	Por item	Por item
	Análise de capacidade	Detalhada por recurso	Detalhada via <i>software</i> CRP específico	Detalhada por recurso
	Análise de materiais	Detalhada via MRP (ERP)	Detalhada via <i>software</i> MRP específico	Detalhada via MRP
	Principais decisões	Adequação da jornada de trabalho, adequação de mão-de-obra, horas extras, terceirizações e melhoria dos índices de eficiência dos equipamentos	Horas extras, realocação de operadores, redimensionamento de linhas, mudanças de leiaute	Adequação da jornada de trabalho, mão-de-obra, horas extras, terceirizações e melhoria dos índices de eficiência dos equipamentos e mudanças no leiaute
	Ferramentas	ERP, <i>Excel</i> , MRP (ERP) e Capacidade x Demanda (ERP)	<i>Heijunka</i> , ERP, CRP, MRP	<i>Heijunka</i> , ERP, <i>Excel</i> , MRP e Capacidade x Demanda

Fonte: Autor

O planejamento de médio prazo dos casos estudados, possuem similaridades. Ambos fazem um detalhamento robusto dos planos, considerando capacidades, materiais, detalhamento por item. Identifica-se um conjunto amplo de decisões que são discutidas e tomadas neste ciclo de planejamento. A seguir, o Quadro 20 completa a consolidação dos casos estudados do tipo MTS com os outros tópicos.

Quadro 20 - Resumos dos casos MTS - Parte II

CICLO	SUBTÓPICO	CASO III	CASO IV	SÍNTESE MTS
PROGRAMAÇÃO	Horizonte e frequência	2 semanas, revisões semanais	O ciclo de programação foi simplificado uma vez que o plano mestre é robusto suficiente para liberar um programa diário nivelado.	2 semanas, revisões semanais
	Nível de detalhe	Por item		Por item
	Análise de capacidade	Detalhada por recurso		Detalhada por recurso
	Análise de materiais	Detalhada via MRP (ERP)		Detalhada via MRP (ERP)
	Principais decisões	Validar o programa de produção a ser firmado		Validar o programa de produção a ser firmado
	Ferramentas	ERP, <i>Excel</i> , MRP (ERP) e Capacidade x Demanda (ERP)		ERP, <i>Excel</i> , MRP (ERP) e Capacidade x Demanda (ERP)
CONTROLE	Principais indicadores	Credibilidade de entrega (clientes), <i>MAPE</i> , Aderência à programação, produção diária, credibilidade de entrega (fornecedores).	Quadros visuais com a produção hora-a-hora	Quadros visuais com a produção hora-a-hora, Credibilidade de entrega (clientes), <i>MAPE</i> , Aderência à programação, produção diária, credibilidade de entrega (fornecedores).
	Envolvimento do PPCPM	Através dos indicadores e reuniões diárias de acompanhamento. Possui atuação <i>in loco</i> na fábrica com uma equipe de pessoas dedicadas ao follow-up das ordens de produção.	Acompanhamento dos quadros visuais e atuação <i>in loco</i> nas áreas de manufatura.	Acompanhamento dos indicadores e atuação <i>in loco</i> na fábrica.
ESTRUTURA (Distribuição da equipe)		Supervisores, programação de clientes, programação da produção, programação de materiais e controle de produção	Supervisores e programadores	Supervisores, programação de clientes, programação da produção, programação de materiais e controle de produção
FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO		Demanda e Sincronização	Estabilidade e análise crítica	Sincronização e estabilidade

Fonte: Autor

Para o ciclo de programação não foi possível identificar similaridades, pois um dos casos eliminou sua necessidade de programações diárias com a intensificação do PMP. Porém, na questão dos controles, percebe-se uma similaridade entre os casos, dado que há um acompanhamento *in loco* na fábrica quanto ao controle e *follow-up* da execução dos programas de produção. Também, nos FCS, os fatores demanda e sincronização, abordados pelos entrevistados do caso III, na verdade são semelhantes ao fator crítico estabilidade do caso IV. O que ocorre na verdade é que a instabilidade da demanda no caso III provoca efeitos de variações de demanda e falta de sincronia, que foram corrigidas no caso IV através da busca pela estabilidade oriunda de um PMP nivelado e robusto via *heijunka*. Finalmente, é importante destacar que o caso IV deve ser considerado *benchmarking* para as empresas do tipo MTS e utiliza em sua plenitude os conceitos de *heijunka* e estabilidade, elementos provenientes do Sistema Toyota de Produção (Ohno, 1997).

4.3 ANÁLISE COMPARATIVA DOS CASOS MTO E MTS

Este subcapítulo pretende cruzar a consolidação dos casos MTO e dos casos MTS com a finalidade de identificar as possíveis diferenças entre os processos de PPCPM. O Quadro 21 evidencia a comparação entre os casos MTO e MTS e os tópicos onde apresentam-se diferenças significativas estão sublinhados com a finalidade de identificá-los.

Quadro 21 - Resumo comparativo dos casos MTO e MTS

CICLO	SUBTÓPICO	SÍNTESE MTO	SÍNTESE MTS
PLANEJAMENTO (PLANO AGREGADO)	Horizonte e frequência	12 meses, revisões mensais	12 meses, revisões mensais
	Nível de detalhe	Famílias de produtos	Por item
	Análise de capacidade	Análise agregada em volumes	Agregado em volume
	Análise de materiais	Não identificado	Não identificado
	Principais decisões	Definição de volumes e necessidades de investimentos	Investimentos
	Ferramentas	ERP, <i>Excel</i> e APS	ERP e <i>softwares</i> específicos
PLANEJAMENTO (PMP)	Horizonte e frequência	3 a 4 meses, revisões semanais	3 a 6 meses, revisões mensais
	Nível de detalhe	Família de produtos	Por item
	Análise de capacidade	Detalhada por recurso e para mão-de-obra	Detalhada por recurso
	Análise de materiais	Detalhada via MRP	Detalhada via MRP
	Principais decisões	Firmar um plano de produção. Considera discussões de horas extras, terceirizações e adequação de mão-de-obra e equipamentos	Adequação da jornada de trabalho, mão-de-obra, horas extras, terceirizações e melhoria dos índices de eficiência dos equipamentos e mudanças no leiaute
	Ferramentas	ERP, <i>Excel</i>, APS, MRP e Capacidade x Demanda	<i>Heijunka</i>, ERP, <i>Excel</i>, MRP e Capacidade x Demanda
PROGRAMAÇÃO	Horizonte e frequência	4 semanas, revisões semanais	2 semanas, revisões semanais
	Nível de detalhe	Por produto	Por item
	Análise de capacidade	Detalhada por recurso	Detalhada por recurso
	Análise de materiais	Detalhada via MRP	Detalhada via MRP
	Principais decisões	Validação do programa de produção.	Validar o programa de produção a ser firmado
	Ferramentas	ERP e <i>Excel</i>	ERP, <i>Excel</i>, MRP e Capacidade x Demanda
CONTROLE	Principais indicadores	Prazo de entrega, aderência à programação e volumes de produção	Quadros visuais com a produção hora-a-hora, Credibilidade de entrega (clientes), <i>MAPE</i>, Aderência à programação, produção diária, credibilidade de entrega (fornecedores)
	Envolvimento do PPCPM	Através do monitoramento de indicadores e reuniões. Não identificada atuação <i>in loco</i> na fábrica.	Acompanhamento dos indicadores e atuação <i>in loco</i> na fábrica.
ESTRUTURA (Distribuição da equipe)		Supervisor, planejadores, programadores de produção, programadores de materiais	Supervisores, programação de clientes, programação da produção, programação de materiais e controle de produção
FCS		Capacidade e Sincronização	Sincronização e estabilidade

Fonte: Autor

A partir da comparação entre os casos MTO e MTS do Quadro 21, torna-se exequível identificar poucas diferenças nos ciclos de planejamento e um conjunto maior de diferenças nos ciclos de programação e controle. Diante disso:

- a) de maneira geral, os processos de planejamento possuem os mesmos horizontes, envolvem as mesmas decisões e utilizam as mesmas ferramentas, exceto a ferramenta *heijunka*. Neste caso específico, um dos casos MTS utiliza o conceito de *heijunka* que simplificou drasticamente seu ciclo de programação e mostrou-se um caso de referência a ser seguido por outras empresas do tipo MTS;
- b) pode-se observar que, o PMP para as empresas MTO estudadas, possuem um ciclo de revisão semanal, enquanto que as empresas do tipo MTS estudadas, possuem um ciclo de revisão mensal. Isso parece ocorrer em função do fato de que as empresas do tipo MTO trabalham com uma carteira de pedidos que vai se confirmando ao longo do tempo, enquanto que empresas do tipo MTS trabalham para repor estoques consumidos ao longo do tempo. Desta forma as empresas do tipo MTO possuem uma necessidade de constante revisão da entrada de pedidos;
- c) os ciclos de planejamento das empresas estudadas do tipo MTS detalham suas informações até o nível do item, enquanto que as empresas estudadas do tipo MTO utilizam as informações agregadas em famílias de produto. Uma característica que pode justificar essa diferença é a influência do *mix* de produtos nos PPCPM, dificultando a agregação das informações em famílias para os casos MTS;
- d) já no ciclo de programação, os horizontes de programação para os casos estudados do tipo MTO são maiores do que para os casos estudados do tipo MTS. Essa distinção se dá pelo componente *lead time* que para os casos MTS é menor e, portanto, existe a necessidade de um horizonte menor de programação, enquanto que para os casos MTO ocorre o inverso;
- e) as empresas do tipo MTS estudadas neste trabalho apresentam um conjunto de ferramentas que complementam o ERP da empresa e reforçam o processo analítico de PPCPM como por exemplo o *heijunka* para o PMP e ferramentas como MRP e Capacidade *versus* Demanda para a programação. Já para as empresas MTO estudadas neste trabalho, a presença de ferramentas que auxiliem o processo de programação é praticamente inexistente, ficando a cargo de algumas funcionalidades do ERP e o *Excel* para complementá-lo;

- f) outro ponto importante que pode-se observar é que os casos estudados do tipo MTS dão uma importância maior ao tema do controle. Há um maior envolvimento e atuação do PPCPM que dedica parte de sua estrutura para trabalhar *in loco* nas unidades de manufatura em atividades de *follow-up* dos programas de produção;
- g) quanto aos indicadores, as empresas estudadas do tipo MTS apresentam um conjunto mais amplo de indicadores e inclusive uma delas trabalha com uma eficiente rotina de acompanhamento hora-a-hora, aproximando consideravelmente o controle da execução. Em contrapartida, as empresas estudadas do tipo MTO atuam de forma mais geral do ponto de vista dos indicadores, utilizando indicadores gerais como prazo, aderência e volumes e com uma distância muito maior em relação aos aspectos relativos a execução;
- h) no que tange a estrutura de PPCPM, as empresas MTO estudadas possuem equipes um pouco menos abrangentes do que as empresas estudadas do tipo MTS. Enquanto as empresas do tipo MTS incorporam em sua estrutura funções que atuam na gestão da demanda e no controle de produção, as empresas do tipo MTO atuam exclusivamente no planejamento e programação;
- i) por fim, observa-se que os casos estudados do tipo MTO consideram como FCS os tópicos capacidade e sincronização que estão relacionados a manter os ativos em utilização e a dependência da sincronia entre as atividades internas de fabricação e das entregas dos fornecedores dada a quantidade de materiais e a estrutura horizontal. Já para os casos estudados do tipo MTS, são fundamentais as questões que envolvem a sincronização e a estabilidade da fábrica. Por trabalharem em ambientes com muita incerteza e variação de demanda, estas características exigem um esforço e inteligência na área de PPCPM para manter a estabilidade do fluxo de produção e atendimento;
- j) especificamente para a questão da sincronização, para as empresas MTO estudadas, a necessidade de estabelecer sincronia é fundamental para o atendimento no prazo, dada as condições de seus produtos, dependentes de sincronização de atividades externas e internas. Entretanto, a falta de sincronia observada em uma das empresas MTS estudadas se dá em função da variação de sua demanda, provocando desbalanceamento de seus estoques e conseqüentemente a ruptura no fornecimento de alguns produtos ou no recebimento de alguns materiais. Este fato é relevante, porém sua origem nasce da falta de estabilidade do ambiente destas empresas que possuem

elevada variação da demanda. Logo, questões ligadas à estabilidade obtidas com um robusto PMP são fundamentais para minimizar este efeito.

No que diz respeito aos processos de PPCPM estudados, pode-se afirmar que, de uma forma genérica e sob um ponto de vista macro, todos os casos estudados possuem a segmentação proposta pelo PHP, sendo consideradas de forma distintas as atividades de planejamento, programação e controle. Porém, horizontes dos níveis de planejamento encontrados nos casos estudados são diferentes dos horizontes propostos na teoria. Da mesma forma, o nível de detalhe das informações diverge dos conceitos teóricos pesquisados. O Quadro 22 elucida estas diferenças.

Quadro 22 – Comparação entre os níveis de planejamento teóricos x casos estudados

NÍVEL	HORIZONTE			AGREGAÇÃO		
	TEORIA	MTO	MTS	TEORIA	MTO	MTS
Longo prazo	5 a 10 anos	1 ano	1 ano	Famílias	Famílias	Itens
Médio Prazo	6 a 8 meses	3 a 4 meses	3 a 6 meses	Itens	Famílias	Itens
Curto Prazo	1 dia a 6 meses	4 semanas	2 semanas	Operações	Itens	Itens

Fonte: Autor

A partir do Quadro 22, identifica-se diferenças em relação à teoria no que tange aos horizontes de planejamento a o nível de detalhe das informações. Enquanto que na teoria, há uma generalização dos horizontes de planejamento, observou-se nos casos estudados que pode ser possível discutir os horizontes para ambos os casos, avançando a generalização dos conceitos para um nível de detalhe que considera as características dos sistemas de produção, nesse caso, a característica quanto a reposta à demanda. O mesmo raciocínio pode ser levado para a questão do nível de detalhe dos processos de PPCPM que mudam em função do sistema de produção.

Um outro ponto observado nos casos estudados é quanto a utilização dos sistemas ERP para todos os casos. As evidências indicam que os sistemas ERP não atendem as necessidades dos usuários quanto aos processos analíticos de PPCPM. A grande parte das atividades analíticas, que são atividades fundamentais do PPCPM, apresentaram-se fora dos sistemas ERP, ou em *softwares* específicos ou através do uso do *Excel* com soluções criadas

internamente pelos profissionais das empresas. Isso permite sugerir que os sistemas ERP ainda não possuem a usabilidade e interfaces necessárias para suportar os processos analíticos dos PPCPM, tornando-se úteis somente para os processos transacionais como abertura e apontamentos de ordens de produção.

O aprofundamento do entendimento dos casos MTO e MTS estudados permitiu identificar algumas diferenças passíveis de elencar como conclusões deste estudo. Quadro 23 apresenta tais conclusões.

Quadro 23 – Principais diferenças entre os sistemas MTO e MTS para os casos estudados

NÍVEL	EMPRESAS DO TIPO MTO	EMPRESAS DO TIPO MTS
PLANEJAMENTO	Possui um horizonte de planejamento de 6 a 12 meses	Possui um horizonte de planejamento de 3 a 6 meses
	A função planejamento é fundamental para garantir sincronia	A função planejamento é fundamental para garantir estabilidade
	Planeja em famílias	Planeja em itens
PROGRAMAÇÃO	Os horizontes de programação são maiores, 4 semanas	Os horizontes de programação são menores, de 1 a 2 semanas
	A programação é mais empírica	A programação utiliza um conjunto mais amplo de ferramentas
CONTROLE	O controle é realizado a distância	O controle é próximo da execução
	Monitora indicadores básicos	Utiliza um conjunto maior de indicadores

Fonte: Autor

No nível de planejamento, as empresas estudadas do tipo MTO apresentaram um horizonte maior em relação as empresas estudadas do tipo MTS. Da mesma forma, observou-se que a função planejamento para as empresas MTO está relacionada a questões que envolvem a sincronia dos fluxo de atendimento enquanto que empresas do tipo MTS a estabilidade da produção. Do ponto-de-vista da programação, os horizontes de programação dos casos MTO são mais longos que os casos MTS. Além disso, aa programação da produção se mostrou mais empírica nos casos do tipo MTO enquanto que para os casos MTS apresentaram-se um conjunto maior de ferramentas, tornando o processo de programação mais científico. Finalmente, no que diz respeito aos controles de produção, para as empresas do tipo MTS, observou-se uma proximidade em relação a execução no chão-de-fábrica do que para as empresas MTO. Além disso, um conjunto de indicadores mais amplo são utilizados

nos casos MTS ante os casos MTO, qualificando o controle e a prontidão na solução dos problemas da execução.

5 CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este capítulo aborda as conclusões deste estudo, suas limitações e as sugestões de trabalhos futuros.

5.1 CONCLUSÕES

O objetivo desta pesquisa é o de estudar sob a ótica do PPCPM o funcionamento de seus processos identificando as diferenças nos conceitos, técnicas e ferramentas utilizadas. Para isso, considerou-se dois tipos de sistemas de produção distintos, MTO e MTS, que apontam para a direção de que, conseqüentemente, há distinções entre seus respectivos processos. Como objetivos específicos deste trabalho, imaginou-se o entendimento dos processos de PPCPM dos casos estudados, a identificação dos conceitos, técnicas e ferramentas utilizados em cada caso, a consolidação dos casos em duas visões, representando as visões de um sistema de produção e suas diferenças. A partir de um estudo de caso múltiplo, foi possível coletar e analisar dados de casos que representassem os sistemas de produção estudados. A coleta e análise dos dados, permitiu a estruturação de uma visão acerca dos processos de PPCPM das empresas passível da identificação dos níveis hierárquicos existentes, ferramentas e técnicas utilizadas, e as principais características de seus processos. A partir disso, criou-se a visão consolidada dos casos estudados para responder a questão de pesquisa deste trabalho, evidenciando as diferenças entre os dois tipos de sistemas de produção.

A título de conclusões, existem poucas diferenças nas produções do tipo MTO e MTS no que tange ao Planejamento. Estas diferenças estão basicamente relacionadas com o horizonte de planejamento. Nos casos estudados os sistemas de produção do tipo MTO apontam para um horizonte de 6 a 12 meses enquanto que as empresas do tipo MTS possuem um horizonte de 3 a 6 meses, e com o nível de detalhamento que na MTO é em família e no MTS em itens. Tal resultado não é coincidente com os aspectos teóricos levantados dado que a teoria sugere que em todos os casos para horizontes de planejamento de longo prazo são de 5 a 10 anos e o nível de detalhe em famílias (os casos estudados apontam quem no caso do MTS o planejamento é feito em itens).

No caso das atividades de programação e controle são bem maiores as diferenças observadas nos casos de empresas MTO e MTS. Para as atividades de programação, os

horizontes de programação para os casos do MTO (4 semanas) são maiores do que as do MTS (2 semanas). Aqui são consideráveis as diferenças em relação aos aspectos teóricos levantados no referencial bibliográfico, que além de não fazerem distinção entre o MTO e o MTS, apontam horizontes de 1 dia a 6 meses o que é um período demasiadamente aberto. Neste caso, torna-se evidente a necessidade de ampliar estudos específicos para as atividades MTO e MTS no intuito de melhorar a teoria vigente. Ainda, no que tange as ferramentas e técnicas utilizadas observa-se uma maior riqueza no caso da produção MTS que utiliza uma vasta gama de soluções inter-relacionadas envolvendo: *heijunka*, Capacidade *versus* Demanda, MRP/CRP. Em produções do tipo MTO não foi observado a utilização destas ferramentas, ou seja, a programação mostrou-se muito mais empírica. Um tema a avançar neste debate é verificar a potencialidade de adequação das técnicas e ferramentas adotadas no MTS para sistemas produtivos do tipo MTO dado que estas técnicas, conceitual e teoricamente, poderiam ser adaptadas para o uso nas empresas do tipo MTO. No que tange ao controle, observou-se que as empresas do tipo MTS possui um *follow up* próximo a execução no chão-de-fábrica (um fato que reforça esta afirmação é que nas empresas do tipo MTS observou-se a alocação de uma estrutura específica do PPCPM para tratar do controle no chão-de-fábrica). Quanto aos indicadores, corroborando a afirmação anterior quanto ao tema do controle, as empresas do tipo MTS possuem um conjunto mais amplo de indicadores (no limite, e enquanto *benchmarking* uma das empresas estudadas do tipo MTS o controle é feito hora a hora).

Finalmente, um ponto de reflexão oriundo das observações empíricas é que nas empresas do tipo MTO as preocupações maiores no que tange ao planejamento estão associadas com o tema da sincronização da produção, enquanto as empresas do tipo MTS tratam com maior foco o tema da estabilização da produção. Uma abordagem mais aprofundada deste tema parece relevante de ser levada adiante.

5.2 LIMITAÇÕES

Como limitações deste trabalho pode-se apontar:

- a) a quantidade de entrevistados utilizados pode ter introduzido um viés restringindo a abrangência da descrição e análise do ao conhecimento e visão que dos entrevistados da empresa, que foram dois colaboradores da área de PPCPM, um deles com uma visão operacional e outro com um visão de gestão. A coleta de dados poderia

- considerar uma quantidade maior de entrevistados por caso estudado, minimizando a possibilidade de viés dada a pequena quantidade de entrevistados;
- b) a amostragem de dois casos para cada tipo de empresa (MTO e MTS) é pequena para representar uma generalização estatística dos resultados;
 - c) não foi possível comparar a quantidade de colaboradores na estrutura de PPCPM de cada caso. As empresas possuem tamanhos e características diferentes que limitaram este tipo de análise.
 - d) o nível de detalhe da coleta de dados, por exemplo uma análise mais detalhada dos diversos processos de planejamento, programação e controle, poderia ter sido maior o que, provavelmente, levaria a encontrar maiores e mais detalhadas diferenças entre os casos. Optou-se por manter uma abrangência geral dos processos de PPCPM, sem entrar nos detalhes operacionais de cada processo estudado.

5.3 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

São as seguintes as recomendações para trabalhos futuros

- a) sugere-se realizar pesquisas adicionais aumentando o número de casos estudados visando aprimorar a qualidade e confiabilidade da comparação entre os sistemas de produção MTO e MTS;
- b) sugere-se ampliar o trabalho feito incluindo na análise comparativa outros dois tipos de sistemas de produção: ATO (representa um meio termo entre MTO e MTS para empresas que possuem a características de montar diferentes produtos a partir de um conjunto de componentes semi-acabados) e ETO (introduz a engenharia como uma parte relevante do fluxo de atendimento, uma vez que cada pedido representa um no projeto para a empresa);
- c) finalmente, é possível utilizar esta pesquisa de caráter exploratório como uma fonte básica para elaborar um pesquisa mais ampla do tipo *survey* (uma pesquisa com uma amostragem bem maior de empresas pode apontar novas considerações que agregariam as análises obtidas nesta pesquisa, contribuindo também para a qualidade e confiabilidade da análise comparativa realizada nesta dissertação).

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, J. M. **MRP II e Manufatura Enxuta: Vantagens, Limitações e Integração**. XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, Campinas – SP, 2001;
- ANTUNES, J. A. V.; ALVAREZ, R.; BORTOLOTTI, P.; KLIPPEL, M. e PELLEGRIN, I. **Sistema de Produção: conceitos e práticas para o projeto e gestão da produção enxuta**. Bookman, Porto Alegre, 2008;
- ANTUNES, J. A. V.; KLIPPEL, A. F.; SEIDEL, A.; KLIPPEL, M. **Uma revolução na produtividade. A gestão lucrativa dos postos de trabalho**. Bookman, Porto Alegre, 2013;
- BOONLERTVANICH, K. **Extended CONWIP KANBAN System - Control and Performance Analysis**. Georgia Institute of Technology, 2005;
- CORTI, D.; POZZETTI, A.; ZORNINI, M. A capacity-driven approach to establish reliable due dates in a MTO environment. **International Journal of Production Economics**, vol. 104, pág. 536–554, 2006;
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção**. 2ª edição. São Paulo: Atlas, 2010;
- DAVID, F.; PIERREVAL, H.; CAUX, C. Advanced Planning and Scheduling Systems in aluminum conversion industry. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**. V. 19, N.7, P.705-715, 2006;
- DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da Administração da Produção**. 3ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2001;
- DEMO, P. **Metodologia científica em ciências sociais**. 3ª edição. São Paulo: Atlas, 1995;
- DUBÉ, L.; PARÉ, G. Rigor in information systems positivist case research: current practices, trends, and recommendations. **MIS Quarterly**, vol. 27, n. 4, pág. 597-635, 2003;
- EBADIAN, M.; RABBANI, M.; TORABI, S. A.; JOLAI, F. Hierarchical production planning in make-to-order environments: reaching short and reliable delivery dates. **International Journal of Production Research**, vol. 47, n. 20, pág. 5761-5789, 2009;
- EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case Study Research. **The Academy of Management Review**, vol. 14, n. 4, pág. 532-550, 1989;

- FERNANDES, F. C. F.; **A Pesquisa em gestão da produção: evolução e tendências.** ENEGEP [CD-ROM], Rio de Janeiro, 1999;
- FENG, P.; ZHANG, J.; WU, Z.; YU D. An improved production planning method for process industries. **International Journal of Production Research**, vol. 49, n. 14, pág. 4223-4243, 2011;
- FERNANDES, F. C. F.; GODINHO, M. F. **Planejamento e controle da produção. Dos fundamentos ao essencial.** São Paulo: Atlas, 2010;
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2010;
- GOLDRATT, E. M. A síndrome do palheiro. São Paulo: IMAM, 1991;
- HALLGREN, M.; OLHAGER, J. Differentiating manufacturing focus. **International Journal of Production Research**, vol. 44, n. 18-19, pág. 3863-3878, 2006;
- HAYES R., PISANO G., UPTON D., WHEELWRIGHT S.; **Em busca da vantagem competitiva.** Porto Alegre: Bookman, 2008;
- HOPP, W. J.; SPEARMAN, M. L. **Factory Physics: foundations of manufacturing management.** 2ª edição. Nova York: MacGraw-Hill, 2000;
- KINGSMAN, B.G.; TATSIPOULOS, I. P.; HENDRY, L. C. A structural methodology for managing manufacturing lead times in make-to-order companies. **European Journal of Operational Research**, vol.40, pág. 196–209, 1989;
- LAND, M.; GAALMAN, G. Workload control concepts in job shops: A critical assessment. **International Journal of Production Economics**, vol. 46, pág. 535–538, 1996;
- LAURINDO, F. J. B.; MESQUITA, M. A. Material Requirements Planning: 25 anos de história – Uma revisão do passado e prospecção do futuro. **Gestão & Produção**, vol. 7, n. 3, pág. 320-327, 2000;
- MESQUISA, M. A.; SANTORO, M. C. Análise de modelos e práticas de planejamento e controle da produção na indústria farmacêutica. **Revista Produção**, vol. 14, n. 1, pág. 64-77, 2004;
- MOURA, R. A. **Kanban: a simplicidade do controle de produção.** São Paulo: IMAN, 1994;
- MOREIRA, D. A.; **Administração da Produção e Operações.** 2ª edição. São Paulo: Pioneira, 2008;

- OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997;
- OLHAGER, J. Strategic positioning of the order penetration point. **International Journal of Production Economics**, vol. 85, pág. 319-329, 2003;
- OMAR, M. K.; BENNEL, J. A. Revising the master production schedule in a HPP framework context. **International Journal of Production Research**, vol. 47, n. 20, 2009;
- OMAR, M. K.; TEO, S. C. Hierarchical production planning and scheduling in a multiproduct, batch process environment. **International Journal of Production Research**, vol. 45, pág. 1029-1047, 2007;
- ÖZDAMAR, L.; BOZLEY M. A.; BIRBIL S. I. A hierarchical decision support system for production planning (with case study). **European Journal of Operation Research**, vol. 104, n. 3, pág. 403-422, 1998;
- PRASAD S.; BABBAR S. International operations management. **Journal of Operations Management**, vol. 18, pág. 209-247, 2000;
- SERENO, B.; SILVA, D. S. A.; LEONARDO, D. G.; SAMPAIO, M. Método híbrido CONWIP/KANBAN: um estudo de caso. **Gestão e Produção**, vol. 18, n. 3, pág. 663-684, 2011;
- SKINNER W. Manufacturing: missing link in corporate strategy. **Harvard Business Review**, 1969;
- SKINNER W. The focused factory. **Harvard Business Review**, 1974;
- SLACK, N.; CHAMBERS S.; JOHNSTON R. **Administração da Produção**. 2ª edição. São Paulo: Atlas, 2009;
- SPEARMAN, M. L.; WOODRUFF, D. L.; HOPP, W. J. CONWIP - a pull alternative to KANBAN. **International Journal of Production Research**, vol. 28, n. 5, pág. 879-894, 1990;
- STEVENSON, M.; HENDRY, L. C.; KINGSMAN, B. G. A review of production planning and control: the applicability of key concepts to the make-to-order industry. **International Journal or Production Research**, vol.43, n.5, p.869-898, 2005;
- SOUZA, C. V. **Análise Teórica e Planos de Produção Gerados por um Sistema Tipo MRPII e Outro de Planejamento Fino de Produção**. Tese submetida à Universidade

Federal do Rio Grande do Sul para obtenção do grau de Mestre em Engenharia da Produção. Porto Alegre: UFRGS, 1999;

SOUZA, F. B. Do OPT à Teoria das Restrições: avanços e mitos. **Revista Produção**, vol. 15, n. 2, pág. 182-197, 2005;

TALL, M.; WORTMANN, J. C. Integrating MRP and finite capacity planning. **Production Planning & Control**, v.8, n.3, p.245-354, 1997;

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e prática**. 2ª edição. São Paulo: Atlas, 2009;

UMBLE, M. M.; SRIKANTH, M. L. **Synchronous Manufacturing: principles for world class excellence**. Cincinnati: South-Western, 1996;

WALLACE, T. Global S&OP – Do You Need It? **Journal of Business Forecasting**, vol. 30, pág. 11-14, 2012;

WHEELRIGHT, S. C. Manufacturing Strategy: Defining the missing link. **Strategic Management Journal**, vol. 5, pág. 77-91, 1984;

WIERS, C. S. V; STOOP, P. M. The complexity of scheduling in practice. **International Journal of Operations & Production Management**, v.16, n.10, 0.37-53, 1996;

WOLLMANN, T. E.; BERRY, W. L.; WHYBARK, D. C.; JACOBS, F. R. **Sistemas de Planejamento & Controle da Produção para o Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. 5ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2006;

YIN, R. K. **Estudo de caso – Planejamento e Métodos**, 4ª edição, Porto Alegre: Bookman, 2010.

ANEXO A – ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA

PERGUNTA GERAL	TÓPICOS A EXPLORAR	AUTORES
Como é realizado o processo de planejamento?	<ul style="list-style-type: none"> • Há uma separação do processo de planejamento em dois ciclos (Planejamento agregado e Plano Mestre de Produção)? • Qual o horizonte de planejamento e seu período firme? • Faz análise de capacidade? Utiliza dados de eficiência dos equipamentos? • É realizada análise de materiais? • Que áreas da empresa fazem parte desse processo? • Há políticas de atendimento? Quais são? • Qual o nível de detalhe analisado? Famílias, Itens? • Há uma visão financeira ou somente de volumes? • Que ferramentas são utilizadas? 	<p>Corrêa <i>et al.</i> (2010) Wollmann <i>et al.</i> (2006) Wallace (2012) Moreira (2008) Tubino (2009) Fernandes & Godinho (2010) Hopp & Spearman (2000) Antunes <i>et al.</i> (2008)</p>
Como é realizado o processo de programação?	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza os dados do ciclo de planejamento como entrada? • Faz análise de capacidade? Utiliza dados de eficiência dos equipamentos? • Qual o horizonte de programação e seu período firme? • Qual o nível de detalhe que é realizada a programação? Itens, componentes e operações? • Que ferramentas são utilizadas? • É realizada análise de materiais? • Como é garantida a sincronia entre produção e materiais? • Há políticas de atendimento? Quais são? 	<p>Corrêa <i>et al.</i> (2010) Tubino (2009) Fernandes & Godinho (2010) Hopp & Spearman (2000) Laurindo & Mesquita (2000) Ohno (1997) Goldratt (1990) Souza (2005)</p>
Como são controladas e acompanhadas a execução das programações de produção e materiais?	<ul style="list-style-type: none"> • Há uma rotina de acompanhamento das ordens? Qual sua frequência? • Que ferramentas são utilizadas para o acompanhamento da execução? Quais sistemas/software? • Que indicadores são utilizados para medir o atendimento da produção no que tange a programação? 	<p>Corrêa <i>et al.</i> (2010) Tubino (2009) Fernandes & Godinho (2010)</p>
Como está dividida a estrutura organizacional do PPCPM?	<ul style="list-style-type: none"> • Subdivide em times de programação e planejamento? • A programação de materiais faz parte do PPCPM? • A programação de clientes faz parte do PPCPM? • Que outras atividades são realizadas no PPCPM? 	<p>Autor</p>
Na sua opinião qual seria o principal fator que influencia consideravelmente para o PPCPM?	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidade? • Mix? • Materiais? • Sequenciamento? • Demanda? • Etc... 	<p>Autor</p>