

Universidade Federal de São Carlos – UFSCar
Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção



**COORDENAÇÃO DO FLUXO DE PRODUÇÃO POR MEIO DO USO
COMBINADO DE PRÁTICAS UTILIZADAS NA GESTÃO DA CADEIA
DE SUPRIMENTOS E DE SISTEMAS DE COORDENAÇÃO DE
ORDENS PUXADOS**

Maico Roris Severino

TESE DE DOUTORADO

Universidade Federal de São Carlos – UFSCar
Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

**COORDENAÇÃO DO FLUXO DE PRODUÇÃO POR MEIO DO USO
COMBINADO DE PRÁTICAS UTILIZADAS NA GESTÃO DA CADEIA
DE SUPRIMENTOS E DE SISTEMAS DE COORDENAÇÃO DE
ORDENS PUXADOS**

Maico Roris Severino

Tese de Doutorado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção da
Universidade Federal de São Carlos,
como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Doutor em
Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Moacir Godinho Filho

SÃO CARLOS

2012

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

S498cf

Severino, Maico Roris.

Coordenação do fluxo de produção por meio do uso combinado de práticas utilizadas na gestão da cadeia de suprimentos e de sistemas de coordenação de ordens puxados / Maico Roris Severino. -- São Carlos : UFSCar, 2012.

171 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2012.

1. Gestão de suprimentos. 2. Fluxo de produção. 3. Cadeia de suprimentos. 4. Sistemas de coordenação de ordens. 5. Indústria automobilística. I. Título.

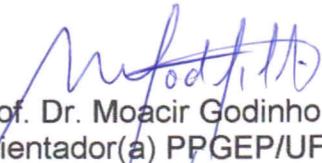
CDD: 658.7 (20^a)



FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno(a): Maico Roris Severino

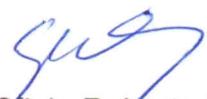
TESE DE DOUTORADO DEFENDIDA E APROVADA EM 07/12/2012 PELA
COMISSÃO JULGADORA:

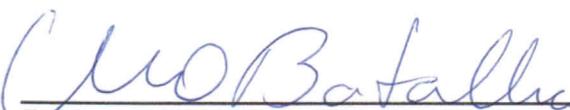

Prof. Dr. Moacir Godinho Filho
Orientador(a) PPGE/UFSCar


Prof. Dr. Gilberto Miller Devós Ganga
PPGE/UFSCar


Profª Drª Rosane Lúcia Chicarelli Alcântara
PPGE/UFSCar


Prof. Dr. Marcel Andreotti Musetti
EESC/USP


Prof. Dr. Sílvio Roberto Ignácio Pires
administração/UNIMEP


Prof. Dr. Mário Otávio Batalha
Coordenador do PPGE/UFSCar

DEDICATÓRIA

À minha amada esposa Vanessa.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por ter concedido tantas graças em minha vida, em especial a oportunidade da realização dos cursos de graduação e pós-graduação na UFSCar, pela força e luz em todos os momentos.

À São Judas Tadeu, pela interseção contínua junto a Deus nas causas mais difíceis enfrentadas.

À minha esposa Vanessa, pelo amor, carinho, companhia, compreensão, dedicação, momentos de descontração e apoio para que este sonho pudesse ser realizado.

Aos meus pais (Laércio e Edinete), minhas irmãs (Raiane e Richele), sogros (Celso e Cidinha), cunhados (Wagner, Hudson e Vinícius), sobrinho (Raul), e demais membros da família, pelas orações, torcida e suporte.

Ao meu orientador e amigo, Moacir, por todas as orientações, ensinamentos, aconselhamentos, incentivos e exemplos.

Aos professores que participaram das bancas de qualificação e defesa, Sílvio, Marcel, Rosane e Gilberto. Obrigado por suas contribuições e orientações para a melhoria do trabalho.

Aos meus alunos de iniciação científica da UFG e UNEMAT, Alyne, Camila, Aunério, Lívia, José Victor, Murilo, Tiago, Alisson, Wagner, Nayra e Pedro, que de modo pontual contribuíram com este trabalho.

À diretoria e funcionários das empresas da cadeia de suprimentos estudada, pela disponibilidade, informações e dedicação para com meu trabalho.

Aos professores do Departamento de Engenharia de Produção da UFSCar por todos os ensinamentos, amizade e exemplos que contribuíram para o meu crescimento profissional.

Aos funcionários do DEP (Robson, Raquel, Karina e Luiz) e da UFSCar, pela dedicação em disponibilizar as melhores condições de estrutura e infraestrutura para a realização do trabalho.

À direção, coordenação, professores e alunos da UFG pelo apoio, compreensão, flexibilidade, conversas, amizade, torcida e momentos de descontração durante o período de elaboração da tese.

Aos colegas do programa de pós-graduação e do grupo de pesquisa pelas interações, debates, conversas e torcida.

À Nina, pela descontração propiciada nos momentos em que insistir no trabalho da tese não estava sendo produtivo.

Ao Programa Institucional de Bolsas de Pós-Graduação – UFG pela bolsa de doutorado concedida e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pelo auxílio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa.

Enfim, a todos que estiveram ao meu lado no período de desenvolvimento desta tese.

Para que o conhecimento científico tenha impacto positivo na sociedade, ele deve ser usado com ética, respeito e responsabilidade.

RESUMO

Um dos maiores desafios enfrentados pelas empresas é a coordenação do fluxo de produção (informações e materiais) ao longo da cadeia de suprimentos (CS) em que estão inseridas. Deste modo, tanto no meio acadêmico como no empresarial, a partir do final da década de 1980, têm sido desenvolvidas práticas que são utilizadas na gestão da cadeia de suprimentos (GCS) que, entre outras funções, contribuem para tal coordenação. Para a coordenação do fluxo de produção das operações no interior da planta de uma única empresa, encontra-se na literatura e na prática a utilização de sistemas de coordenação de ordens (SCOs). No entanto, estes SCOs são raramente utilizados na coordenação de operações na CS, podendo assim admitir uma lacuna teórica a ser explorada em termos de mecanismos de coordenação de fluxo de produção na CS. Desta forma, o objetivo desta tese de doutorado é propor a utilização do uso combinado de práticas utilizadas na GCS e SCO com características puxadas para coordenação fluxo de produção no âmbito da CS. Como procedimento metodológico, o método empregado foi do tipo teórico-empírico. Em termos teóricos utilizou-se como delineamento a pesquisa bibliográfica e o desenvolvimento de um modelo conceitual. Quanto aos aspectos empíricos, a partir de dados de um caso real de CS, foi ilustrada a aplicação do modelo conceitual e analisados a consistência e os resultados da proposta por meio de simulação. Para tanto, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o significado de coordenação de fluxo de produção na CS e detalhadas as atividades que teoricamente garantem tal coordenação por meio da implantação do Processo de Gestão de Fluxo de Manufatura. Baseado neste conjunto de atividades foi realizado um levantamento e uma análise conceitual da contribuição para a coordenação do fluxo de produção de práticas utilizadas na GCS. Paralelamente, foi realizado um levantamento teórico de SCOs que atuam com lógica puxada e verificados relatos na literatura sobre o uso na CS. A partir dos elementos que recomendam o uso de cada prática utilizada na GCS e cada SCO, das especificidades dos sistemas de produção puxados e dos critérios do portfólio de gestão de fornecedores, foi elaborado um modelo conceitual de tomada de decisão para o uso combinado de práticas utilizadas na GCS e SCOs. Tal modelo auxilia os gestores para a tomada de decisão quanto às práticas e os sistemas mais adequados para cada situação de sistemas de produção puxados. Com o intuito de ilustrar o uso do modelo, fez-se a aplicação do mesmo em uma montadora de automóveis em sua relação com alguns fornecedores. Aplicou-se o modelo conceitual para cada caso e analisou-se via simulação o impacto na coordenação no fluxo de produção nos mesmos. Baseado nas variáveis de análise selecionadas, em todas as situações verificou-se o aumento no nível de coordenação do fluxo de produção a partir do uso combinado das práticas em relação à situação anterior. A partir do estudo empírico, pode-se presumir que por meio de escolhas adequadas de uso combinado de práticas utilizadas na GCS e SCOs puxados é possível obter maior coordenação de fluxo de produção na CS.

Palavras-chave: Gestão da Cadeia de Suprimentos; Coordenação de Fluxo de Produção; Sistemas de Coordenação de Ordens Puxados; Indústria Automobilística.

ABSTRACT

One of the biggest challenges faced by companies is the production flow coordination along the supply chain (SC) in which they operate. Thus, practices have been developed both in academic and business environments that are used in supply chain management (SCM) since the late 1980's that allows such coordination. For manufacturing flow management process within the plant of a single company, the knowledge about usage of ordering systems can be found in current literature. Thus, the purpose of this thesis is to propose the use of the combined practices in SCM and pull ordering systems in SC. However, these ordering systems are seldom used for coordinating operations in SC, thus, can be assumed with a theoretical gap being exploited in terms of coordination mechanism of production flow in SC. The theoretical and empirical approach was used as methodological procedures. In terms of theory a bibliographic review was applied and was built a conceptual model. In terms empirical, was applied the conceptual model in a real case and was analyzed their consistence and result by simulation. A literature review was conducted to ensure the meaning of production flow coordination and SC and a detailed view of activities that theoretically ensures such coordination through the implementation of the Manufacturing Flow Management Process (MFMP). Based on this set of activities, a survey of the practices used in SCM and a conceptual analysis of contribution of with practice to the MFMP was performed. Meanwhile, another theoretical survey about pull ordering systems was performed with report analysis on the literature about the use of SC. Based on the elements that condone the use of each used practice in SCM and each pull ordering systems, a conceptual model of decision making for the combined use of both was designed. This model can help managers on decision making regarding the best practices and systems for each situation of pull systems. In order to validate the model a case study was performed in an automobile SC. The conceptual model was applied in two cases of the relationship with their suppliers and the impact on production flow coordination was analyzed through simulation. Based on the selected analysis variables there was an increase in the level of production flow management in all cases from the combined use of the practices compared to the previous case. To conclude it can be stated that through appropriate choices of combined use of practices used in SCM and pull ordering systems it is possible to achieve greater production flow coordination in SC.

Keywords: Supply Chain Management, Production Flow Coordination; Pull Ordering Systems; Automotive Industry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1.1 – Representação do Efeito Forrester em uma cadeia de suprimentos genérica	04
FIGURA 1.2 – Etapas de um processo de simulação	10
FIGURA 2.1 – Representação da definição de Cadeia de Suprimentos	14
FIGURA 2.2 – <i>Supply Chain Management</i> : integrando e gerindo processos através da cadeia de suprimentos	16
FIGURA 2.3 – Modelo de Cadeia de Suprimentos Colaborativa	19
FIGURA 2.4 – Mecanismos de coordenação no GCS	20
FIGURA 2.5 – Interface dos processos de GCS nos subprocessos do MFMP	25
FIGURA 2.6 – Subprocessos Estratégicos do MFMP	26
FIGURA 2.7 – Subprocessos Operacionais do MFMP	33
FIGURA 4.1 – Estrutura do Planejamento e Controle da Produção	74
FIGURA 4.2 – Representação das atividades de PCP de uma relação cliente-fornecedor	78
FIGURA 4.3 – Esquema do Sistema de Revisão Contínua	81
FIGURA 4.4 – Esquema do Sistema de Revisão Periódica	83
FIGURA 4.5 – Exemplo de <i>Kanbans</i>	85
FIGURA 4.6 – Mecanismo de Funcionamento do <i>kanban</i> CNE de duplo cartão ..	86
FIGURA 4.7 – Mecanismo de Funcionamento do <i>kanban</i> CNE de único cartão ..	86
FIGURA 4.8 – Mecanismo de Funcionamento do <i>kanban</i> H de duplo cartão	88
FIGURA 4.9 – Mecanismo de Funcionamento do <i>kanban</i> H de único cartão	88
FIGURA 4.10 – Mecanismo de Funcionamento do Sistema CONWIP EC	90
FIGURA 4.11 – Mecanismo de Funcionamento do Sistema Híbrido	90
FIGURA 4.12 – Cartão POLCA	93
FIGURA 4.13 – Mecanismo de funcionamento do sistema POLCA	94
FIGURA 4.14 – Mecanismo de funcionamento do sistema LOOR/WLC	97
FIGURA 4.15 – Mecanismo de funcionamento do sistema TPC	98
FIGURA 5.1 – Modelo conceitual de tomada de decisão para escolha do uso combinado de práticas utilizadas na GCS e SCOs para a coordenação do fluxo de produção em cadeias de suprimentos puxadas	102
FIGURA 6.1 – Configuração da cadeia de suprimentos da Empresa X	113
FIGURA 6.2 – Fluxo de produção a jusante na cadeia de suprimentos da Empresa X	116
FIGURA 6.3 – Fluxo de produção da relação entre fornecedor Tipo A e a Empresa X	119
FIGURA 6.4 – Fluxo de produção entre Empresa X e os fornecedores tipos B	120
FIGURA 6.5 – Fluxo de produção entre Empresa X e os fornecedores tipos C	121
FIGURA 6.6 – Fluxo de produção através do uso do <i>cross-docking</i>	122
FIGURA 6.7 – Fluxo de produção dos fornecedores do tipo E	123
FIGURA 6.8 – Fluxo de produção do fornecedor de rodas montadas	126
FIGURA 6.9 – Proposta de coordenação de fluxo de produção do fornecedor de conjunto de rodas montadas através do uso combinado de VMI com CONWIP ...	131
FIGURA 6.10 – Destaque do mecanismo CONWIP da proposta para o fornecedor tipo B	132
FIGURA 6.11 – Interface gráfica da simulação da Proposta 1	133
FIGURA 6.12 – Fluxo de produção do fornecedor de painel	137

FIGURA 6.13 – Proposta de coordenação de fluxo de produção do fornecedor de painel através do uso combinado de EDI com POLCA	141
FIGURA 6.14 – Representação do <i>loop</i> do POLCA na proposta para o fornecedor tipo E	142
FIGURA 6.15 – Interface gráfica da simulação da Proposta 2	144

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1.1 – O termo coordenação associado às definições de GCS	02
QUADRO 1.2 – Os benefícios da coordenação para o GCS	02
QUADRO 1.3 – Tabela de avaliação das práticas de GCS em relação aos subprocessos do MFMP	09
QUADRO 2.1 – <i>Inputs</i> , atividades desenvolvidas e <i>outputs</i> do SPE1 do MFMP ..	27
QUADRO 2.2 – <i>Inputs</i> , atividades desenvolvidas e <i>outputs</i> do SPE2 do MFMP ..	28
QUADRO 2.3 – <i>Inputs</i> , atividades desenvolvidas e <i>outputs</i> do SPE3 do MFMP ..	28
QUADRO 2.4 – <i>Inputs</i> , atividades desenvolvidas e <i>outputs</i> do SPE4 do MFMP ..	29
QUADRO 2.5 – <i>Inputs</i> , atividades desenvolvidas e <i>outputs</i> do SPE5 do MFMP ..	30
QUADRO 2.6 – Modelos de Indicadores de desempenho em cadeias de suprimentos	31
QUADRO 2.7 – Indicadores de desempenho utilizados na avaliação de cadeias de suprimentos	32
QUADRO 2.8 – <i>Inputs</i> , atividades desenvolvidas e <i>outputs</i> do SPO1 do MFMP .	35
QUADRO 2.9 – <i>Inputs</i> , atividades desenvolvidas e <i>outputs</i> do SPO2 do MFMP .	36
QUADRO 2.10 – <i>Inputs</i> , atividades desenvolvidas e <i>outputs</i> do SPO3 do MFMP	37
QUADRO 2.11 – <i>Inputs</i> , atividades desenvolvidas e <i>outputs</i> do SPO4 do MFMP	38
QUADRO 3.1 – Práticas utilizadas na GCS analisadas nesta tese	43
QUADRO 3.2 – Subprocessos do MFMP	67
QUADRO 3.3 – Análise da contribuição das práticas de GCS aos subprocessos do MFMP	71
QUADRO 3.4 – Análise da contribuição dos grupos de práticas de GCS aos subprocessos do MFMP	72
QUADRO 4.1 – SCO analisados neste trabalho	81
QUADRO 4.2 – Relatos na literatura de aplicação de cada SCO estudado	100
QUADRO 5.1 – Condições em que os SCOs estudados são recomendados	105
QUADRO 5.2 – Condições em que as práticas de TI na CS estudadas são recomendadas	106
QUADRO 5.3 – Condições em que as práticas de PRR estudadas são recomendadas	107
QUADRO 6.1 – Número de Fornecedores por localidade da Empresa X	114
QUADRO 6.2 – Escolha do SCO para a Proposta 1	128
QUADRO 6.3 – Escolha da prática de GCS para a Proposta 1	128
QUADRO 6.4 – Indicadores de desempenho das simulações do cenário atual e do cenário proposto para o fornecedor Tipo B	134
QUADRO 6.5 – Escolha do SCO para a Proposta 2	138
QUADRO 6.6 – Escolha das práticas utilizadas na GCS para a Proposta 2	139
QUADRO 6.7 – Dados da proposta JIS e EDI associado ao POLCA para o fornecedor de painéis	143
QUADRO 6.8 – Indicadores de desempenho das simulações do cenário atual e do cenário proposto para o fornecedor Tipo E para a linha de montagem tipo chassi	145

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APS - Advance Planning and Scheduling	EVA - Economic Value Added
ATO – Assembly to Order	GCS – Gestão da Cadeia de Suprimentos
BA - Bahia	GO - Goiás
BSC – Balanced Scorecard	H - Híbrido
BTO – Build to Order	HL/MRP – Higher Level Material Requirement Planning
CCR - Critical Constraint Resources	IPR – In Plant Representatives
CD – Centro de Distribuição	j – Número da Estação de Trabalho
CI – Condomínio Industrial	JIS – Just In Sequence
CM – Contract Manufacturing	JIT – Just In Time
CNE – Controle Do Nível De Estoque	KOP - Kanban de Ordem de Produção
CONWIP – Constant Work In Process	KR - Kanban de Requisição
CPFR – Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment	LOMC - Load Oriented Manufacturing Control
CR - Continuous Replenishment	LOOR - Load Oriented Order Release
CRM – Customer Relationship Management	LOOR/WLC - Load Oriented Order Release / Workload Control
CSCMP – Council of Supply Chain Management Professionals	LT – <i>Lead Time</i>
CSM – Customer Service Management	M – Estoque Máximo
CTP – Cover Time Planning	MFM – Manufacturing Flow Management
DBR - Drum-Buffer-Rope	MFMP – Manufacturing Flow Management Process
DEWIP - Decentralized Work In Process	MG - Minas Gerais
DM – Demand Management	Mont. - Montagem
DRP – Distribution Requirements Planning	MP – Matéria Prima
E-Commerce – Comércio Eletrônico	MPS - Master Production Scheduling
ECR - Efficient Consumer Response	MRP – Material Requirements Planning
EDI – Electronic Data Interchange	MRP II – Manufacturing Resource Planning
EDIFACT - Electronic Data Interchange For Administration, Commerce and Transport	MS - Mato Grosso do Sul
E-POLCA – POLCA Eletrônico	MTO – Make to Order
ERP – Enterprise Resource Planning	MTS – Make to Stock
Eseg – Estoque de Segurança	OF – Order Fulfillment
ESI – Early Supplier Involvement	OPT - Optimized Production Technology
ETO – Engineer to Order	PA – Produto Acabado

PBC – Period Batch Control
 PCM – Planejamento de Compras e Materiais
 PCP – Planejamento e Controle da Produção
 PD&C – Product Development and Commercialization
 PE - Pernambuco
 PERT/CPM - Program Evaluation and Review Technique / Critical Path Method
 POLCA - Paired-Cell Overlapping Loops of Cards With Authorization
 PR - Paraná
 PR – Ponto de Ressuprimento
 PRR – Programa de Resposta Rápida
 Q - Quantidade
 Qn - Quantidade a ser pedida para o período em questão
 QR - Quick Response
 QRM – Quick Response Manufacturing
 RFID - Radio-Frequency Identification
 RJ - Rio de Janeiro
 RM – Returns Management
 RRP - Resource Requirements Planning
 RS - Rio Grande Do Sul
 RTO – Resource to Order
 SC - Santa Catarina
 SCC – Supply Chain Council
 SCM – Supply Chain Management
 SCO – Sistema de Coordenação de Ordens
 SCOR - Supply Chain Operations Reference
 SDBR - Simplified Drum-Buffer-Rope
 SKU - Stock Keeping Unit
 SP - São Paulo
 SPE – Subprocesso Estratégico
 SPO – Subprocesso Operacional
 SRM – Supplier Relationship Management
 STP – Sistema Toyota de Produção
 STS – Ship to Stock
 SUV - Sport Utility Vehicle
 t - Tempo
 TI – Tecnologia da Informação
 TIC – Tecnologia de Informação e Comunicação
 TIR – Taxa Interna de Retorno
 TL – Tamanho do Lote
 TMS - Transportation Management System
 TOC - Theory of Constraints
 TPC – Tambor, Pulmão e Corda
 VICS - Voluntary Interindustry Commerce Standards
 VMI – Vendor Managed Inventory
 VPL – Valor Presente Líquido
 WIP – Work In Process
 WLC - Workload Control
 WMS - Warehouse Management System
 ΔT - Intervalo de tempo entre os pedidos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	01
1.1 Contextualização	01
1.2 Objetivos do trabalho	06
1.3 Procedimentos metodológicos	06
1.4 Estrutura da Tese	11
2 COORDENAÇÃO DE FLUXO DE PRODUÇÃO NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS	13
2.1 Definindo Gestão da Cadeia de Suprimentos	13
2.2 Compreendendo o significado de coordenação no âmbito da gestão da cadeia de suprimentos	17
2.3 Processo de Gestão do Fluxo de Manufatura (<i>Manufacturing Flow Management Process</i>)	22
2.3.1 Subprocessos Estratégicos (SPEs) do MFMP	24
2.3.1.1 SPE 1 - Revisão das estratégias de produção, fornecimento, marketing e logística	25
2.3.1.2 SPE 2 - Determinar o grau de flexibilidade da produção necessária	26
2.3.1.3 SPE 3 - Determinar as fronteiras entre empurrar e puxar	27
2.3.1.4 SPE 4 - Identificar as restrições de produção e determinar capacidades ...	28
2.3.1.5 SPE 5 - Desenvolver modelos de indicadores	29
2.3.2. Subprocessos Operacionais do MFMP	33
2.3.2.1 SPO 1 - Determinar rota e velocidade de atravessamento da produção	33
2.3.2.2 SPO 2 - Planejamento da Produção e do Fluxo de Material	34
2.3.2.3 SPO 3 - Executar Capacidade e Planejamento da Demanda	36
2.3.2.4 SPO 4 - Medidas de Desempenho	37
2.3.3 Considerações sobre o MFMP	37
3 3. PRÁTICAS UTILIZADAS NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A COORDENAÇÃO DE FLUXO NA CADEIA DE SUPRIMENTOS	41
3.1. Práticas utilizadas na Gestão da Cadeia de Suprimentos	41
3.1.1 Abastecimento e Distribuição	42
3.1.2 Tecnologia da Informação (TI) na Cadeia de Suprimentos	53
3.1.3 Programas de Resposta Rápida (PPR)	60
3.2 Análise da contribuição para a coordenação de fluxo de produção das práticas utilizadas na GCS	67
3.3 Considerações Finais do Capítulo 3	72
4 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS	73
4.1 Planejamento e Controle da Produção (PCP)	73
4.2 Estrutura do pensamento do PCP na GCS	76
4.3 Sistemas de Coordenação de Ordens na Cadeia de Suprimentos	78
4.3.1 Sistema de Revisão Contínua	81
4.2.2 Sistema de Revisão Periódica	82

4.2.4 Sistema <i>Kanban</i>	84
4.2.5 Sistema CONWIP (<i>Constant Work In Process</i>)	89
4.2.7 Sistema POLCA (<i>Paired-cell Overlapping Loops of Cards with Authorization</i>)	92
4.2.8 Sistema LOOR/WLC (<i>Load Oriented Order Release / Workload Control</i>) ..	95
4.2.9 Sistema TPC (Tambor-Pulmão-Corda)	97
4.4 Considerações finais do Capítulo 4	99
5 MODELO CONCEITUAL DE TOMADA DE DECISÃO PARA O USO COMBINADO DE SISTEMAS DE COORDENAÇÃO DE ORDENS PUXADOS E PRÁTICAS UTILIZADAS NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS	101
5.1 Descrição do modelo conceitual	101
5.2 Considerações do modelo conceitual	109
6 UTILIZAÇÃO CONJUNTA DE PRÁTICAS UTILIZADAS NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS E SISTEMAS DE COORDENAÇÃO DE ORDENS PUXADOS: ILUSTRAÇÃO DA PROPOSTA POR MEIO DE UM ESTUDO DE CASO	111
6.1 Descrição Geral da Cadeia de Suprimentos Estudada	112
6.2 Análises à Jusante da Cadeia	115
6.3 Análises à Montante da Cadeia	117
6.4 Propostas de uso combinado de SCOs e práticas utilizadas na GCS para alguns relacionamentos da cadeia de suprimentos estudada	123
6.4.1 Proposta 1 – Uso combinado de CONWIP e VMI para o fornecedor de conjunto de rodas montadas	123
6.4.2 Proposta 2 – Uso combinado de POLCA, JIS e EDI para o fornecedor de painéis	135
6.5 Considerações sobre as propostas elaboradas	146
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	147
REFERÊNCIAS	151
ANEXO A: Parâmetros de simulação da Proposta 1	165
ANEXO B: Parâmetros de simulação da Proposta 2	171

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo são apresentadas as considerações iniciais desta tese de doutorado. Para tanto, na seção 1.1 é realizada uma contextualização da unidade de análise, são apresentados os objetivos do trabalho de tese na seção 1.2, os procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento da pesquisa e do trabalho (seção 1.3) e a estrutura da tese na seção 1.4.

1.1 Contextualização

Uma das maiores dificuldades enfrentadas pelas empresas é gerenciar sua cadeia de suprimentos de forma efetiva e estabelecer relações entre fornecedores e clientes que permitam a tal sistema de produção obter vantagens competitivas e atingir seus objetivos de desempenho almejados, sejam eles referentes a custo, qualidade, rapidez, flexibilidade ou confiabilidade (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2007) ou ainda, pontualidade, customabilidade ou adaptabilidade (GODINHO FILHO; FERNANDES, 2005).

Nas últimas décadas, verifica-se um crescimento exponencial de estudos e pesquisas relacionados à gestão da cadeia de suprimentos, tanto no meio acadêmico como no meio empresarial. Tal aumento pode ser justificado pela amplitude e abordagem integradora do tema, sendo visto ora como expansão da Gestão da Produção, ora expansão do Marketing, ora expansão de Compras, ora expansão da Logística (PIRES, 2009).

Neste sentido verificam-se diversos avanços quanto ao desenvolvimento de novas práticas, sejam elas metodologias, ferramentas ou técnicas. Este conjunto de práticas é encontrado na literatura atual nos estudos relacionados à *Supply Chain Management* (SCM), traduzido para a língua portuguesa como Gestão da Cadeia de Suprimentos (GCS).

GCS pode ser definida como coordenação sistêmica e estratégica das funções e táticas de negócios tradicionais, através de negociações entre as áreas funcionais dentro de uma empresa particular e por meio de negociações na cadeia de suprimentos. O objetivo desta coordenação é melhorar o desempenho de uma empresa individual e de uma cadeia como um todo a longo prazo (MENTZER et. al., 2001).

Ressalta-se que a coordenação é um dos elementos fundamentais para a GCS efetiva e a redução do custo total de produção. Em um estudo realizado por Sahin e Robinson

(2002), foi verificado que cerca de 35% do custo total de uma cadeia pode ser reduzido por meio do compartilhamento das informações e de decisões coordenadas.

No mesmo sentido, Fugate, Sahin e Mentzer (2005) afirmam que a coordenação é essencial para o sucesso da GCS. Isso pode ser verificado nas diversas definições de GCS, conforme pode ser observado no QUADRO 1.1, as quais sempre salientam a palavra coordenação. O QUADRO 1.2 apresenta alguns dos benefícios da coordenação, também de acordo com a pesquisa realizada pelos autores supracitados.

QUADRO 1.1 – O termo coordenação associado às definições de GCS

Autor	Definição: Gestão da Cadeia de Suprimentos é ...
Chandrashekar e Schary (1999)	" coordenação de atividades de negócio através das fronteiras organizacionais" (Grifo nosso)
Council of Supply Chain Management Professionals (2005)	"... inclui coordenação e colaboração com os parceiros do canal, ...dirige a coordenação de processos e atividades..." (Grifo nosso)
Langley e Holcomb (1992)	" coordenação de todas as atividades do canal..." (Grifo nosso)
Lummus e Vokurka (1999)	" coordenadas ... todas estas atividades em um processo sem 'costuras'" (Grifo nosso)
Mentzer et al. (2001)	" coordenação sistêmica e estratégica das funções de negócio tradicionais... através das negociações na cadeia de suprimentos..." (Grifo nosso)
Monczka et al. (1998)	"... coordenar e gerenciar fornecimento, fluxo e controle de materiais..." (Grifo nosso)
Stevens (1989)	"... coordenar as necessidades..." (Grifo nosso)
Vakharia (2002)	"... coordenação simultânea da cadeia de suprimentos é crítica..." (Grifo nosso)

Fonte: Adaptado de Fugate, Sahin e Mentzer (2005)

QUADRO 1.2 – Os benefícios da coordenação para o GCS

Autor	Benefícios da Coordenação
Min (2001)	Coordenação da cadeia de suprimentos promove redução do risco, acesso aos recursos e vantagens competitivas.
Porter (1985)	Coordenando com os membros da cadeia de jusante e montante não é um jogo de soma zero; pois diminui os custos de todos os participantes.
Jorgensen e Zaccour (2003)	Tomadas de decisão descoordenadas criam ineficiência a todos os membros do canal, diminuindo significativamente a rentabilidade de cada membro individualmente e coletivamente, podendo ser alcançada através da coordenação
Lee, Padmanabhan e Whang (1997)	Coordenação de preços, transporte, estoque e decisões entre os participantes da cadeia de suprimentos de montante a jusante pode promover redução de estoque em até 25%.
Cachon (2004); Jeuland e Shugan (1983); e McDermott, Franzak e Little (1993)	Quanto maior a coordenação inter-organizacional menor será o custo total e maior será a rentabilidade.

Fonte: Adaptado de Fugate, Sahin e Mentzer (2005)

Fugate, Sahin e Mentzer (2005) ainda destacam que os mecanismos de coordenação atualmente disponíveis apresentam grande potencial para eliminar subotimizações das cadeias de suprimentos. No entanto, estes autores revelam que há desconexão entre aquilo que a pesquisa acadêmica conhece sobre mecanismos de coordenação e o que os praticantes usam e consideram úteis.

A importância de uma coordenação adequada da cadeia de suprimentos é para que todos os envolvidos (elos) no sistema de produção estejam focados e organizados para atingirem os mesmos objetivos de desempenho. Com isso evita-se algumas distorções relacionadas aos pedidos do cliente final a medida que a demanda é avaliada a montante da cadeia produtiva. Estas distorções estão relacionadas a o que, quando e quanto produzir ou emitir as ordens de produção, compra ou serviço em cada elo da cadeia de suprimentos.

A distorção na cadeia de suprimentos relacionada a quanto produzir é conhecida na literatura como *Efeito Forrester*, ou popularmente como *Efeito Chicote*. Esse efeito é o fenômeno da amplificação das ordens de demanda ao longo da cadeia de suprimentos. Assim, é demonstrado como as informações sobre a demanda real são distorcidas em termos de quantidade e variedade ao fluir dentro da cadeia de suprimentos, no sentido dos consumidores finais aos fornecedores. Essas distorções ocorrem quando essas informações são interpretadas, processadas e repassadas ao outro elo da cadeia (SILVA; COLENCI JÚNIOR, 1997). Burbidge¹ apud Towill e Del Vecchio (1994) postulou que, se a demanda por produtos for transmitida ao longo de uma série de estoques, então a variação da demanda aumentará com cada transferência. Em um sistema de previsão de demanda há sempre erros associados, que se propagam, e amplificam-se ao serem transmitidos de empresa a empresa dentro da cadeia de valores, no sentido cliente-fornecedor (montante). A FIGURA 1.1 ilustra o *Efeito Forrester* em uma cadeia de suprimentos genérica.

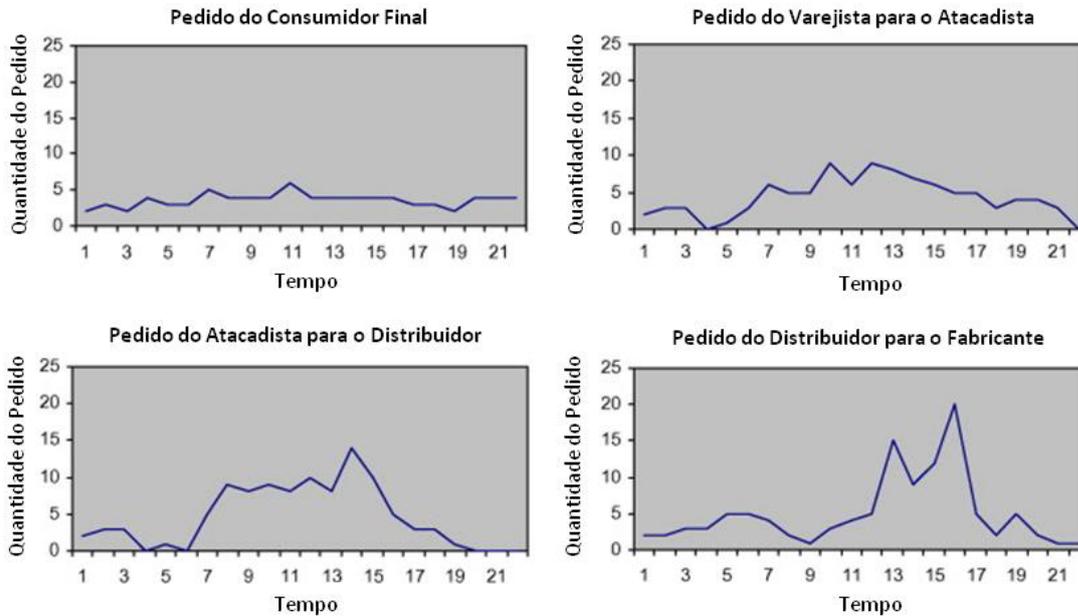
Destaca-se que os principais prejuízos para as organizações envolvidas em uma cadeia na qual o *Efeito Forrester* está amplificado estão relacionados aos custos de criação e manutenção de estoques elevados desnecessários ou da falta de produto, e consequente perda de mercado.

Na tentativa de minimizar tal efeito, diversas práticas de GCS foram desenvolvidas e utilizadas, como por exemplo, *Vendor Managed Inventory* (VMI), *Milk-Run*, *Electronic Data Interchange* (EDI), entre outras. Nos relatos da literatura, verifica-se que

¹ BURBIDGE, J. L. Automated production control with a simulation capability. IN: **Proc. IFIP Conf. WG 5-7**, Copenhagen, 1984.

essas práticas têm contribuído para a coordenação de fluxo de produção na cadeia de suprimentos.

FIGURA 1.1 – Representação do Efeito Forrester em uma cadeia de suprimentos genérica.



Fonte: Lee, Padmanabhan e Whang, 1997.

Problemas relativos à coordenação de fluxo de produção não estão restritos apenas às relações na cadeia de suprimentos entre organizações, pois ocorrem também no interior das plantas industriais no decorrer do processo produtivo. No entanto, quando se trata de problemas neste escopo, verifica-se na literatura uma variedade de práticas para o planejamento, programação e controle da produção, as quais são conhecidas como *Ordering Systems*, traduzidas para a língua portuguesa como Sistemas de Coordenação de Ordens (SCO), sendo elas ordens de produção, de serviços e/ou de compra.

Estes Sistemas de Coordenação de Ordens (SCO), segundo Fernandes e Godinho Filho (2007), podem ser definidos como sistemas que programam ou organizam/explodem as necessidades em termos de componentes e materiais, e/ou controlam a emissão/liberação das ordens de produção, compra e serviços, e/ou programam/sequenciam as tarefas nas máquinas. Dentre tais SCOs, destacam-se os sistemas *kanban*, tambor-pulmão-corda (TPC), *constant work in process* (CONWIP), material requirements planning (MRP), period batch control (PBC), entre outros. Apesar da ampla utilização dos SCO para a coordenação dentro das empresas, observa-se a aplicação restrita destes sistemas para a

coordenação de ordens entre fornecedores e clientes, e na maioria das vezes os mesmos não obtêm desempenho equivalente quando comparados na coordenação de ordens entre máquinas no interior de uma planta. Destaca-se que tal constatação é válida tanto para os sistemas de produção empurrados, como para os sistemas de produção puxados.

Segundo Moreira (2008), os Sistemas de Produção Empurrados são baseados na ideia de que é melhor antecipar as necessidades futuras de produção e preparar-se para elas. Assim, realiza-se a produção antecipadamente de forma a ter o produto no lugar quando a demanda ocorra. Para tanto, os produtos são empurrados por meio do sistema e são estocados em antecipação à demanda.

Para Volmann et al (2006) um Sistema de Produção Puxado existe quando um centro de trabalho é autorizado a produzir apenas quando for sinalizado que existe uma necessidade para mais peças em uma operação a jusante. Implicando em que nenhum centro de trabalho é autorizado a produzir peças apenas para manter os trabalhadores ou equipamentos ocupados. Todos os movimentos e produção são autorizados por um sinal de uma operação a jusante quando ele tem necessidade de materiais. Dentre os benefícios esperados por este tipo de sistema de produção pode-se destacar: redução do tamanho do lote, material em processo limitado, processamento rápido e qualidade garantida. Chase, Jacobs e Aquilano (2006) resumem o mecanismo de funcionamento deste tipo de sistema de produção do seguinte modo: este processo é ativado apenas em resposta a um pedido real, mantendo no mínimo tanto o estoque de produto em processo (*work-in-process* – WIP) e quanto o de produtos acabados.

Destaca-se que o foco deste trabalho é exclusivamente nos sistemas de produção puxados. Tal delimitação justifica-se por tais ambientes demandarem soluções responsivas, ou seja, que demandam flexibilidade em termos de mix, e de modo especial velocidade e pontualidade (FERNANDES e GODINHO FILHO, 2005), e conseqüentemente melhor coordenação. Para tanto, faz-se necessário o uso de SCOs com lógica puxada, ou seja, aqueles que mantêm o nível de WIP constante, contribuindo para a redução de *lead time*, ou que acompanham a demanda de acordo com sua variação.

A partir do exposto, pode-se considerar que tanto as práticas utilizadas na GCS, como os SCOs auxiliam na coordenação de fluxo de produção na cadeia de suprimentos, permitindo a elaboração da seguinte proposição:

Proposição: O uso combinado de práticas utilizadas na GCS com SCOs puxados propicia melhor coordenação de fluxo de produção (materiais e informação) em cadeias de suprimentos.

Destaca-se que não foram encontrados na literatura relatos de estudos que relacionem/apliquem ambos para a coordenação de fluxo de produção na gestão cadeia de suprimentos no âmbito de sistemas de produção puxados, verificando-se uma lacuna teórica a ser explorada.

1.2 Objetivos do trabalho

Neste sentido, esta tese de doutorado tem como objetivo geral propor o uso combinado de sistemas de coordenação de ordens e práticas utilizadas na GCS para coordenação fluxo de produção (materiais e informações) no âmbito da Cadeia de Suprimentos.

Como objetivos específicos, têm-se:

- a) compreender o significado de Coordenação de Fluxo de Produção para a GCS;
- b) identificar as práticas existentes na literatura que auxiliam a coordenação do fluxo de produção na cadeia de suprimentos (no âmbito da GCS e dos SCOs puxados);
- c) avaliar a contribuição de cada prática e cada SCO descritos na literatura para a coordenação do fluxo na cadeia de suprimentos em sistemas de produção puxados;
- d) elaborar um modelo conceitual de tomada de decisão para o uso combinado de SCO puxado e práticas utilizadas na GCS para melhoria na coordenação do fluxo de produção;
- e) desenvolver propostas, através do uso combinado de SCOs puxados e práticas utilizadas na GCS, para um caso ilustrativo e avalia-las de modo qualitativo e quantitativo.

1.3 Procedimentos Metodológicos

Para realização desta pesquisa, o método empregado foi do tipo teórico-empírico. Quanto aos aspectos teóricos, utiliza-se como delineamento a pesquisa

bibliográfica. Segundo Lakatos e Marconi (1985), trata-se do levantamento da bibliografia já publicada que tenha relação com o tema em estudo. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com aquilo que foi escrito sobre determinado assunto. A pesquisa bibliográfica tem como principal vantagem permitir ao pesquisador a cobertura de uma gama de fenômenos mais ampla em relação àquela que poderia pesquisar diretamente (GIL, 2009).

Quanto aos aspectos empíricos, este tipo de pesquisa tem a característica de buscar informações verificadas na realidade, por meio de uma amostragem determinada, tendo como referência uma fundamentação teórica que serve de suporte para análise dos dados obtidos. Tal fundamentação teórica fornece elementos suficientes para a interpretação adequada dos fenômenos (BONAT, 2009).

Desta forma, de modo operacional, foram realizadas as atividades descritas a seguir. Inicialmente realizou-se uma pesquisa exploratória sobre a questão de pesquisa, ou seja, práticas utilizadas para a coordenação de fluxo de produção na cadeia de suprimentos no âmbito de sistemas de produção puxados, e verificado o estado da unidade de análise. Por meio desta pesquisa exploratória constatou-se a necessidade do desenvolvimento e uso de práticas que contribuíssem para melhor coordenação do fluxo de produção em tais ambientes. Foi identificado o uso de eficientes práticas no tocante a coordenação de fluxo de produção entre as operações de uma empresa individual (com uso escasso nas operações entre empresas), os SCOs, e o uso de práticas de gestão da cadeia de suprimentos que contribuem, mas não são suficientes, para a coordenação de fluxo de produção em cadeias de suprimentos. A partir da pesquisa exploratória realizada, foi delimitada a unidade de análise, sendo a coordenação do fluxo de produção em cadeias de suprimentos no âmbito de sistemas responsivos.

Como segunda atividade, foi realizada uma pesquisa aprofundada das teorias que são aplicadas a tal unidade de análise. A revisão bibliográfica sobre dois temas principais:

- a) gestão da cadeia de suprimentos (mais especificamente a coordenação de fluxo na GCS);
- b) planejamento e controle da produção no âmbito da gestão da cadeia de suprimentos (mais especificamente o uso de SCOs na cadeia de suprimentos).

Para o item (a), foram revisados os seguintes temas: gestão da cadeia de suprimentos, coordenação na cadeia de suprimentos, coordenação de fluxo de produção (materiais e informações) na cadeia de suprimentos, processo de gestão de fluxo de manufatura (*manufacturing flow management process* – MFMP) na GCS e práticas de GCS que buscam realizar a coordenação na cadeia. Quanto ao item (b), a revisão teórica abordou os

temas: sistemas de planejamento e controle da produção (PCP), funções e hierarquia do PCP, o uso do PCP com o foco na GCS, SCO (de modo especial os SCOs que funcionam com lógica puxada, para atendimento aos sistemas de produção que demandam responsividade) e o uso desses SCOs na cadeia de suprimentos.

Destaca-se que toda revisão bibliográfica foi realizada por meio do uso de conhecimentos consolidados publicados em livros (de modo especial os clássicos da área), bem como nas publicações científicas mais recentes em periódicos e anais de eventos nacionais e internacionais, publicações em revistas e anais de eventos profissionais, além de teses e dissertações.

Por meio da revisão bibliográfica realizada, elaborou-se a proposição desta tese e delimitou-se os objetivos da mesma, para posterior comprovação (ou não) através dos métodos utilizados.

A partir do estudo das teorias aplicadas à unidade de análise em questão, foram realizadas as seguintes análises conceituais: o significado de coordenação de fluxo de produção para a gestão da cadeia de suprimentos nesta tese (na qual se utilizou como referencial o MFMP) através da identificação das atividades de cada subprocesso; análise da contribuição de cada grupo de práticas de GCS para a coordenação de fluxo de produção utilizando como referência as atividades do MFMP; análise do uso de SCOs de modo estendido na coordenação de fluxo de produção em operações diferentes empresas em uma mesma cadeia de suprimentos; elaboração de um modelo conceitual de tomada de decisão para o uso combinado de práticas de GCS e SCOs em cadeias de suprimentos puxadas.

Nestas análises conceituais foram desenvolvidos critérios de avaliação para cada análise. Para a análise da contribuição de cada grupo de práticas de GCS para a coordenação de fluxo de produção foram realizadas: descrição detalhada dos subprocessos do MFMP, análise detalhada das atividades das práticas de GCS utilizadas para a coordenação, e correlação entre as atividades e os subprocessos, destacando quais práticas contribuem como o mecanismo de funcionamento de cada subprocesso, ou como *inputs* dos mesmos. Para tal avaliação, fez-se uso do QUADRO 1.3, em que são marcados com X se o conjunto de práticas contribui de modo fundamental para a realização das atividades do subprocesso em questão. Caso o conjunto de práticas não contribua ou contribua de modo superficial para cada subprocesso, as células não são marcadas.

QUADRO 1.3 – Tabela de avaliação das práticas de GCS em relação aos subprocessos do MFMP.

Prática de GCS	SUBPROCESSOS DO MFMP								
	SUBPROCESSOS ESTRATÉGICOS (SPE)					SUBPROCESSOS OPERACIONAIS (SPO)			
	SPE1	SPE2	SPE3	SPE4	SPE5	SPO1	SPO2	SPO3	SPO4

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto aos SCOs, focou-se naqueles que funcionam com a lógica de puxar a produção. Os mesmos foram avaliados por meio dos relatos na literatura (casos empíricos ou teóricos) em relação ao seu uso (ou potencial uso) como sistema de coordenação de fluxo na cadeia de suprimentos.

Por meio das avaliações realizadas, foi possível identificar como cada mecanismo de coordenação existente na literatura contribui para a coordenação de fluxo de produção na cadeia de suprimentos, e baseado nestas informações, elaborar um modelo conceitual de tomada de decisão para a escolha combinada de práticas de GCS e SCOs puxados para a coordenação do fluxo de produção de cadeias de suprimentos. O modelo conceitual de avaliação foi elaborado tendo por base as características em que, segundo a literatura, são mais adequados o uso das práticas utilizadas na GCS e dos SCOs puxados.

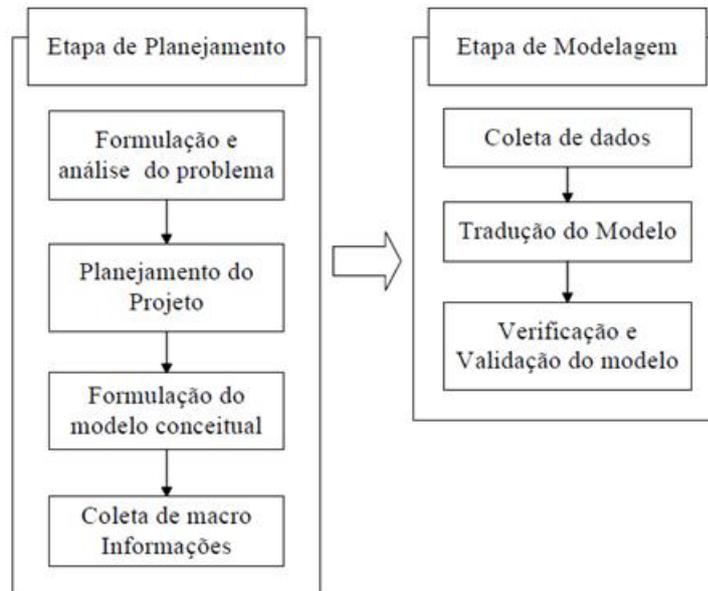
Com o modelo conceitual desenvolvido, buscou-se avaliar a efetividade do mesmo, por meio do uso do modelo em um caso real de cadeia de suprimentos. Os testes foram realizados em uma cadeia de suprimentos do setor automobilístico, em que a montadora localiza-se fora da região da grande São Paulo, em relações imediatas de fornecimento em que se buscava a melhor coordenação ao puxar a produção.

Para a realização do estudo empírico foi feito o diagnóstico e a avaliação das práticas utilizadas em cada relação para coordenação de fluxo de produção, antes da introdução das propostas. Em seguida, aplicou-se o modelo conceitual para a escolha da combinação mais adequada. Posteriormente, foram analisadas as potenciais melhorias na coordenação do fluxo de produção da cadeia de suprimentos, caso as propostas fossem implementadas.

Ressalta-se que a análise foi realizada através de simulação. Segundo Harrel et al (2000), simulação é a imitação de um sistema real modelado em computador para avaliação e melhoria de sua performance, ou seja, consiste em se criar, em ambiente computacional e controlado, uma representação de um sistema real desejado (modelo) e posteriormente expor o mesmo em diversos cenários. Para tanto foi utilizado o *software* PROMODEL[®] versão

Student. A simulação foi realizada baseada nas etapas propostas por Freitas Filho (2001) apresentadas na FIGURA 1.2.

FIGURA 1.2 – Etapas de um processo de simulação.



Fonte: Adaptado de Freitas Filho (2001).

Na Etapa de Planejamento foi realizada a formulação e análise do problema (no caso a necessidade de maior coordenação do fluxo de produção na cadeia de suprimentos em dois relacionamentos), o planejamento do projeto (a definição do método e a verificação dos recursos a serem utilizados na simulação), a formulação do modelo conceitual (em que foram esboçadas graficamente as variáveis e interações lógicas que constituem o sistema das duas propostas simuladas) e coleta de macro-informações (na qual por meio de entrevistas com os gestores da montadora em estudo, foram apresentadas as informações da dinâmica de relacionamento da mesma com os fornecedores, definido as relações em que o modelo conceitual seria aplicado e identificadas as entradas e saídas mais relevantes).

Na Etapa de Modelagem foi realizada a coleta de dados (neste momento de forma minuciosa para que o modelo tivesse grande proximidade com a realidade), a tradução do modelo (nesta etapa as informações coletadas foram codificadas para a linguagem de simulação do *software* PROMODEL) e, por fim, a verificação e validação do modelo (em que verificou-se se o modelo não tem erros de programação e lógica, e se o modelo gera informações que satisfazem aos objetivos estabelecidos no estudo e se tais informações são confiáveis).

Após avaliar as propostas elaboradas, foram realizadas considerações quanto à validade da hipótese e do modelo conceitual elaborado, as devidas generalizações (justificadas), as avaliações dos limites da pesquisa realizada e a indicação de possíveis pesquisas futuras a partir desta.

1.4 Estrutura da Tese

No sentido de contribuir para a melhor compreensão dos resultados desta pesquisa, bem como no processo de elaboração do conhecimento, esta tese de doutorado está organizada em sete capítulos.

No capítulo 1 é apresentada a introdução, com uma contextualização do tema, apresentação da justificativa, problema de pesquisa, objetivos, procedimentos metodológicos e a estrutura da tese.

No segundo capítulo, inicialmente é apresentado como o termo coordenação é entendido pelos pesquisadores da área GCS, e posteriormente é apresentado como é o entendimento de coordenação para esta tese. Em seguida, é apresentada e analisada a robustez do referencial teórico do Processo de Gestão do Fluxo de Manufatura (MFMP) para coordenação do fluxo no âmbito da cadeia de suprimentos.

No capítulo 3 é apresentada uma análise conceitual das práticas (ferramentas, técnicas e/ou metodologias) de coordenação de fluxo na GCS sob a ótica do MFMP. Desta forma, é realizado um referencial teórico acerca das principais práticas de GCS e uma análise de aderência aos subprocessos do MFMP.

No quarto capítulo, o foco é o Planejamento e Controle da Produção (PCP) em Cadeias de Suprimentos. Para tanto, é realizada uma descrição sobre as funções e práticas do PCP convencional, e verificação conceitual da utilização do PCP na Cadeia de Suprimentos. Posteriormente, é feito um estudo detalhado acerca dos SCOs que possuem características de puxar a produção, bem como uma análise conceitual das potenciais contribuições do uso de SCOs para a coordenação na GCS, além da verificação de trabalhos científicos desta natureza.

No capítulo 5 é apresentado o modelo conceitual de tomada de decisão para escolha de uso combinado de práticas de GCS e SCOs puxados para a coordenação do fluxo de produção na cadeia de suprimentos. Para tanto, é apresentado inicialmente os elementos utilizados para a construção do modelo, em seguida o modelo, e por fim, algumas considerações sobre o modelo.

O sexto capítulo apresenta inicialmente um relato sobre a situação atual da cadeia de suprimentos estudada; posteriormente, a partir da apresentação e análise via o modelo conceitual elaborado, são desenvolvidas e simuladas propostas de uso combinado de práticas de GCS com SCOs puxados para a coordenação de fluxos de produção em relacionamentos de fornecimento imediato. Para avaliação qualitativa, as propostas são avaliadas via o MFMP e para avaliação quantitativa são utilizados indicadores de desempenho.

Por fim, no último capítulo são apresentadas as considerações finais do trabalho, expondo as conclusões, limitações do estudo e proposições de trabalhos futuros.

2 COORDENAÇÃO DE FLUXO DE PRODUÇÃO NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Neste capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica acerca do tema Gestão da Cadeia de Suprimentos. O objetivo geral deste foi analisar o estado da arte dos conceitos de relativos à gestão da cadeia de suprimentos e sobre coordenação de fluxo de produção na cadeia de suprimentos.

Para tanto, a Seção 2.1 aborda o arcabouço teórico relativo à Cadeia de Suprimentos e Gestão da Cadeia de Suprimentos; na Seção 2.2 é apresentada uma revisão teórica sobre Coordenação no âmbito da Gestão Cadeia de Suprimentos; e na Seção 2.3 é abordado o modelo pela qual a análise das propostas a serem elaboradas de coordenação de fluxo de produção na cadeia de suprimentos é realizada, o Processo de Gestão do Fluxo de Manufatura (*Manufacturing Flow Management Process – MFMP*).

2.1 Definindo Gestão da Cadeia de Suprimentos

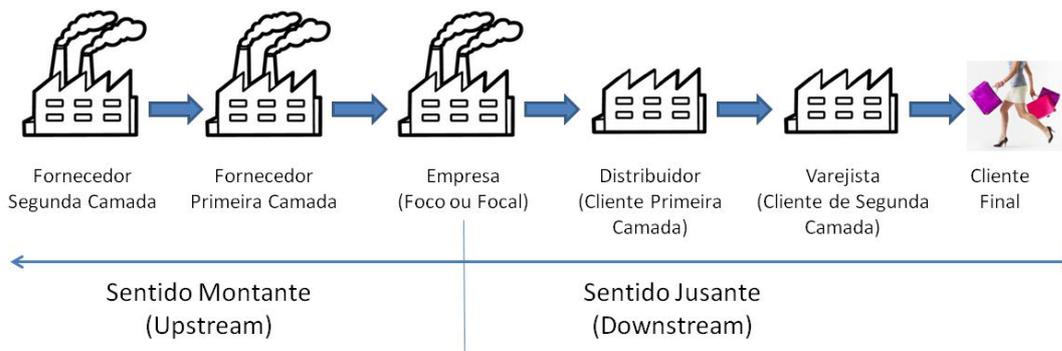
Antes de iniciar o debate propriamente dito sobre coordenação na GCS, faz-se necessário definir o conceito de *Supply Chain*, traduzido para a língua portuguesa como Cadeia de Suprimentos. Na busca da consolidação de uma definição única para o termo, Mentzer et al (2001) realizaram uma vasta revisão bibliográfica sobre as principais definições. A partir deste estudo verificaram que este conceito apresenta certo grau de hegemonia entre os pesquisadores da área. Como resultado, definiram cadeia de suprimentos como um agrupamento de três ou mais entidades (organizações ou indivíduos) diretamente envolvidos de montante a jusante nos fluxos de produtos, serviços, finanças e/ou informação para atendimento ao cliente.

A definição que é utilizada nesta tese é a proposta por Pires (2009, p.30) de que cadeia de suprimentos “é uma rede de companhias autônomas, ou semi-autônomas, que são efetivamente responsáveis pela obtenção, produção e liberação de um determinado produto e/ou serviço ao cliente final”. A FIGURA 2.1 esquematiza tal definição.

No entanto, quando analisadas as definições de GCS verifica-se que não há um consenso como a definição de cadeia de suprimentos. Um dos possíveis motivos é pelo

recente uso do conceito, utilizado apenas a partir do final da década de 1980. No entanto, constantemente é percebida confusão deste com o conceito de Logística.

FIGURA 2.1 – Representação da definição de Cadeia de Suprimentos



Fonte: Adaptado de Pires (2009).

De acordo com *Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP)* a GCS engloba o planejamento e o gerenciamento de todas as atividades envolvidas no abastecimento, vendas, transformação, e todas as atividades da gestão logística. Também inclui a coordenação e a colaboração com os demais elos da cadeia de produtivo, podendo ser fornecedores, intermediários, prestadores de serviços e consumidores. Em essência, a GCS integra a gestão de fornecimento e da demanda entre e através das empresas de uma cadeia produtiva (CSCMP, 2012).

Já o conceito de Logística apresentado por este mesmo conselho é o de que se trata da parte da GCS que realiza o processo de planejamento, implementação e controle eficiente e eficaz dos fluxos direto e reverso, da estocagem de produtos, dos serviços e das informações relacionadas do ponto de origem e do ponto de consumo do pedido, a fim de atender as exigências dos clientes (CSCMP, 2012).

Além destas definições, na literatura internacional são encontradas diversas outras para GCS. Mentzer et al (2001) realizaram um estudo das principais, mais utilizadas e mais bem aceitas definições de GCS elaboradas até 2001, buscando uma consolidação do conceito. A partir deste estudo definem GCS como: coordenação sistêmica e estratégica das funções e táticas de negócios tradicionais através de negociações entre as áreas funcionais dentro de uma empresa particular e através de negociações na cadeia de suprimentos. A GCS

tem como objetivo melhorar o desempenho em longo prazo de uma empresa individual, bem como de uma cadeia como um todo.

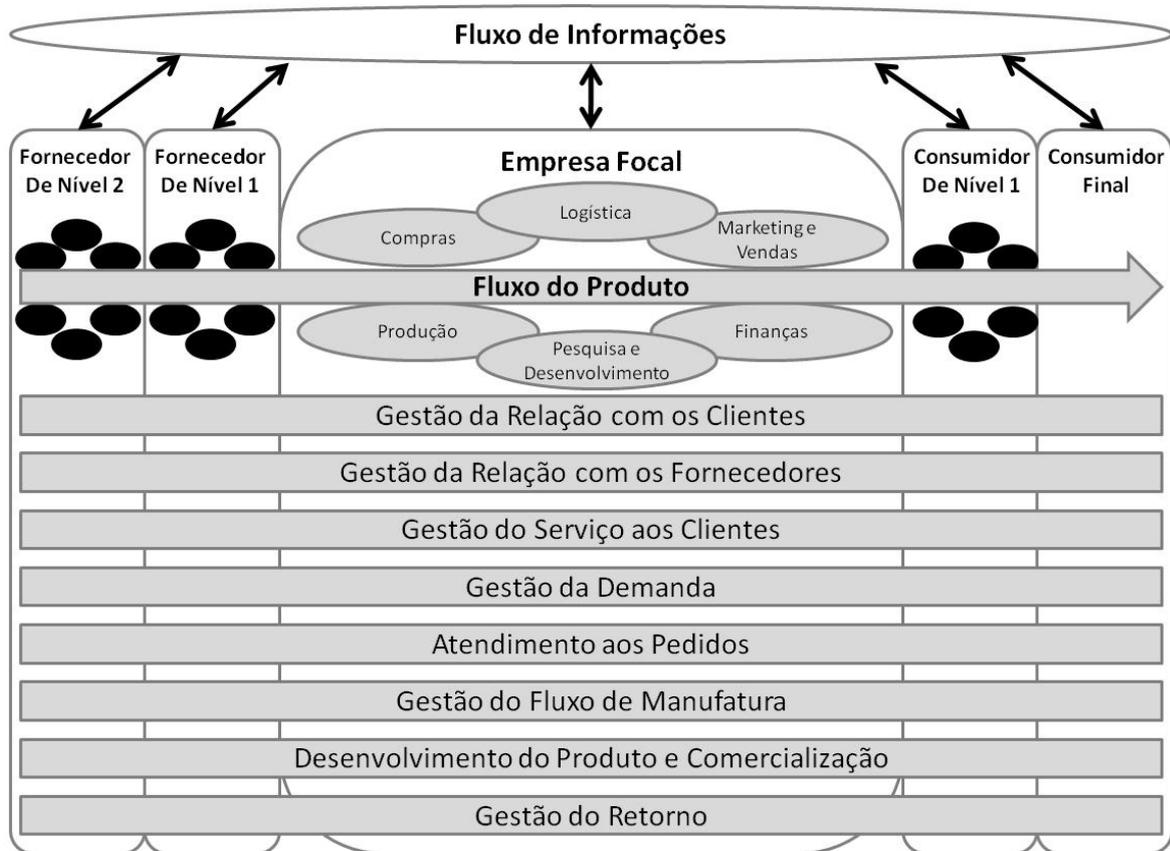
Também como resultado deste estudo, classificaram as definições de GCS em três categorias: como filosofia de gestão, como agrupamento de atividades para a implementação da filosofia de gestão, e como agrupamento de processos de gestão.

Quanto à última categoria, os autores classificam algumas definições que tratam a GCS como processos de gestão. Estes autores afirmam que para implementar com sucesso GCS, todas as empresas, dentro de uma cadeia de suprimentos devem superar os seus próprios “silos” funcionais e adotar uma abordagem de processo (LAMBERT; STOCK; ELLRAM, 1998). Assim todas as funções dentro de uma cadeia de suprimentos são reorganizadas como processos-chave. A diferença fundamental entre as abordagens das funções tradicionais e a de processos é que o foco de cada processo está na satisfação das necessidades do cliente e que a empresa está organizada em torno dele.

Para tanto, Mentzer et. al. (2001) vislumbram a necessidade de mudança do escopo na GCS, havendo um escopo funcional (referindo à como funções de negócios tradicionais são incluídas/excluídas na implementação da GCS e seus processos) e um escopo organizacional (referindo à quais estilos de relacionamento inter-empresas são relevantes na participação das empresas na implementação da GCS e seus processos).

Neste sentido, a definição de GCS utilizada nesta tese é a de Lambert (2004), que a define como a integração de processos-chave de negócio do ponto de consumo até o ponto de origem, fornecendo produtos, serviços e informações que agregam valor para os consumidores e outros *stakeholders*.

Para tanto, Lambert (2004) descreve oito processos essenciais para a GCS, apresentados na FIGURA 2.4. São eles: Gestão da Relação com os Clientes (*Customer Relationship Management – CRM*), Gestão da Relação com os Fornecedores (*Supplier Relationship Management – SRM*), Gestão do Serviço aos Clientes (*Customer Service Management – CSM*), Gestão da Demanda (*Demand Management – DM*), Atendimento aos Pedidos (*Order Fulfillment – OF*), Gestão do Fluxo de Manufatura (*Manufacturing Flow Management – MFM*), Desenvolvimento de Produtos e Comercialização (*Product Development and Commercialization – PD&C*) e Gestão do Retorno (*Returns Management – RM*).

FIGURA 2.2 – *Supply Chain Management*: integrando e gerindo processos através da cadeia de suprimentos

Fonte: Adaptado de Lambert (2008).

Al-Mudimigha, Zairib e Ahmed (2004) ressaltam que o primeiro passo para uma cadeia de suprimentos eficiente é desenvolver a eficiência de sistemas internos diferentes e processos responsáveis por gerenciar e coordenar as interações na cadeia de valor. No entendimento dos autores, a cadeia de valor consiste na cadeia de suprimentos compostas pelas organizações que mais agregam valor ao produto.

Como destacado no parágrafo anterior e nas diversas definições de GCS (apresentados no QUADRO 1.1), um dos elementos centrais é a coordenação. Para tanto, a Seção 2.1 apresenta como o termo coordenação é tratado no âmbito da GCS.

2.2 Compreendendo o significado de coordenação no âmbito da gestão da cadeia de suprimentos

Nas diversas publicações relacionadas à GCS o termo coordenação é utilizado frequentemente. Assim, há a necessidade da compreensão do mesmo e a delimitação quanto ao aspecto da coordenação na GCS que é o tema de interesse nesta tese.

Lejeune e Yakova (2005) caracterizam a configuração da cadeia de suprimentos analisando quatro variáveis, chamadas de 4 C's, a saber: comunicação, coordenação, colaboração e cooperação. Para os autores a configuração coordenada é caracterizada pela profunda dependência entre os membros da cadeia e está relacionada com autoridade exercida por cada um. Os autores afirmam que a cadeia de suprimentos coordenada pode ser vista como uma hierarquia de entidades na cadeia de suprimentos, a qual é capitaneada ou dominada por um líder da cadeia de suprimentos. Esta é uma relação autoritária, na qual a entidade dominante possui maior poder de negociação e transpõe seu poder coercivo, e impõe suas visões e objetivos nas outras entidades da cadeia. Neste caso a reciprocidade na coordenação é muito fraca e o processo de tomada de decisão pode ser considerado míope e assimétrico.

Por outro lado, os autores afirmam que a confiança na cadeia de suprimentos coordenada é estabelecida por meio da continuidade do relacionamento e confiabilidade que este transmite. No entanto, existe uma falta de confiança pela entidade dominante, uma vez que esta fornece especificações de desempenho precisas para os seus parceiros e verifica se essas especificações estão sendo cumpridas. Nesta relação o fluxo de informação é operado baseado na cadeia de suprimentos amplificada, na qual há inúmeras transações e trocas de produtos, bem como de dados relacionados ao processo. Os autores ressaltam que a congruência dos objetivos é moderada. Embora os objetivos da entidade dominante sejam impostos aos seus pares (o que pode dar a impressão de que a congruência objetivo ser fraca), as entidades dominadas são dependentes de tal forma que elas são forçadas a realmente modificar os seus próprios objetivos para coincidir com os da entidade dominante, aumentando o nível de congruência na cadeia de suprimentos.

Para tanto, a governança atua como elemento que rege o relacionamento entre empresas e mecanismos institucionais, os quais resultam na coordenação extramercado das atividades de uma cadeia. Nesse sentido, a coordenação ocorre quando se identifica a

presença de uma instituição líder (interna à cadeia ou agente externo) a qual determina os padrões que devem ser seguidos e atingidos por todas as outras organizações.

Os resultados de uma revisão da literatura realizada por Chen, Daugherty e Roath (2009) indicam que o conceito de coordenação é frequentemente equiparado com os conceitos de colaboração e integração. Em todos estes conceitos verificam-se as seguintes características:

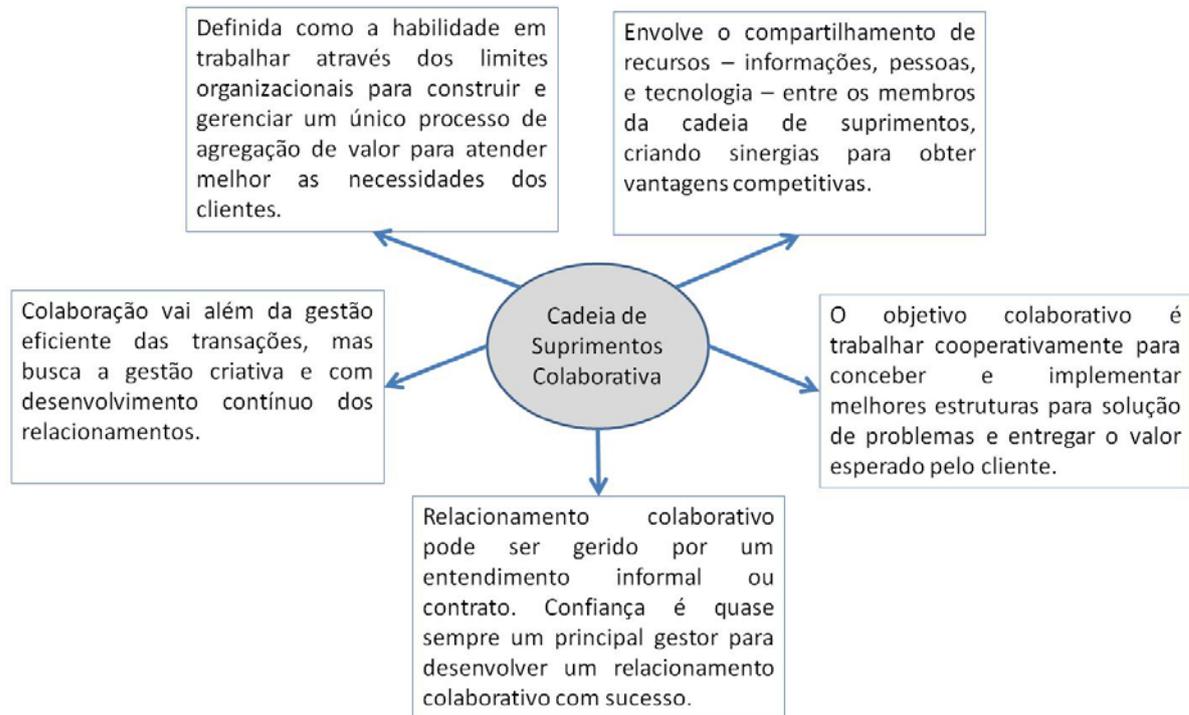
- a) visão envolvendo interações funcionais cruzadas ou interdepartamentais;
- b) idealmente as interações resultam em fortes relacionamentos internos à empresa e externamente com outras organizações;
- c) as interações frequentemente são caracterizadas por uma coordenação, cooperação e/ou colaboração, como forma dos diferentes grupos poderem concentrar esforços em conjunto para alcançar objetivos;
- d) as interações integradoras também são comumente apoiadas pelo compartilhamento de informação e comunicação aberta.

Fawcett, Magnan e McCarter (2008) apresentam uma definição de colaboração para a GCS, chamado de *Supply Chain Collaboration* (Cadeia de Suprimentos Colaborativa), na qual definem o conceito (apresentado na FIGURA 2.3), e destacam três estágios para a implementação da mesma: 1) Criar Confiança e Entendimento; 2) Remover Forças de Resistência em relação à colaboração; 3) Desenvolver Continuamente a Capacidade Colaborativa. No entanto, tais autores apontam como principais barreiras para a colaboração a natureza da colaboração entre as empresas, a cultura organizacional, os conflitos intensos, as medidas inconsistentes, e o compartilhamento inadequado de informações.

Ainda estes autores realizaram um levantamento bibliográfico de 1998 a 2008 na qual organizaram as seguintes práticas e/ou requisitos para a implementação da Cadeia de Suprimentos Colaborativa. Algumas dessas práticas são apresentadas no Capítulo 3.

A partir de uma revisão teórica sobre a utilização dos conceitos de Colaboração, Integração e Coordenação na cadeia de suprimentos, Frauzino, Peixoto e Severino (2010) apresentam uma compreensão distinta entre esses conceitos, definindo-os do seguinte modo:

FIGURA 2.3 – Modelo de Cadeia de Suprimentos Colaborativa



Fonte: Elaborado pelo autor

- a) Colaboração na cadeia de suprimentos é o processo em que as empresas atingem certo nível de confiança de tal forma que a interação entre elas passa a ser contínua, trocando informações pertinentes à concretização dos objetivos das mesmas, bem como o desenvolvimento de atividades de modo conjunto, compartilhando benefícios e riscos;
- b) A integração na Cadeia de Suprimentos acontece quando as empresas envolvidas passam a estar interligadas entre si, trabalhando sempre em conjunto, com os mesmos objetivos: produzir e distribuir bens e serviços de acordo com as necessidades do consumidor final. Neste caso as atividades e os processos operacionais e de negócios são realizados de modo integrado, não sendo possível um membro desenvolver estas atividades e/ou processos sem a participação dos demais membros;
- c) Coordenação na cadeia de suprimentos pode ser definida como mecanismos desenvolvidos nas organizações que permitem planejar e controlar (de modo conjunto entre os membros) o fluxo de materiais, informações e decisões através da cadeia de suprimentos, que sejam capazes de eliminar conflitos de formas diferenciadas de gestão e comunicação entre os membros, de modo a permitir eficiência operacional em

termos dos recursos de produção e movimentação para atingir melhores desempenhos em termos de custo e *lead time*, e entrega de valor ao cliente final através da cadeia.

Com o objetivo de desenvolver uma compreensão profunda das percepções gerenciais de mecanismos de coordenação da cadeia de suprimentos e utilizar este conhecimento para desenvolver uma forte proposição teórica Fugate, Sahin e Mentzer (2005) consideram os mecanismos de coordenação na GCS em três tipos: preço, não-preço e de fluxo, como pode ser verificado na FIGURA 2.4.

FIGURA 2.4 – Mecanismos de coordenação no GCS



Fonte: Adaptado de Fugate, Sahin e Mentzer (2005).

a) Mecanismo de Coordenação por Preço

Dentre os mecanismos de coordenação por preço destacam-se:

- Descontos por quantidades: em que são oferecidos descontos de quantidade para incentivar o varejista a aumentar a quantidade de reabastecimento e eliminar o sub-sistema de otimização;

- Tarifa em duas partes: um fornecedor oferece ao comprador uma unidade constante de preços no atacado e uma taxa fixa, em que o comprador escolhe a quantidade do pedido com base na estrutura de custos internos, o preço por atacado, e a taxa fixa oferecidos no contrato;
- Consignação e Políticas de Retorno: o contrato de recompra permite que um varejista possa retornar qualquer parte do pedido inicial a um preço pré-especificado coordenando as decisões de preços e quantidade de produtos de vida útil curta e de demanda sazonal.

b) Mecanismo de Coordenação por Não-Preço

Dentre os mecanismos de coordenação por não-preço destacam-se contratos de flexibilidade na quantidade, regras de atribuição, subsídios de promoção, publicidade cooperativa, e de acordos de exclusividade ou territórios.

- Flexibilidade da Quantidade: permite ao comprador obter uma quantidade diferente da estimativa anterior. Estas quantidades podem ser estabelecidas em diferentes formas, tais como contratos de compra mínima, acordos de segurança que permitem que um comprador possa comprar uma quantidade maior (mas limitada quantidade) do que a sua quantidade do pedido inicial ou contratos que estabelecem condições especiais, em que o comprador precisa adquirir uma quantidade mínima, o fornecedor tem de entregar até uma certa quantidade que a demanda exceder a previsão.

- Regras de Atribuição: fornecedores se deparam frequentemente com excesso de demanda dos varejistas que não pode entregar os seus níveis, com capacidade atual. Nesses casos, o fornecedor estabelece regras para a atribuição das capacidades limitadas entre os varejistas. Os varejistas, ao perceber a escassez de capacidade, distorcem as suas encomendas em antecipação de obter as respectivas quantidades de ordem desejada. Uma variedade de regras de atribuição tem sido investigada para mitigar o impacto contraditório da distorção da procura como resultado da falta de capacidade.

c) Mecanismo de Coordenação do Fluxo

Mecanismos de coordenação do fluxo são projetados para gerenciar produtos e fluxos de informação nas cadeias de suprimentos. Sahin e Robinson (2002) fornecem uma extensa revisão da literatura sobre a coordenação do fluxo de produtos e compartilhamento de

informações nas cadeias de suprimentos, classificando a literatura com base no grau de partilha de informação e coordenação.

Dentre algumas das iniciativas utilizadas para coordenar fluxos de produtos e informação pode-se citar *Vendor Managed Inventory* (VMI), *Quick Response* (QR), *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment* (CPFR), *Efficient Consumer Response* (ECR) e *Postponement*. Estas e outras iniciativas estão detalhadas no Capítulo 3.

Fugate, Sahin e Mentzer (2005) apresentam como resultados da pesquisa as seguintes afirmações: a) Gestores preferem mecanismos de coordenação de fluxo ao invés de mecanismos de preço e/ou não-preço; b) SCO e orientação para o aprendizado são importantes para a implantação de mecanismos de coordenação de fluxos; c) Tecnologia, capital e volume não são pré-requisitos para os mecanismos de coordenação de fluxo.

Para realização de estudos de práticas de coordenação de fluxo na cadeia de suprimentos, como é o caso deste, é necessário um arcabouço teórico consistente como referencial para identificar a contribuição das práticas de GCS e dos SCO na cadeia de suprimentos. A partir da revisão da literatura sobre coordenação de fluxo na cadeia de suprimentos, o modelo que se demonstrou mais completo e aderente a proposta deste estudo foi a abordagem apresentada por Goldsby e García-Dastugue (2003) e Lambert (2004, 2008), o *Manufacturing Flow Management Process* (MFMP), traduzido para a língua portuguesa como Processo de Gestão do Fluxo de Manufatura, que é tratado na Seção 2.3.

2.3 Processo de Gestão do Fluxo de Manufatura (*Manufacturing Flow Management Process* - MFMP)

Como mencionado anteriormente, Lambert (2004) define GCS como a integração de processos-chave de negócio, e apresenta oito processos essenciais para tal gestão (FIGURA 2.4), sendo eles: Gestão da Relação com os Clientes, Gestão da Relação com os Fornecedores, Gestão do Serviço aos Clientes, Gestão da Demanda, Atendimento aos Pedidos, Gestão do Fluxo de Manufatura, Desenvolvimento de Produtos e Comercialização e Gestão do Retorno.

Destaca-se que todos os oito processos, cada um com sua especificidade, contribuem para maior coordenação da cadeia de suprimentos. No entanto, o processo que

mais contribui para a coordenação do fluxo de produção é o *Manufacturing Flow Management Process* (MFMP) ou Processo de Gestão do Fluxo de Manufatura.

Goldsby e García-Dastugue (2003) conceituam MFMP como o processo que inclui todas as atividades necessárias para obter, implementar e gerenciar a flexibilidade de produção na cadeia de suprimentos e mover os produtos por meio das plantas integrantes da cadeia de suprimentos. Para os autores flexibilidade de produção reflete a habilidade para fazer uma variedade de produtos em um tempo gerenciável ao menor custo e responder às mudanças da demanda. Assim, o MFMP lida com o estabelecimento da flexibilidade da produção necessária para atender mercados alvo, e seus objetivos de qualidade e custo.

Para Vieira e Lustosa (2001) o MFMP busca sincronizar o fluxo de produção, balanceando a capacidade das várias fontes e gerenciando os gargalos existentes. Portanto esse processo deve ser flexível e deve responder às necessidades do mercado.

Simon e Pires (2003) afirmam que este processo está relacionado com fazer os produtos que os clientes querem. Isso significa que os processos de manufatura precisam ser mais flexíveis para responder às mudanças de mercado, e é necessário um esforço para ter o mix correto de produtos. Destacam ainda que é essencial ter flexibilidade para realizar mudanças rápidas para acomodar a customização em massa. Para eles os produtos devem ser processados *just-in-time*.

Nesta mesma linha Wisner, Tan e Leong (2009) definem o MFMP como o conjunto de atividades responsável pela colocação do produto atual, instituindo a flexibilidade da produção como necessária para atendimento adequado dos mercados e para projetar sistemas de produção para atender aos requisitos de tempo de ciclo. Os autores complementam afirmando que para serem eficazes, as atividades do MFMP devem ser interligadas com os processos de Gestão da Demanda e de CRM, utilizando os requisitos do cliente como *inputs* para o MFMP. Assim, a cadeia de suprimentos e o MFMP devem mudar para manter a competitividade da empresa, a medida que os clientes e suas necessidades mudam. Por outro lado, as características do fluxo de manufatura também afetam os requisitos de fornecedor. A importância de um sistema adequado de planejamento de materiais deve ser evidenciada, bem como a tradução dos requisitos do cliente em capacidades e requisitos de produção e de fornecimento. Além disso, um bom conjunto de indicadores de desempenho deve ser utilizado. Desta forma, os requisitos de flexibilidade e resposta rápida possibilitam

muitos resultados na cadeia de suprimentos pelo uso das empresas de sistemas enxutos, a fim de continuar a satisfazer os requisitos do cliente.

Por outro lado, as características do fluxo de manufatura também afetam os requisitos de fornecedor. Por exemplo, a fabricação de tamanho de lotes menores e em tempos reduzidos permite que as entregas dos fornecedores sejam realizadas em lotes menores e mais frequentes, tendo por consequência mudanças nas interações e relações com fornecedores. A importância de um sistema adequado de planejamento de materiais deve ser evidenciada, bem como a tradução dos requisitos do cliente em capacidades e requisitos de produção e de fornecimento. Tal como acontece com outros processos, um bom conjunto de indicadores de desempenho deve também ser utilizado para controlar a capacidade do processo de fluxo de manufatura para satisfazer a demanda (WISNER; TAN; LEONG, 2009).

O conjunto de atividades relacionado ao MFMP, na literatura específica, é chamado de subprocesso (GOLDSBY; GARCÍA-DASTUGUE, 2003; LAMBERT, 2008). Para o desenvolvimento de cada subprocesso é necessário um conjunto de atividades que sirvam como *inputs*, para que as atividades deste subprocesso possam ser realizadas, gerando um conjunto de *outputs*.

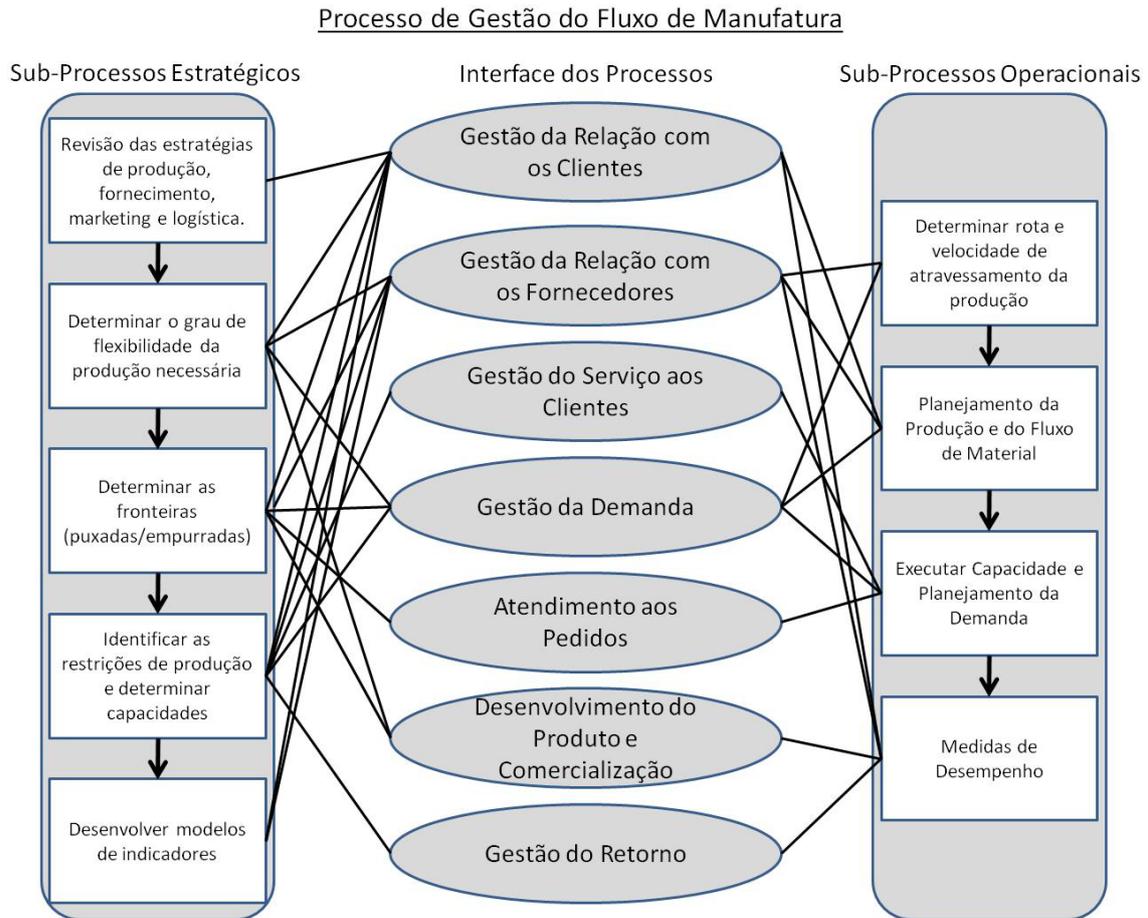
Os subprocessos do MFMP são organizados em Subprocessos Estratégicos (SPE) e Subprocessos Operacionais (SPO). Os SPEs representam as tomadas de decisão sobre a infraestrutura do processo, já os SPOs são entendidos como a execução do processo do nível estratégico.

Quanto à integração dos demais processos ao MFMP, Croxton et. al. (2001) destacam que não apenas os processos de Gestão da Demanda e o CRM podem ser usados como *inputs* para o MFMP, mas em todos os demais processos observa-se uma integração em pelo menos um subprocesso do MFMP (seja do nível estratégico ou operacional), como pode ser verificado na FIGURA 2.5.

2.3.1 Subprocessos Estratégicos (SPEs) do MFMP

Goldsby e García-Dastugue (2003) apresentam a porção estratégica do MFMP como um conjunto de cinco subprocessos, que coletivamente representam as tomadas de decisão sobre a infraestrutura do processo. Esta infraestrutura está relacionada com o desenvolvimento da planta de manufatura, os recursos de execução, limites para a execução e as medidas de desempenho apropriadas.

FIGURA 2.5 – Interface dos processos de GCS nos subprocessos do MFMP



Fonte: Adaptado de Croxton et. al. (2001)

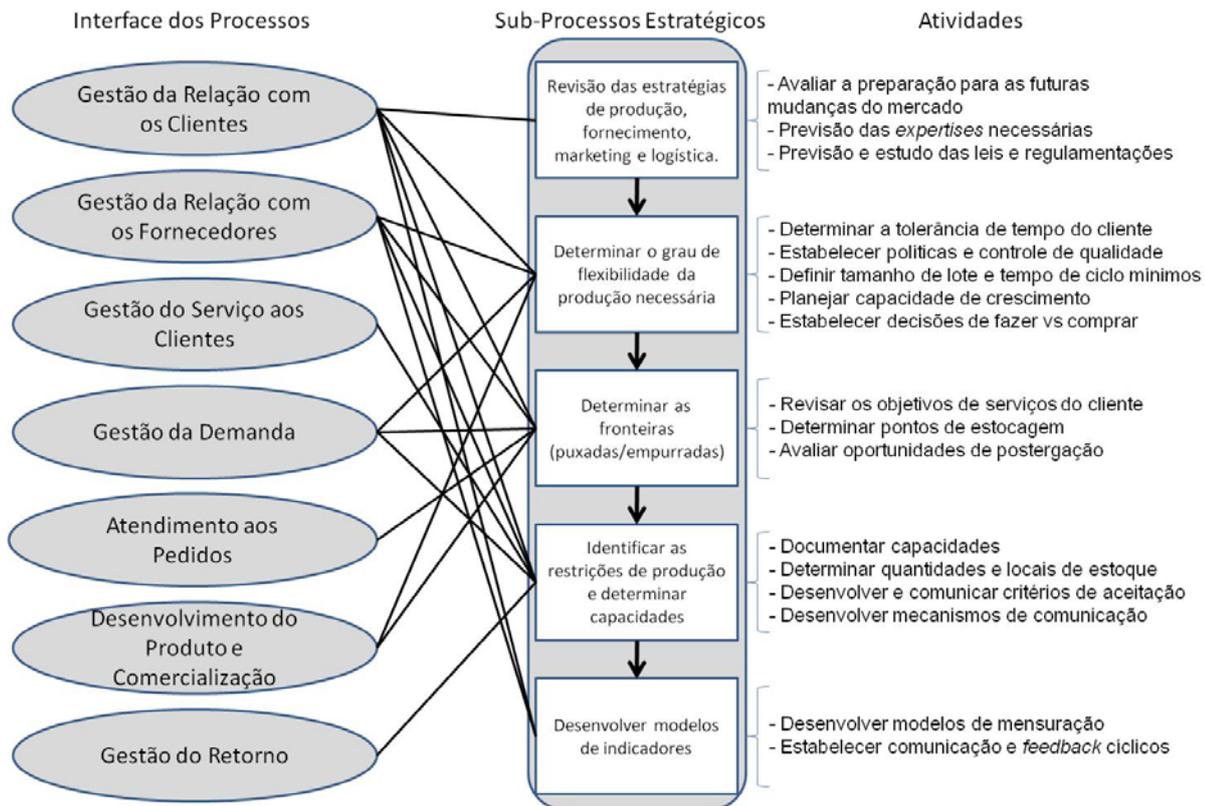
Desta forma, cada subprocesso é o agrupamento de um conjunto de atividades, que realizam uma interface com os demais processos do GCS. A FIGURA 2.9 apresenta de forma detalhada a interface de cada subprocesso estratégico do MFMP com os demais processos, bem como as atividades que constituem cada subprocesso.

2.3.1.1 SPE 1 - Revisão das estratégias de produção, fornecimento, marketing e logística

Segundo Goldsby e García-Dastugue (2003), para a execução deste subprocesso a equipe do MFMP deve rever as estratégias funcionais que afetam a flexibilidade de fabricação e o fluxo dos produtos que fluem nas plantas. Dentre as estratégias funcionais que devem ser revistas destacam-se produção, fornecimento, marketing e logística. Esta revisão determinará as prioridades da função produção e o papel de seus fornecedores e prestadores de serviço. Para tanto, a estratégia deve ser traduzida em capacidades (recursos) e resultados. Destaca-se que estes resultados devem atender as expectativas dos clientes. Pois se

estiver abaixo das expectativas poderá perder oportunidades de negócio, e se superar as expectativas, estará consumindo recursos que não são recompensados pelos clientes de modo proporcional. Os *inputs* necessários, atividades desenvolvidas por este subprocesso e *outputs* gerados são apresentados QUADRO 2.1.

FIGURA 2.6 – Subprocessos Estratégicos do MFMP



Fonte: Adaptado de Goldsby e García-Dastugue (2003)

2.3.1.2 SPE 2 - Determinar o grau de flexibilidade da produção necessária

O segundo subprocesso estratégico apresentado por Goldsby e García-Dastugue (2003) é a determinação do grau de flexibilidade requerido para acomodar a demanda. Flexibilidade de produção garante às empresas a habilidade de gerir recursos e incertezas reunidas nas várias necessidades dos clientes. Flexibilidade pode ter diferentes significados dependendo do contexto. As visões mais frequentemente citadas de flexibilidade são aquelas referentes à função produção, tal como mix, volume e flexibilidade de expansão. No entanto, quanto se trata de processos de GCS a flexibilidade é no nível interfuncional e

interorganizacional. O QUADRO 2.2 apresenta as atividades de *inputs* deste subprocesso, as atividades desenvolvidas por ele, além dos *outputs*.

QUADRO 2.1 – *Inputs*, atividades desenvolvidas e *outputs* do SPE1 do MFMP

Informações Necessárias (<i>inputs</i>)	Atividades Desenvolvidas	Informações Geradas (<i>outputs</i>)
a) Percepção do nível de variabilidade da demanda quanto ao sortimento dos produtos oferecidos pelos fabricantes; b) Habilidade de previsão da demanda; c) Determinação do grau de flexibilidade de produção necessária; d) Monitoramento das atuais condições do mercado; e) comunicar as condições do mercado e as oportunidades através do CRM.	a) Revisar as estratégias funcionais que afetam a flexibilidade de fabricação e o fluxo dos produtos através das plantas; b) Traduzir a estratégia em capacidades (recursos) e resultados; c) Definir filosofia de gestão da manufatura; d) Definir estratégia de manufatura genérica; e) Preparação para mudanças (tecnológicas, político, regulatório) do mercado previsíveis que podem afetar a estratégia de produção; f) Equiparar estratégia de produção com a demanda do mercado; g) Avaliar a preparação para as futuras mudanças no mercado; h) Prever expertises necessárias.	a) Determinação das prioridades competitivas da função produção, logística, compras e marketing; b) Determinação do papel dos fornecedores e prestadores de serviço; c) Sortimento de produtos que satisfazem as necessidades de distintos segmentos de mercado; d) Estratégia de produção alinhada à estratégia corporativa; e) Determinação do valor para o cliente e acionistas; f) Estratégia de Produção, Fornecimento, Marketing e Logística que influencia/alinhada ao MFMP; g) Processo Formal para determinação das expertises necessárias para o uso de tecnologias futuras e atendimento das necessidades do mercado futuro; h) Processo formal para avaliar futuras mudanças nas leis e regulações que podem afetar a prática de produção.

Fonte: Severino e Godinho Filho, 2010.

2.3.1.3 SPE 3 - Determinar as fronteiras entre empurrar e puxar

Goldsby e García-Dastugue (2003) afirmam que o grau de flexibilidade de produção de cada membro da cadeia de suprimentos é influenciado pela localização das fronteiras/limites entre empurrar e puxar. Estes limites referem-se ao posicionamento do ponto de desacoplamento na cadeia de suprimentos – pois é verificado que os fornecedores empurram para frente por meio de uma orientação *make-to-stock* (MTS) e a demanda é executada através de uma orientação *make-to-order* (MTO). A chave para determinar as fronteiras entre empurrar e puxar é reconhecer o estágio no processo de agregação de valor na qual a diferenciação de uma configuração padronizada ocorre. O QUADRO 2.3 apresenta os *inputs* deste subprocesso, as atividades desenvolvidas por ele, além dos *outputs*.

QUADRO 2.2 – *Inputs*, atividades desenvolvidas e *outputs* do SPE2 do MFMP

Informações Necessárias (<i>inputs</i>)	Atividades Desenvolvidas	Informações Geradas (<i>outputs</i>)
a) Flexibilidade de Mercado (grau de customização em alguns relacionamentos); b) Flexibilidade de Suprimentos (capacidade de reconfiguração da cadeia como recursos de fornecedores e mudança de clientes); c) Sistemas de Informação (habilidade de alinhar sistemas de informação com a mudança da demanda do cliente); d) Característica da Demanda (volume, variação e previsibilidade da variação); e) Tolerância do cliente; f) Lead Time; g) Nível de Padronização ou Diferenciação; h) Políticas de Qualidade; i) Reconhecimento da volatilidade da demanda j) Informações do mercado pelo time CRM; l) Informações de fornecedores e terceiros pelo time SRM.	a) Ajustar o tipo de mercado e o grau de flexibilidade com todos os negócios estratégicos; b) Determinar a tolerância de tempo do cliente; c) Estabelecer políticas e controle de qualidade; d) Definir tamanho de lote e tempo de ciclo mínimos; e) Planejar capacidade de crescimento; f) Estabelecer decisões de fazer vs comprar; g) Planejar introdução de novos produtos em função da necessidade de flexibilidade de produção.	a) Capacidade de oferecer diferentes grau de flexibilidade de produção para diferentes clientes sem interromper o processo de planejamento; b) Flexibilidade de produção determinada por time multi-funcional; c) Políticas e controles de qualidade são padronizados para segmentos de clientes, e conjuntamente estabelecidos com clientes-chave; d) Elaboração do planejamento formal para crescimento de pedidos para apoiar a necessidade de flexibilidade de produção futura; e) Decisões de produzir/comprar são baseados em múltiplos critérios com foco no longo prazo.

Fonte: Severino e Godinho Filho, 2010.

QUADRO 2.3 – *Inputs*, atividades desenvolvidas e *outputs* do SPE3 do MFMP

Informações Necessárias (<i>inputs</i>)	Atividades Desenvolvidas	Informações Geradas (<i>outputs</i>)
a) Informações acerca do PSA (<i>Product and Service Agreement</i>) pelo time do CRM; b) Informações sobre a demanda pelos times dos processos CRM e DM; c) Informações sobre fornecedores pelo time SRM para as oportunidades de postergação.	a) Revisar os objetivos de serviços do cliente; b) Determinar pontos de estocagem; c) Avaliar oportunidades de postergação.	a) Determinação dos limites de puxar/empurrar baseados no objetivo de serviço ao cliente e as capacidades da cadeia de suprimentos; b) Oportunidades de postergação são avaliadas com clientes e fornecedores chaves; c) Determinação dos pontos de desacoplamento; d) Viabilização de oportunidades de postergação no desenvolvimento de novos produtos pelo time PD&C.

Fonte: Severino e Godinho Filho, 2010.

2.3.1.4 SPE 4 - Identificar as restrições de produção e determinar capacidades

Goldsby e García-Dastugue (2003) sugerem que após determinar as fronteiras de empurrar ou puxar, a equipe do processo estratégico delegará o papel e responsabilidades aos membros da cadeia de suprimentos para identificar as restrições de produção e necessidades para os requisitos de desempenho desejados. Reconhecer gargalos no processo

de manufatura é crítico para alcançar este objetivo. Dentre as mais comuns restrições destacam-se os recursos de mão-de-obra e equipamentos. Assegurar que os recursos existentes atendam as demandas atuais e futuras está entre as maiores dificuldades para os fabricantes. O QUADRO 2.4 apresenta os *inputs* deste subprocesso, as atividades desenvolvidas por ele, além dos *outputs*.

QUADRO 2.4 – *Inputs*, atividades desenvolvidas e *outputs* do SPE4 do MFMP

Informações Necessárias (<i>inputs</i>)	Atividades Desenvolvidas	Informações Geradas (<i>outputs</i>)
a) Habilidade de prever com precisão as mudanças nos padrões da demanda; b) Através do time de DM, obter informações acerca de potenciais gargalos ou problemas no fluxo de produtos; c) Comunicação antecipada do DM da previsão da demanda e contínua atualizações.	a) Identificar as restrições de produção e necessidades para atender os requisitos de desempenho desejados; b) Reconhecer gargalos no processo de manufatura; c) Documentar capacidades; d) Determinar quantidades e locais de estoque através da cadeia de suprimentos; e) Desenvolver e comunicar critérios de aceitação; f) Desenvolver mecanismos de comunicação, de modo especial aos membros da cadeia de suprimentos a montante, para melhor coordenação do fluxo.	a) Capacidades de produção são documentadas e comunicadas tanto internamente como aos clientes e fornecedores chaves; b) Tomadas de decisão acerca do nível de estoque é centralizada, mas ajustes podem ser feitos baseados nas informações locais; c) Formalização de um guia de eliminação/disposição; d) Estabelecimento e comunicação de um guia que os representantes do CSM usarão para avaliar se a necessidade do cliente pode ser atendida, sem adicional avaliação; e) Mecanismos de comunicação de informações em tempo-real sobre capacidade produtiva desenvolvidos; f) Formalização junto ao time do processo de RM das atividades de desmontagem e descarte do produto e análise de viabilidade para a reutilização, reciclagem, recondição e remanufatura.

Fonte: Severino e Godinho Filho, 2010.

2.3.1.5 SPE 5 - Desenvolver modelos de indicadores

Goldsby e García-Dastugue (2003) apresentam como último subprocesso estratégico do MFMP o desenvolvimento de modelos de indicadores para ser usados para medir e melhorar o desempenho dos processos. Uma abordagem uniforme pode ser usada através da empresa para desenvolver estes indicadores. A equipe pode começar entendendo como o MFMP pode afetar diretamente o desempenho financeiro, sendo mensurado pelo *Economic Value Added* (EVA). O EVA avalia se o processo efetivamente criou valor à cadeia de suprimentos. Segundo Lambert e Terrance (2001), o MFMP pode causar impacto positivo nas vendas, custo de vendas do produto, despesas totais, investimento em estoque, outros

ativos variáveis e ativos fixo. Embora as implicações financeiras das operações de produção normalmente focar na redução do custo, o MFMP pode ser creditado com o aumento de receitas associados à execução bem sucedida.

Em consequência do impacto do MFMP no desempenho financeiro das empresas, mensurada através do EVA, a equipe deve desenvolver indicadores operacionais que guiem o comportamento nas operações de produção e o desempenho desejado de rendimento. Diversos indicadores são avaliados como eficientes e eficazes em termos de importância nos critérios de desempenho. A importância dessas medidas deve ser correlacionada com as prioridades competitivas, como determinada pela estratégia de produção e alinhadas às medidas financeiras. O QUADRO 2.5 apresenta os *inputs* deste subprocesso, as atividades desenvolvidas por ele, além dos *outputs*.

QUADRO 2.5 – *Inputs*, atividades desenvolvidas e *outputs* do SPE5 do MFMP

Informações Necessárias (<i>inputs</i>)	Atividades Desenvolvidas	Informações Geradas (<i>outputs</i>)
a) Informações acerca de indicadores como qualidade do produto, produtividade, tempo de ciclo, nível de estoque, custo e segurança; b) Informações formais e informais de clientes da próxima camada e usuários finais.	a) coordenação dos indicadores juntamente com o time CRM para assegurar a adequação e importância dos clientes; b) planejamento de indicadores a jusante também planejados pelo time SRM para avaliar a contribuição dos fornecedores no desempenho do processo; c) coordenação de indicadores com o time CRM para identificar as recompensas dos clientes para a empresa; d) indicadores comunicados para o SRM das recompensas através dos esforços dos fornecedores para o sucesso da empresa; e) desenvolvimento de modelos de mensuração; f) estabelecimento de comunicação e feedbacks cíclicos.	a) Indicadores formais focado no MFMP e compreendendo o impacto na empresa através do EVA; b) Objetivos de desempenho formais do MFMP que são comunicados através da empresa e para os clientes; c) As medidas do MFMP são alinhadas com outras medidas usadas através da empresa; d) Todos da empresa, clientes e fornecedores chaves entendem como as decisões e ações afetam o MFMP; e) Indicadores que servem de <i>inputs</i> para o time SRM na busca do processo de desenvolvimento de fornecedores de base.

Fonte: Severino e Godinho Filho, 2010.

Destaca-se que na literatura existem diversos modelos de indicadores de desempenho desenvolvidos com o foco na cadeia de suprimentos. Destaca-se que cada um possui uma estrutura própria, indicadores específicos e diferentes perspectivas. O QUADRO 2.6 apresenta as características de alguns modelos de indicadores de desempenho.

QUADRO 2.6 – Modelos de Indicadores de desempenho em cadeias de suprimentos

Autores	Foco do Modelo
Stewart (1995)	O estudo abrange 4 áreas que são identificadas como chave para permitir a excelência na cadeia de suprimentos: desempenho de entrega, flexibilidade e responsividade, custo logístico, e gestão de ativos.
Beamon (1999)	Propõe um modelo que envolve 3 componentes: recursos (analisando o alto nível de eficiência), saídas (analisando alto nível de serviço ao cliente) e flexibilidade (analisando a habilidade em responder um mudança no ambiente).
Cravens, Piercy e Cravens (2000)	Propõe um modelo para avaliação de alianças estratégicas com base no Balanced Scorecard (BSC). Este modelo aborda desde o processo de criação da parceria, envolvendo a motivação para esta implementação, até a definição dos indicadores de desempenho que serão usados.
Dreyer (2000)	Propõe um mapeamento dos processos chaves da cadeia de suprimentos, incluindo: compras, pedidos, processamento e distribuição. Sugere o desenvolvimento de indicadores estratégicos, táticos e operacionais para cada processo.
Holmberg (2000)	Propõe um modelo baseado em problemas de medição comumente encontrados nas avaliações de cadeia de suprimentos. Assim, sugere a seja realizada análises dos modelos de medição, dos métodos de medição e dos indicadores.
Bowersox e Closs (2001)	Propõe um modelo que aborda a mensuração interna e externa da cadeia de suprimentos. A interna, comopara o desempenho das atividades e dos processos ao londo do tempo. E a externa, considera a perspectiva do cliente com respeito à epresa e também examina a possibilidade de implementação das melhores práticas.
Brewer e Speh (2001)	Propõe o uso do BSC para avaliar o desempenho da cadeia de suprimentos e define seus indicadores. Enfatiza que as empresas precisam superar alguns obstáculos que possam surgir. Entre eles: desconfiança, falta de compreensão, falta de controle, conflito de metas e objetivos, integração de sistemas de informação e falta de padronização dos indicadores de desempenho.
Gunasekaran, Patel e Tirtiroglu (2001)	Propõe um modelo para medir o nível de desempenho estratégico, tático e operacional em uma cadeia de suprimentos. A enfaze é em medidas de desempenho que lidam com fornecedores, desempenho de entrega, serviço ao cliente, custos de estocagem e custos logísticos em uma GCS. Ao desenvolver os indicadores, tem sido feito um esforço para alinhá-los e relacioná-los com a satisfação do cliente.
Lambert e Pohlen (2001)	Propõe um modelo para desenvolver um sistema de medição de desempenho em cadeias de suprimentos que inclua como objetivo geral a maximização dos resultados para o consumidor final, bem como, os resultados individuais de cada empresa participante. As etapas deste modelo são: mapear a cadeia de suprimentos, analisar cada elo, desenvolver desmonstrativos de lucros e perdas, realinhar processos na cadeia de suprimentos, alinhar medidas não-financeiras com lucros e perdas, comparar resultados entre as empresas, e replicar.
Stank et. al. (2001)	Estes autores não propõe um cenário de indicadores, mas destacam elementos necessários para integrar indicadores de cadeia de suprimentos. Tais como: revisão das medidas interfuncionais e multiorganizacionais; compartilhamento regular de dados precisos de desempenho com todos os membros da cadeia de suprimentos; indicadores múltiplos em multiplos níveis para verificar o desempenho interfuncional e multiorganizacional dos processos na cadeia de suprimentos; alinhar indicadores de desempenho com processos de finanças internos e recompensar as estruturas internas e externas; enfaze no fornecimento de valor ao cliente final.
SCC (2012)	O <i>Supply Chain Operations Reference</i> (SCOR) model é organizado em 5 processos: planejamento, abastecimento, produção, entrega e retorno. Os processos são medidos em cada empresa da cadeiade suprimentos e as atividades dos processos são correlacionadas entre os relacionamentos imediatos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O QUADRO 2.7 apresenta de modo agregado os principais indicadores mencionados em cada um dos modelos relatados no QUADRO 2.6.

QUADRO 2.7 – Indicadores de desempenho utilizados na avaliação de cadeias de suprimentos

GRUPOS		INDICADORES	GRUPOS	INDICADORES
Produti- vidade	Do sistema		Lucro	Total
	Da fábrica (recurso)			Por produto
	Da distribuição			Por ponto de venda
	Efetividade das técnicas de programação		Entregas	Atrasos
	Comparação entre o planejado e o executado			Antecipações
	Taxa de utilização			Entrega no prazo
Custos	Distribuição	Transporte		Erros de entrega
		Manuseio		Entregas devolvidas totalmente
		Armazenagem		Entregas devolvidas parcialmente
		Custos Logísticos Totais	Falta em Estoque	Número de falta em estoque
	Manufatura	Processamento	Tempo de resposta ao consumidor	Custo por falta de estoque
		Matéria-prima		Tempo médio de resposta
		Manutenção		Entregas no tempo certo
		Equipamentos		Reclamações de clientes
		Retrabalho		Nível de serviço ao cliente
		Mão-de-obra		Tempo de resposta total da cadeia de suprimentos
	Inventário	Instalações físicas	Lead Time	Tempo de produção de um lote
		Investimento em estoque		Tempo de produção e estoque
		Giro do estoque		Tempo de produção + entrega
		Estoque de matéria-prima		Tempo no estoque
Estoque em processo		Tempo de ciclo total do atendimento das ordens		
Estoque de produtos acabados		Tempo de ciclo aquisição/fabricação		
Estoque em dias de suprimento		De Volume	Mudanças no nível de produção	
Obsolescência do estoque			Mudanças no tamanho de lote do pedido	
Retorno de Investi- mento	Total		De Entrega	Mudança nas datas de entregas programadas
	Lucratividade		De Mix	Número de entregas sob pedido
	Taxa Interna de Retorno (TIR)			Quantidade na variedade de produtos
	Valor Presente Líquido (VPL)			Quantitativo de mudança em cada produto
Vendas	Tempo de Ciclo de Caixa		De Novos Produtos	Modificação de produtos existentes
	Taxa de venda total por recurso		Planeja- mento	Introdução de novos produtos
	Taxa de venda por produto por recurso			Lead time da ordem
	Taxa custo/venda publicidade			Acurácia da previsão
	Serviço pós-venda			Custo de gerenciamento das ordens

Fonte: Elaborado pelo autor.

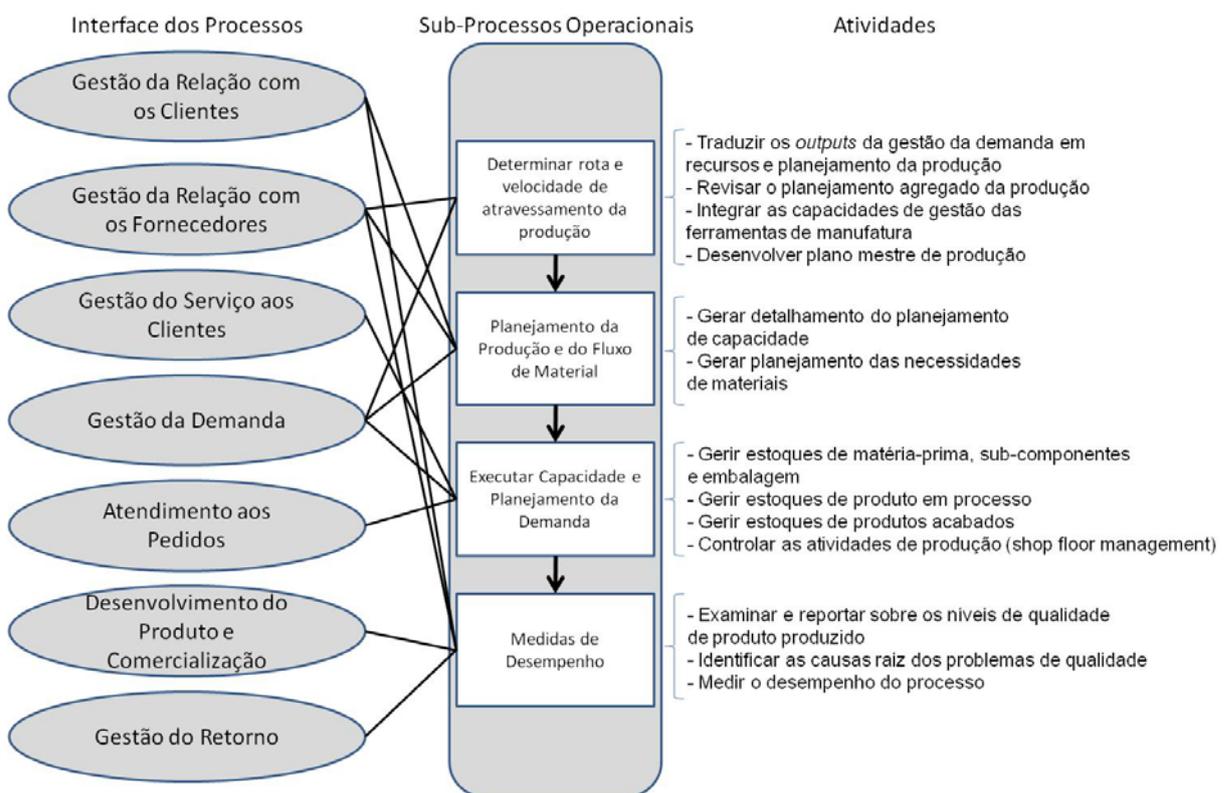
Sugere-se que a partir da avaliação dos diversos modelos disponíveis na literatura desenvolva-se um modelo com os indicadores que sejam mais adequados para a cadeia de suprimentos a ser avaliada.

2.3.2 Subprocessos Operacionais do MFMP

Quanto à porção operacional do MFMP, Goldsby e García-Dastugue (2003) a descrevem como a realização do processo desenvolvido no nível estratégico. Os atores destacam que, apesar da aparente similaridade entre os subprocessos operacionais e as atividades de planejamento e programação da produção (função interna na maioria dos fabricantes), existem diferenças chaves.

Esta diferença inclui as orientações fornecidas pelo desenvolvimento da infraestrutura no nível estratégico e a interface desses subprocessos com os outros sete processos da GCS. Os 4 subprocessos operacionais estão apresentados na FIGURA 2.7.

FIGURA 2.7 – Subprocessos Operacionais do MFMP



Fonte: Adaptado de Goldsby e García-Dastugue (2003)

2.3.2.1 SPO 1 - Determinar rota e velocidade de atravessamento da produção

O primeiro subprocesso operacional apresentado por Goldsby e García-Dastugue (2003), estabelece a execução do planejamento enunciada na porção estratégica no processo, determinando o roteamento e a velocidade que materiais e produtos fluem pelo

processo produtivo. O processo de Gestão da Demanda fornece *inputs* críticos neste subprocesso, primeiramente através do compartilhamento do plano de execução da demanda. Este plano é baseado na demanda histórica, estratégias de *marketing* e vendas, e conhecimento geral do mercado que são desenvolvidos para as famílias de produtos e níveis de grupos.

Acerca da revisão do planejamento agregado de produção, a gestão da produção avalia a capacidade de volume através da rede de fabricação e volume de alocação em cada planta. Para alcançar o nível de produção normalmente são realizados contratos com fabricantes terceiros. Neste caso, o time do processo SRM será o instrumento de comunicação com estes prestadores de serviços externos. Cada planta desenvolverá seu próprio Plano Mestre de Produção (*Master Production Scheduling – MPS*) que determinará quais produtos serão produzidos, quando e em qual quantidade. O MPS reflete as prioridades de produção enunciadas no nível estratégico, reconhecendo os produtos e clientes que são mais importantes para a rentabilidade dos fabricantes concedendo-lhes altas prioridades. Além disso, ele reflete a estratégia de produção entre a faixa de possibilidades BTO, MTO, ATO, MTS e STS. Fatores como limitação de capacidade, restrição de produção, custo e tempo de *setup*, e custo de movimentação de estoque são considerados quando se desenvolve o MPS. Há comunicação com o time do processo SRM para garantir que a base de fornecimento esteja comprometida para a acomodação das prioridades de produção. O QUADRO 2.8 apresenta os *inputs* deste subprocesso, as atividades desenvolvidas por ele, além dos *outputs*.

Em síntese, o processo de Gestão da Demanda fornece como *outputs* a orientação do grau de agilidade e flexibilidade demandado para o MFMP, que traduzirá estas informações em recursos e planejamento da produção. Através desta determinação são desenvolvidas as atividades de revisão do planejamento agregado e integração das capacidades das ferramentas de manufatura. A partir destas atividades, então é desenvolvido o MPS. Destaca-se que, o MFMP oferece *inputs* para o processo de SRM para garantir que os fornecedores e prestadores de serviços estejam alinhados e possam dar suporte ao roteamento e à velocidade determinados.

2.3.2.2 SPO 2 - Planejamento da Produção e do Fluxo de Material

Goldsby e García-Dastugue (2003) afirmam que uma vez que o MPS é determinado, o foco passa para o detalhamento do planejamento de capacidade e o *inbound* de materiais necessários para alimentar a programação da produção. O Planejamento das

Necessidades de Materiais (*Material Requirements Planning* – MRP) identifica as quantidades e tempos para todas submontagens, componentes e matérias-primas necessárias para apoiar a produção de itens finais. Este informará as quantidades necessárias de entrada de materiais de qualquer dado tempo para apoiar o fluxo de produção. Posteriormente, a gestão da produção desenvolve o planejamento de capacidade dos recursos, o qual representa a programação da utilização necessária de cada equipamento por cada produto. Assim é identificada a escassez de material ou capacidade. O QUADRO 2.9 apresenta os *inputs*, as atividades e *outputs* deste SPO.

QUADRO 2.8 – *Inputs*, atividades desenvolvidas e *outputs* do SPO1 do MFMP

Informações Necessárias (<i>inputs</i>)	Atividades Desenvolvidas	Informações Geradas (<i>outputs</i>)
a) Plano de execução da demanda pelo time de DM; b) comunicação sobre limitação de capacidade, restrição de produção, custo e tempo de setup e custo de movimentação de estoque; c) informação do time SRM dos potenciais terceiros para garantir capacidade.	a) Estabelecimento da execução do planejamento enunciado na porção estratégica no processo, determinando o roteamento e a velocidade que materiais e produtos atravessam a produção; b) tradução dos outputs da Gestão da Demanda em recursos e planejamento da produção; c) revisão do planejamento agregado da produção avaliando a capacidade de volume através da rede de fabricação e volume de alocação em cada planta; d) integração das capacidades de gestão das ferramentas de manufatura; e) desenvolvimento do MPS.	a) Orientação do grau de agilidade e flexibilidade demandado para o MFMP, que traduzirá estas informações em recursos e planejamento da produção. b) Desenvolvimento das atividades de revisão do planejamento agregado c) Integração das capacidades das ferramentas de manufatura. d) Oferecer inputs para o processo de SRM para garantir que os fornecedores e prestadores de serviços estejam alinhados e possam dar suporte ao roteamento e à velocidade determinados.

Fonte: Severino e Godinho Filho, 2010.

Desta forma, o processo de Gestão da Demanda fornece *inputs* para o planejamento da produção e do fluxo de material do MFMP, que gerará o detalhamento do planejamento de capacidade e das necessidades de materiais, e este processo fornecerá seus *outputs* para o processo de SRM para cumprimento do planejamento e monitoramento dos fornecedores e prestadores de serviços, bem como, para coordenação da demanda em função de questões relativas à capacidade. O processo de CRM informa as características do produto para a devida explosão do MRP.

QUADRO 2.9 – *Inputs*, atividades desenvolvidas e *outputs* do SPO2 do MFMP

Informações Necessárias (<i>inputs</i>)	Atividades Desenvolvidas	Informações Geradas (<i>outputs</i>)
a) MPS consolidado de cada planta; b) Capacidade de cada planta; c) Capacidade de cada equipamento; d) especificidades de cada item; e) estoques de cada item e políticas de gestão de estoque para geração do MRP.	a) Detalhar o planejamento de capacidade e o inbound de materiais necessários para alimentar a programação da produção; b) Desenvolver a lista de materiais específica de produtos e disponibilidade de estoques que orientam a explosão do MRP; c) desenvolver o planejamento de capacidade dos recursos, o qual representa a programação da utilização necessária de cada equipamento por cada produto; d) interagir com o time do processo de Gestão da Demanda pra encontrar possíveis soluções para os gargalos pelo lado da demanda; e) Interagir com o time do processo SRM para trabalhar com fornecedores de materiais ou fabricantes terceirizados.	a) realização da primeira interface operacional entre o MFMP e SRM através do MRP; b) informação das quantidades necessárias de entrada de materiais de qualquer dado tempo para apoiar o fluxo de produção (materiais, produtos e embalagem); c) identificação de escassez de material ou capacidade; d) junto ao time SRM, preparação dos fornecedores para as necessidades futuras de materiais e manter-los informados de potenciais riscos e interrupções que podem ser encontradas a jusante da cadeia de suprimentos; e) Informação das mudanças no MRP em respostas as mudanças da demanda, rush-orders e questões relativas à capacidade, além de outros tipos de contingências que não são relacionadas com as atividades operacionais diárias ao time SRM para este coordenar tais mudanças juntos aos fornecedores.

Fonte: Severino e Godinho Filho, 2010.

2.3.2.3 SPO 3 - Executar Capacidade e Planejamento da Demanda

Após o processo de planejamento concluído segue a execução. Segundo Goldsby e García-Dastugue (2003) este subprocesso frequentemente envolve a interface com os times dos processos de Gestão da Demanda e Atendimento dos Pedidos para manter a eficiência do fluxo de materiais, WIP e produtos acabados, além da verificação do serviço ao cliente junto ao time do processo CSM. O QUADRO 2.10 apresenta os *inputs* do SPO3, as atividades desenvolvidas, além de seus *outputs*.

Desta forma, as atividades deste subprocesso podem ser resumidas do seguinte modo: os processos de Gestão da Demanda e de Atendimento aos Pedidos fornecerão *inputs* e realizarão o monitoramento do subprocesso de execução da capacidade e planejamento da demanda do MFMP. Neste subprocesso serão realizados a gestão dos estoques e controle das atividades de produção. Este subprocesso fornecerá informações para o processo CSM para atualização do guia de aceite de pedidos e solução de problemas relativos às falhas no atendimento.

QUADRO 2.10 – *Inputs*, atividades desenvolvidas e *outputs* do SPO3 do MFMP

Informações Necessárias (<i>inputs</i>)	Atividades Desenvolvidas	Informações Geradas (<i>outputs</i>)
a) Planejamento executado com precisão; b) programas de qualidade como Seis Sigma, associado ao treinamento blackbelt, para a redução da variação do processo; c) Order Promising (é um componente do MRP II) realizando a análise dos pedidos dos clientes com a disponibilidade de produtos; d) O guia de aceite de pedidos, desenvolvido no nível estratégico do MFMP, devendo alcançar a disponibilidade de produtos e incluir outros parâmetros de pedido tal como necessidades de lead time, tamanho do pedido, ou mudanças nos pedidos existentes.	a) Realizar a interface com os times dos processos de Gestão da Demanda e Atendimento dos Pedidos para manter a eficiência do fluxo de materiais, WIP e produtos acabados; b) verificar diariamente o fluxo para garantir que o resultado programado seja alcançado – com os devidos ajustes se necessário; c) sincronizar a capacidade disponível com a demanda para fornecer de modo suficiente ao cliente em tempo adequado, com o mínimo de estoque, ativo e mão-de-obra, com produtividade consistente com o padrão estabelecido e com alta qualidade; d) gerir estoques de matéria-prima, sub-componentes, embalagem, produtos em processo e produtos acabados; e) controlar atividades de produção.	a) registros de estoques suficientemente precisos, derivando raras interrupções na fabricação por imprecisões nas informações; b) raras interrupções na precisão de fabricação por questões de gestão de estoques; c) melhoria na adequação dos fabricantes das mudanças das necessidades dos clientes com menos interrupção e menor custo em virtude da diminuição do tempo de processo e variância minimizada; d) promessas feitas ao cliente de acordo com a capacidade da empresa estabelecido no guia de aceite de pedidos; e) execução do guia de aceite dos pedidos estabelecidos no subprocesso estratégico associado com capacidade de produção pelo time CSM.

Fonte: Severino e Godinho Filho, 2010.

2.3.2.4 SPO 4 - Medidas de Desempenho

O último subprocesso apresentado por Goldsby e García-Dastugue (2003) envolve o processo de avaliação e identificação de oportunidades de melhoria. O MFMP como todos os outros processos do GCS estende-se para além das fronteiras da empresa. O QUADRO 2.11 apresenta os inputs do SPO4, as atividades desenvolvidas, além de seus outputs.

2.3.3 Considerações sobre o MFMP

Como se pode observar, o MFMP atua no estabelecimento e implementação de capacidades para a gestão da conversão de materiais em produtos acabados demandados pelo mercado. As áreas de gestão de operações, pesquisa operacional e engenharia industrial têm versado num novo reconhecimento do melhor caminho para desempenho das atividades de

produção no que tange as operações de uma empresa isoladamente. GCS, por outro lado, busca o caminho para melhoria de desempenho alavancando as capacidades não somente na função produção interna, mas nas diversas capacidades dos membros da cadeia de suprimentos. Sendo um processo crítico para a orientação dos diversos membros da cadeia.

QUADRO 2.11 – *Inputs*, atividades desenvolvidas e *outputs* do SPO4 do MFMP

Informações Necessárias (inputs)	Atividades Desenvolvidas	Informações Geradas (outputs)
a) informação de desempenho da empresa a partir da ótica do cliente (time CRM); b) informação de desempenho dos fornecedores através do time SRM; c) informação de desempenho dos membros da cadeia a jusante.	a) medir o desempenho na planta da empresa fabricante e relatar a performance dos demais membros da cadeia de suprimentos; b) relatar as medidas de desempenho aos times dos processos CRM e SRM; c) examinar e reportar sobre níveis de qualidade do produto produzido; d) identificar as causas raízes dos problemas de qualidade.	a) Que o MFMP da empresa seja melhor que dos concorrentes, garantindo vantagem competitiva; b) o desempenho do MFMP seja comunicado por toda empresa e para os fornecedores e clientes chaves; c) estruturas de gratificação aos consumidores e fornecedores que ajudaram a desenvolver o MFMP sejam estabelecidas; d) situações excepcionais e emergenciais do passado e implicações no custo/receita sejam avaliadas, para fazer mudanças para evitá-los no futuro; e) garantia que inbound do fluxo de materiais tenham o mínimo de interrupções; f) indicadores para gerar relatórios de custos e receitas pelos times de CRM e SRM.

Fonte: Severino e Godinho Filho, 2010.

A implementação com sucesso requer a envolvimento de clientes e fornecedores no MFMP. Este envolvimento é coordenado pelos times dos processos CRM e SRM, respectivamente. De fato, o CRM tem interface com todos os 5 subprocessos estratégicos e 2 dos 4 subprocessos operacionais. Já o SRM está envolvido em 4 dos 5 subprocessos estratégicos e em 3 dos 4 subprocessos operacionais. Eles não somente atuam com esforços internos aos fabricantes, como atuam com esforços aos fornecedores de materiais e prestadores de serviço para que o grau desejado de flexibilidade da produção seja alcançado.

Os autores ressaltam que capturar a informação da demanda e gerenciá-la da melhor forma é crítico para o MFMP. O relacionamento entre MFMP e o processo de Gestão da Demanda é caracterizado pelas muitas interfaces entre os dois processos. A habilidade do processo da Gestão da Demanda em antecipar a demanda com precisão alivia a necessidade

de flexibilidade do sistema produtivo. No entanto, a tendência na maioria das indústrias é de cada vez mais desenvolver o aumento da flexibilidade.

Goldsby e García-Dastugue (2003) afirmam que análise EVA foi introduzida como uma alternativa para ajudar convencer os gestores do valor do MFMP como um processo da GCS. Os benefícios financeiros devem ser claros para empresa bem como para os outros membros da cadeia de suprimentos para ganhar pedidos e confiança no longo prazo. Quando o valor puder ser demonstrado, a gerência vai querer saber quão rapidamente estes benefícios poderão ser alcançados.

Em síntese pode-se afirmar que o processo de manufatura é produzir e fornecer produtos para os canais de distribuição com base em previsões anteriores. Os processos de manufatura devem ser flexíveis para responder às mudanças do mercado, e deve orientar-se para a acomodação da customização em massa. Os pedidos são processados operacionalmente *Just-In-Time* (JIT) com base no tamanho de lote mínimo. Além disso, mudanças na liderança do processo de fluxo de manufatura conduzindo para ciclos mais curtos, significam melhor capacidade de resposta e eficiência à demanda para os clientes. Atividades relacionadas ao planejamento, programação e apoio às operações de produção, como armazenagem, tratamento, transporte e tempo de eliminação de componentes de estoque em processo, estoques em locais de fabricação, devem ter máxima flexibilidade na coordenação da postergação geográfica e de montagem final nas operações de distribuição física.

Destaca-se que o intuito da Seção 2.2 foi de identificar as informações (necessárias e geradas) e atividades que devem ser realizadas em cada subprocesso do MFMP desenvolvido por Goldsby e García-Dastugue (2003). Assim, acredita-se que uma cadeia de suprimentos que deseje maior coordenação de fluxo de materiais e informações por meio dela, deve buscar desenvolver os *inputs*, as atividades e *outputs* de tal processo.

Destaca-se que diversas práticas têm sido utilizadas na GCS com o intuito de promover a coordenação de fluxo de produção. Muitas delas estão estudadas de modo aprofundado na literatura, enquanto muitas outras que são utilizadas pelos profissionais não estão organizadas na literatura.

Dentre as já estudadas, Rodrigues e Sellitto (2008) destacam as práticas de desenvolvimento e gestão da qualidade de fornecedores e práticas colaborativas na cadeia de suprimentos, tais como *Electronic Data Interchange* (EDI), *Vendor Managed Inventory* (VMI), *Early Supplier Involvement* (ESI) e comércio eletrônico. Outras práticas, citadas por

PIRES (2009), são o *Efficient Consumer Response* (ECR), o *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment* (CPFR). Além do VMI, CPFR e ECR, Fugate, Sahin e Mentzer (2005) destacam *Quick Response* (QR) e *Postponement* como algumas das iniciativas utilizadas para coordenar fluxos de produtos e informação. Destaca-se que na literatura podem ser encontradas outras práticas ainda relacionadas à coordenação da cadeia de suprimentos.

Pela relevância do MFMP na coordenação do fluxo na GCS no Capítulo 3 algumas práticas utilizadas pelos praticantes de GCS serão avaliadas em relação aos sub-processos do MFMP, buscando identificar qual a contribuição de cada uma delas em cada sub-processo, e conseqüentemente para a coordenação do fluxo na GCS, conforme o método destacado na Seção 1.3.

3 PRÁTICAS UTILIZADAS NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A COORDENAÇÃO DE FLUXO NA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Neste capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica de algumas práticas utilizadas na gestão da cadeia de suprimentos. Destaca-se que tais práticas foram agrupadas em 3 processos ou áreas: abastecimento e distribuição, tecnologia de informação (TI) e programas de resposta rápida (PRR). De modo agregado por grupo, é analisada a contribuição das práticas para a coordenação de fluxo de produção na cadeia de suprimentos, correlacionando as atividades das práticas com as atividades dos subprocessos do MFMP apresentados na Seção 2.2.

Para tanto, na Seção 3.1 são apresentados os grupos de práticas utilizadas na GCS e na Seção 3.2 é apresentada uma análise da contribuição de tais práticas para a coordenação de fluxo na cadeia de suprimentos. Por fim, na Seção 3.3 são apresentadas as considerações relativas a este capítulo.

3.1 Práticas utilizadas na Gestão da Cadeia de Suprimentos

As práticas utilizadas na GCS surgem a partir da tendência do processo de reestruturação e de consolidação da base de fornecedores e clientes, promovido por diversas empresas líderes de suas cadeias de suprimentos. O sentido deste movimento é definir o conjunto de empresas com as quais se deseja construir uma verdadeira parceria, identificando e alinhando competências tal que o resultado possa proporcionar uma distinção positiva perante a concorrência (PIRES, 2009).

Com relação à montante da cadeia, tal autor resume o processo de reestruturação à redução do número de fornecedores e a manutenção de um canal direto e ágil de comunicação, realizando o desenvolvimento dos mesmos. A consolidação desta reestruturação se dá por meio do investimento em tecnologia de informação compartilhada e a implantação de práticas que visam à redução de custos e maior agregação de valor ao produto.

Por outro lado, a reestruturação à jusante da cadeia é feita por meio da seleção de clientes em função do foco, rentabilidade e retorno do negócio. Pires (2009) destaca que esta reestruturação é mais complicada porque ela traz a sensação de estar perdendo algo

(mercados não tão interessantes). Mas tal reestruturação permite maior retorno em negócios que são realmente interessantes para as empresas.

Como destacado no Capítulo 2, diversas práticas têm sido empregadas na GCS e na gestão logística com o intuito de promover a coordenação de fluxo de produção na cadeia de suprimentos. Neste trabalho, foram selecionadas algumas delas para análise da contribuição de cada uma delas para a coordenação de fluxo na cadeia de suprimentos, agrupando-as em 3 processos ou áreas: abastecimento e distribuição, tecnologia de informação (TI) e programas de resposta rápida (PRR). Tal categorização foi realizada analisando o objetivo principal para a adoção de cada prática. Destaca-se que a nomenclatura utilizada para cada grupo não está consolidada na literatura, mas serve como referência quanto ao foco de cada grupo de práticas.

O QUADRO 3.1 apresenta as práticas utilizadas na GCS que são analisadas nesta pesquisa, destacando o grupo a qual pertence e os autores utilizados na revisão bibliográfica. Ressalta-se que a seleção das mesmas se deu em função da promessa de algum tipo de coordenação de fluxo de produção relatado na literatura pelo uso das mesmas, ou pelo fato da mesma ser intensamente utilizada na gestão da cadeia de suprimentos.

Nas seções de 3.1.1 a 3.1.3 é apresentada uma descrição de cada uma das práticas de cada grupo, para posteriormente na Seção 3.2 realizar uma análise do grupo quanto à coordenação de fluxo de produção.

3.1.1 Abastecimento e Distribuição

As práticas de abastecimento e distribuição são aquelas que estão relacionadas com a definição de parcerias ao longo da cadeia de suprimentos com organizações que produzam, desenvolvam partes ou desenvolvam operações essenciais para a competitividade da cadeia de suprimentos, ou ainda, relacionadas com a localização de pontos de consolidação de carga, ou de implementação de mecanismos para o escoamento da produção da empresa líder da cadeia de suprimentos de modo mais coordenado em direção ao consumidor final.

Dentre as práticas relacionadas a esta estratégia, neste trabalho são destacadas as seguintes: *outsourcing*, *globalsourcing*, *followsourcing*, *contract manufacturing* e *early supplier involvement*, *in plant representatives*, consórcio modular, condomínio industrial, *milk-run*, *cross-docking*, *transit point* e *merge-in-transit*.

QUADRO 3.1 – Práticas utilizadas na GCS analisadas nesta tese.

GRUPO	PRÁTICAS	AUTORES
ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO	<i>Outsourcing</i>	Anderson, Britt e Favre (1997); Pires (2009); Santa Eulalia, Bremer e Pires (2000); Sabino et. al. (2010).
	<i>Globalsourcing</i>	Colin (2006); Dias e Salerno (1998); Salerno et. al. (1998); Teixeira (2004); Vivaldini e Pires (2010).
	<i>Followsourcing</i>	Dias e Salerno (1998); Teixeira (2004); Troque e Pires (2003).
	<i>Contract Manufacturin (CM)</i>	Han, Poterfield e Li (2012); Perunivic, Mefford e Christoffersen (2012); Pires (2009).
	<i>Early Supplier Involvement (ESI)</i>	Barros Filho (2008); Bidault, Despres e Butler (1996); Dowlatshasi (1998); Pires (2009); Santos (2008).
	<i>In-Plant-Representatives (IPR)</i>	Firmo e Lima (2004); Pires (2009); Soares e Lima (2007); Troque e Pires (2003); Wanke (2012)
	Consórcio Modular	Araújo e Dalcol (2007); Crispim e Toledo (2003); Firmo (2005); Marx, Zilbolvicius e Salerno (1997); Reis e Dalcol (2009); Resende et. al. (2002).
	Condomínio Industrial (CI)	Dias (1998); Graziadio (2004); Guarnieri, Hatakeyama e Resende (2009); Salerno (2001).
	<i>Milk-run</i>	Pires (2009); Sadjadi, Jafari e Amini (2009).
	<i>Cross-Docking</i>	Pires (2009); Vivaldini e Pires (2010).
	<i>Transit Point</i>	Pires (2009).
	<i>Merge-in-Transit</i>	Juvella e Vanalle (2002); Lacerda (2000); Pires (2009).
TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO (TI)	<i>Enterprise Resourcing Planning (ERP)</i>	Corrêa, Gianesi e Caon (2006)
	<i>Distribution Requirement Planning (DRP)</i>	Corrêa (2010)
	<i>Electronic Data Interchange (EDI)</i>	Firmo e Lima (2004); Nascimento Neto, Oliveira e Ghinato (2002); Pires (2009); Vivaldini e Pires (2010).
	<i>Warehouse Management System (WMS)</i>	Arozo (2003); Banzato (1998); Guarnieri et. al. (2006); Ramos e Melo (2003).
	<i>Advance Planning and Scheduling (APS)</i>	Bremer e Menegusso (2012); Cardoso (2000); Nascimento Neto, Oliveira e Ghinato (2002).
	<i>Radio-Frequency Identification (RFID)</i>	Corrêa (2010)
	<i>Transportation Management System (TMS)</i>	Marques (2012); Vivaldini e Pires (2010).
	Comércio Eletrônico	Albertin (1998); Jin e Yu (2011); Mcivor, Humphreys e Mccurry (2003).
PROGRAMAS DE RESPOSTA RÁPIDA (PRR)	<i>Quick Response (QR)</i>	Choi e Sethi (2010); Fugate, Sahin e Mentzer (2005); Wanke, (2012).
	<i>Efficient Consumer Response (ECR)</i>	Ghisi e Silva (2006); Miranda e Casarini (2000); Pires (2009); Pires e Musetti (2000).
	<i>Vendor Managed Inventory (VMI)</i>	Blatherwick (1998); Elvander, Sarpola e Mattsson (2007); Fugate, Sahin e Mentzer (2005); Hines et. al. (2000); Pires (2009); Waller, Johnson e Davis (1999).
	<i>Continuous Replenishment (CR)</i>	Andraski (1994); Pires (2009); Wanke (2012).
	<i>Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR)</i>	Pires (2009); Seifert (2003); Vivaldini, Souza e Pires (2008); Vivaldini, Souza e Pires (2009)
	<i>Just-in-Sequence (JIS)</i>	Pires (2009)

Fonte: Elaborado pelo autor.

a) Outsourcing

Outsourcing é um processo em que parte do conjunto de produtos, serviços e áreas essenciais de uma empresa é produzido/realizado por uma empresa externa, através de um relacionamento colaborativo e interdependente. Para tanto, o fornecedor mantém uma integração profunda e de colaboração estreita com o cliente (SABINO et. al., 2010).

A empresa fornecedora desenvolve e continuamente melhora a sua competência e infraestrutura para atender ao cliente, o qual deixa de possuí-las total ou parcialmente, mas mantendo uma estreita relação com o fornecedor (PIRES, 2009).

Essencialmente, *Outsourcing* significa a opção por uma relação de parceria e cumplicidade com um ou mais fornecedores da cadeia produtiva numa decisão tipicamente estratégica, abrangente e de difícil reversão (ANDERSON; BRITT; FAVRE, 1997).

De acordo com Pires (2009) os fatores que dão início ao processo de *Outsourcing* nas empresas são: desenvolvimento de um planejamento estratégico na empresa; desenvolvimento de um novo produto; mal desempenho de um fornecedor interno; ocorrência de mudanças no padrão da demanda; ocorrência de mudanças na tecnologia de produção.

A finalidade do *Outsourcing*, dentro do escopo do gerenciamento das cadeias produtivas, vem de encontro com o ponto focal da GCS, ou seja, como melhor alinhar as empresas que compõem uma cadeia produtiva buscando atender consumidor final mais efetivamente. Os preceitos dessa prática podem ser considerados como condições fundamentais necessárias para uma eficiente gestão das cadeias, na medida em que se um alinhamento e uma integração estratégica entre as empresas membros de uma cadeia não existem ou são deficientes, certamente não haverá espaço para que haja a otimização da chamada “virtual unidade de negócio” (SANTA EULALIA; BREMER; PIRES, 2000).

b) Globalsourcing

Globalsourcing significa fornecimento global, ou seja, buscam-se fornecedores não importando sua localização geográfica ou nacionalidade (DIAS; SALERNO, 1998). Vivaldini e Pires (2010) afirmam que a localização e/ou distância do fornecedor deixa de ser fator preponderante na escolha do mesmo, ou seja, busca-se a melhor opção de fornecimento disponível ao redor do mundo.

De acordo com Salerno et. al. (1998) é de se esperar com o *globalsourcing* uma redução ainda maior dos índices de nacionalização de produtos com um aumento contínuo da participação dos componentes importados para a fabricação do mesmo.

Teixeira (2004) destaca que o *globalsourcing* decorre da necessidade de se estabelecer uma relação privilegiada entre a montadora e os fornecedores (em regra, se tem adotado o fornecedor único para um produto específico), de modo que as plataformas de produção, onde quer que estejam situadas, possam ser alimentadas por um mesmo componente, fabricado em larga escala.

Essa política é usada também como ameaça no momento da negociação com fornecedores locais de peças com essas características, submetidos também a prazos mais curtos, a fim de forçá-los a uma diminuição de preços e/ou a transferir sua produção para países com menor custo (COLIN, 2006).

c) *Followsourcing*

Segundo Dias e Salerno (1998), no *followsourcing* o fornecedor de um componente no local em que o veículo foi fabricado pela primeira vez ‘segue’ a montadora, ou seja, instala novas plantas nos países em que o produto será fabricado ou fornece a partir de plantas já instaladas nesses.

Para Troque e Pires (2003), *followsourcing* é uma iniciativa conjunta entre fornecedor e cliente, que institui uma relação de fornecimento para qualquer local onde a empresa cliente estabelecer sua planta produtiva. Esse movimento está associado à instituição de fornecedores únicos para determinados insumos e ao processo de expansão das empresas em novos mercados.

Teixeira (2004) destaca que nesse processo o objetivo é assegurar que os produtos tenham a mesma qualidade e tecnologia no seu local de produção, independentemente de onde se encontra situada a planta.

O *followsourcing* alcançou uma importância estratégica no processo de produção, porque a transferência dos fornecedores de componentes automotivos, onde se instalaram as montadoras, reduziu o custo de produção e assegurou uma maior agilidade no seu processo. Tal procedimento objetivou fornecer esses componentes com a mesma qualidade e tecnologia (DIAS; SALERNO, 1998).

Segundo Dias e Salerno (1998), o *followsourcing* alia as vantagens do desenvolvimento prévio de ferramental e eliminação das etapas de testes às vantagens da proximidade, trazendo às montadoras e autopeças benefícios. Para esses casos, há a possibilidade de extensão dos prazos de contratação, que seriam *model life time*, isto é, com a

duração do tempo de vida do modelo no mercado mais o tempo em que as peças devem estar disponíveis no mercado de reposição.

Outro aspecto destacado pelos mesmos autores é quanto a necessidade de novos investimentos por parte dos fabricantes de autopeças. Se esses alcançarem um patamar significativo, dependendo da escala de produção prevista o *followsourcing* pode não se tornar viável.

d) Contract Manufacturing (CM)

Segundo Pires (2009), com o crescimento da reestruturação da cadeia de suprimentos, de modo especial com a intensificação dos processos de *outsourcing* muitos fornecedores se especializaram em fabricar produtos ou componentes que, muitas vezes, não foram desenvolvidos por eles. Têm como característica principal o fato de serem ‘sem marca’, colocando a marca do cliente no produto ou componente produzido.

Han, Poterfield e Li (2012) destacam que neste tipo de relacionamento na cadeia de suprimentos o fabricante original do produto por meio de contratos com as empresas CMs garante o fornecimento de trabalho e habilidade para um específico produto.

Para Perunovic, Mefford e Christoffersen (2012) as empresas buscam este tipo de relacionamento principalmente quando os fornecedores CMs apresentam maior competência se comparado com a empresa contratante.

Segundo Pires (2009) alguns fatores têm contribuído para o aumento deste tipo de relacionamento, tais como: como redução dos ciclos de vida, redução do tempo de lançamento de novos produtos, necessidade de aumento da escala de produção, rápida obsolescência e vulnerabilidade de patentes.

Os CM têm assumido a responsabilidade pelos processos ligados à execução da produção, desde o abastecimento da planta até a entrega do produto no local determinado.

Pires (2009) ressalta que os maiores ganhos para as empresas CM são as economias de escopo e de escala proporcionadas pela produção simultânea para diversos clientes. Por outro lado, geralmente os CM assumem a responsabilidade de aquisição da matéria-prima, negociação de preços, comprando em pequenos volumes para se proteger da obsolescência e/ou obedecer a prazos de validade de estoques. Neste sentido, os CM são forçados a expandir sua base de fornecedores.

Outra questão importante é quanto programação da produção. Como os CMs produzem sob pedido (*make to order*), produtos, geralmente, de curto ciclo produtivo, eles dependem fundamentalmente das informações da demanda repassadas pelo cliente para tomar

as providências referentes à produção. No entanto, para produzir eles dependem do tempo de ressurgimento (que pode ser longo), e a providência não têm como esperar a confirmação do pedido por parte do cliente. Isso se complica à medida que se aumenta o número de clientes por recurso produtivo. Por outro lado, produzindo para vários clientes simultaneamente, ele tem mais chances de melhor poder equalizar a relação de carga de trabalho e capacidade (PIRES, 2009).

e) Early Supplier Involvement (ESI)

O ESI, podendo ser traduzido para a língua portuguesa como Envolvimento Antecipado do Fornecedor. Como o próprio nome diz, trata-se do envolvimento dos fornecedores desde a fase inicial do produto. Neste caso, o fornecedor traz sua competência e conhecimentos para criação de um produto de forma mais rápida, ao menor custo e maior qualidade (PIRES, 2009).

Desta forma, o ESI tem sido utilizado para envolver os fornecedores na concepção, desenvolvimento, construção e teste de protótipos, resultando na redução do tempo de lançamento do produto (*time-to-market*) e na incorporação do *know-how* do fornecedor. Este, por participar do projeto desde o início, pode contribuir para reduzir custos e melhorar a qualidade.

A integração do fornecedor com sucesso envolve um grande número de variáveis, tais como: estrutura da rede, grau de responsabilidade para o projeto, responsabilidades específicas no processo assentamento das necessidades, quando envolver o fornecedor no PDP, comunicação entre empresas, acordos de propriedade intelectual, membros dos fornecedores na equipe de projeto, alinhamento dos objetivos organizacionais entre fornecedor e cliente (BARROS FILHO, 2008; SANTOS, 2008).

A literatura apresenta modelos para a implementação do ESI que concordam que o nível de envolvimento do fornecedor varia segundo os riscos do projeto, competência e nível de responsabilidade do fornecedor no projeto (PIRES, 2009).

Neste sentido Bidault, Despres e Butler (1996), propõem cinco níveis de envolvimento do fornecedor na parceria que parte desde o fornecedor receber do cliente as necessidades técnicas (em termos de produto e processo) até um relacionamento com base em especificações funcionais, em que fornecedor assume total responsabilidade pelo projeto do componente desde a concepção até a manufatura, tendo o fornecedor direito de propriedade pelo desenvolvimento.

Dowlatshasi (1998) em seu modelo conceitual de ESI apresenta um conjunto de atividades organizada em quatro blocos (projeto, contrato, fornecedor e exigências de fabricação) essenciais para a implementação desta prática.

f) *In Plant Representatives (IPR)*

O *In Plant Representatives* caracteriza-se pela presença de representantes de determinadas empresas trabalhando em tempo integral em seus fornecedores, criando uma comunicação dinâmica e mais confiável entre as empresas envolvidas (SOARES; LIMA, 2007).

Segundo Troque e Pires (2003), este relacionamento de alocação de representantes junto aos clientes tem o objetivo de atender melhor às necessidades destes e propiciar um nível maior e mais ágil de informação sobre as demandas.

O representante do fornecedor, conhecido como IPR, se torna responsável por decisões relacionadas à programação de produção e aquisição de insumos, além de se dedicar a projetos de engenharia simultânea. O IPR substitui as funções do comprador e do planejador no cliente e a função do vendedor no fornecedor (FIRMO; LIMA, 2004; WANKE, 2012).

Esta prática apresenta destaque entre as montadoras, já que parte de seus principais fornecedores disponibilizam um representante em tempo integral dentro da empresa automobilística onde, por meio de um relacionamento mais próximo entre as empresas, correções de falhas de fabricação ou projeto podem ser corrigidas de forma mais eficaz.

Ainda, essa prática possibilita a criação de um diferencial competitivo muito grande em empresas que operam em indústrias em que a tecnologia é um fator preponderante. A possibilidade de se ter um fornecedor atuando diariamente na produção, sugerindo melhorias e contribuindo para novos produtos, promove um impulso significativo no sentido da diferenciação. Já para os fornecedores, a possibilidade de estabelecer uma relação tão próxima com seus clientes, configura uma nova e eficaz estratégia competitiva (TROQUE; PIRES, 2003).

Ainda segundo os mesmos autores, a Programação Mestre de Produção (*Master Production Schedule – MPS*) das plantas do cliente e fornecedor, operando nessa prática, é influenciado à medida que as programações são feitas de forma mais automatizadas e padronizadas e com esse mecanismo as alterações nos planos de produção podem ser mais constantes.

Para Pires (2009) existe também uma situação inversa, onde a empresa cliente fica alocada dentro do fornecedor. O objetivo desta prática é o de estar mais próximo possível do fornecedor e com isso melhorar o nível de serviço.

g) Consórcio Modular

O Consórcio Modular segundo Marx, Zilbovicius e Salerno (1997), baseia-se na transferência de todas as operações de montagem para os fornecedores de primeiro nível, denominados modulistas. Este sistema visa, entre outras coisas, produção mais ágil e redução de custos quando comparados ao modelo tradicional de montagem.

Segundo Resende et. al. (2002), o produto final é dividido em módulos e estes fornecidos e montados em conjunto por empresas, sendo que estas se encontram dentro da mesma planta, confluindo para um produto final. A empresa líder não realiza nenhum tipo de montagem, mas assegura a qualidade final do seu produto. Constitui-se, assim, um caso radical de *outsourcing*.

Com a organização modular, o foco estratégico da montadora passa a ser em outras atividades como projeto do produto, qualidade, distribuição e *marketing*. E o foco na produção passa a ser de responsabilidade dos fornecedores que anteriormente se preocupavam somente em entregar os sistemas para a montadora (RESENDE et. al., 2002).

Firmo (2005) ressalta que um dos aspectos de maior relevância dentro desse novo modelo industrial é a necessidade da troca de informações entre todas as suas partes constituintes. Todas as decisões de produção são tomadas em conjunto, buscando a melhor opção para os diferentes parceiros.

Entre os modulistas e a montadora fica estabelecido um contrato de fornecimento de longo prazo com condições especiais como retorno do capital investido pelo fornecedor e sistemas de pagamento específicos (SALERNO et. al., 2001² *apud* ARAÚJO e DALCOL, 2007). Nesta prática, os investimentos em equipamentos e mão de obra dedicada à etapa final do produto são de propriedade da montadora, o que implica na redução da flexibilização dos fornecedores (RESENDE et. al., 2002).

² SALERNO, M. S.; MARX, R.; ZILBOVICIUS, M.; GRAZIADIO, T.; DIAS, A. V. C.; MUNIZ, S. T. G.; IVESON, S.; HOTTA, M. A.; SOARES, R. **Mapeamento da nova configuração da cadeia automotiva brasileira: síntese dos principais resultados temáticos**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2001. Disponível em <<http://www.prd.usp.br/cadeiaautomotiva/Default.htm>>.

Como resultado, o sistema de consórcio possibilita reduzir o ciclo de produção com custos mais baixos do que o modelo tradicional (CRISPIM; TOLEDO, 2003; REIS; DALCOL, 2009).

h) Condomínio Industrial (CI)

Dias (1998), define CI como a configuração em que alguns fornecedores, escolhidos pela montadora, estabelecem suas instalações nas adjacências da planta e passam a fornecer componentes ou subconjuntos completos.

É a montadora quem negocia benefícios com o governo local, oferece o terreno e a infraestrutura básica, além de projetar um sistema de produção compatível com os módulos do produto e de definir quais módulos devem ser produzidos no condomínio (SALERNO, 2001).

Segundo Guarnieri, Hatakeyama e Resende (2009) no CI, os componentes da cadeia de suprimentos compartilham responsabilidades e custos envolvidos na montagem dos veículos. O CI é uma aplicação um pouco menos radical que o modelo de Consórcio Modular, os fornecedores abastecem a montadora em uma base *Just In Sequence* (JIS), não mais com peças e sim com módulos ou sistemas, porém a montagem final dos veículos permanece a cargo da montadora.

Alguns fornecedores sistemistas instalam suas unidades fabris no terreno da montadora, o que viabiliza a entrega dos módulos JIS. Todas as empresas dividem custos de infraestrutura, alimentação, saúde e transporte, entre outros serviços. Os sistemistas têm garantido um contrato de fornecimento de longo prazo (geralmente pelo tempo de vida do modelo do veículo), além de qualificarem-se como futuro fornecedor em outras unidades fabris da montadora (GRAZIADIO, 2004; GUARNIERI; HATAKEYAMA; RESENDE, 2009).

Segundo Graziadio (2004), este conceito traz ganhos indiretos, como menor *lead time*, menor movimentação de partes, otimização de embalagens e do transporte e maior especialização dos fornecedores. É interessante notar que, na condição de especialistas, estes fornecedores se aproximam “tecnologicamente” da montadora.

i) Milk-Run

Segundo Pires (2009) o *Milk-Run* é uma prática logística de *inbound* com origem atribuída aos tradicionais sistemas de abastecimento das usinas pasteurizadoras e beneficiadoras de leite.

Sadjadi, Jafari e Amini (2009) apresentam o *Milk-Run* como um sistema que determina a rota, o horário, o tipo e o número de peças que os caminhões (da própria empresa ou de uma terceira) deverão receber das ordens de vários fornecedores o centro de demanda (montadora, por exemplo). O objetivo é reduzir custo de transporte e inventário.

Para os autores, normalmente este sistema é aplicado quando há distâncias curtas entre as plantas e remessas com frequência de entrega e valor. Destaca-se que a frequência da entrega das remessas depende do preço e do tamanho das peças. Peças de grande porte e valiosas têm que ser transportadas com mais frequência para evitar o aumento das despesas de inventário.

Neste sistema, é determinado o período do pedido para cada fornecedor e o calendário baseada nas saídas do sistema Planejamento das Necessidades de Materiais (*Material Requirement Planning – MRP*). Também se determina a coerência e a rota de coleta das peças. Assim, Sadjadi, Jafari e Amini (2009) ressaltam três mudanças principais no sistema para a execução do *Milk-Run*: redução do número de pedidos e estoques; aumento do número e frequência de entrega para a fábrica; desenvolver um curso regular do fluxo de entrada de materiais na fábrica.

j) *Cross-docking*

Segundo Pires (2009) de forma simples pode-se definir o *Cross-Docking* como uma prática que visa evitar armazenagens desnecessárias em Centros de Distribuição (CD) ou em locais que trabalham como tal.

A principal contribuição desta prática é quanto a redução dos estoques em armazéns, aumento do fluxo de materiais, melhora na utilização dos recursos financeiros e redução dos *lead times*. O ponto chave da prática é o foco na transposição da carga em detrimento da armazenagem. O mecanismo mais típico de CDs é de que recebem produtos de diversos fornecedores executando o processo de separação e despacho para clientes localizados em diferentes localidades. Essa carga chega geralmente em um formato mais consolidado e é despachada na forma fracionada. O procedimento convencional é receber esse material dos fornecedores e imediatamente remetê-los às posições de armazenagem, onde ficam até o momento da formatação da carga que será despachada aos clientes. Assim, o *Cross-Docking* procura minimizar ou eliminar o processo de armazenagem (PIRES, 2009).

Para o sistema funcionar a contento deve existir uma integração e sincronização entre os programas de expedição e de recebimento de matérias-primas, ou seja,

em tese o programa de recebimento deve estar subordinado ao programa de distribuição e atendimento aos clientes. Assim, o material a ser recebido dos fornecedores tem seu horário e doca de recebimento predeterminada, de tal forma a facilitar o processo de separação e de formatação das cargas a serem despachadas nas docas de expedição. Neste aspecto, o uso intensivo de tecnologia de informação como códigos de barras, etiquetas eletrônicas, radiofrequência e de *Warehouse Management Systems* (WMS) é praticamente imprescindível (VIVALDINI e PIRES, 2010).

k) *Transit Point*

Pires (2009) afirma que o *Transit Point* pode ser considerada uma forma racional de se aumentar a efetividade e a capilaridade de um sistema de distribuição sem necessariamente incorrer em custos logísticos adicionais. O objetivo é atender a determinada região distante da fonte de abastecimento, ou de difícil acesso a partir do envio de cargas consolidadas, em um veículo maior. Assim no CD as cargas são repassadas em veículos menores que operam localmente.

Nesse caso as cargas principais são despachadas com a identificação de seus destinos no momento do fracionamento. Isso facilita e agiliza o processo de transferência para os veículos menores, o que pode ser feito em locais que possuem bem menos recursos de movimentação de materiais do que armazéns e CDs, tais como, galpões, postos de gasolina e terrenos comuns.

l) *Merge in Transit*

Esta prática está diretamente relacionada com o processo de distribuição com crescente aplicação no âmbito de produtos de alto valor agregado e curtos ciclos de vida, com produção globalizada e feita em várias plantas (*multi-sites*) (PIRES, 2009).

A lógica principal é coordenar o processo de distribuição de tal forma que macrocomponentes do produto final, oriundos de diversos fornecedores, possam ser reunidos (consolidados) em um ponto mais próximo do consumidor final. No entanto, esta prática depende do potencial de modularização do produto distribuído. Tal processo tende a evitar armazenagens e transportes desnecessários ou redundantes, mas requer uma atenção especial com a integração e coordenação das atividades.

Assim, esta prática pode ser definida como a coordenação dos fluxos de componentes, gerenciando o respectivo *lead time* de produção e transporte, para que estes sejam consolidados em instalações próximas aos mercados consumidores, no momento de sua

necessidade, sem implicar em estoques intermediários, exigindo, portanto uma coordenação muito rigorosa. Seu objetivo é montar produtos ao longo da cadeia de distribuição (LACERDA, 2000).

A consolidação poderá ser feita de forma simples: reunião dos itens oriundos de várias localidades para o mesmo embarque ou ainda de formas mais complexas, incluindo processos que adicionem valor agregado ao produto como sub-montagens simples feitas no ponto de consolidação.

As vantagens proporcionadas pelo *Merge in Transit*, de acordo com Juvella e Vanalle (2002) são: redução de inventário, redução do tempo de ciclo de atendimento e redução do custo de transporte, quando comparado ao conceito tradicional (onde cada fornecedor faz a entrega de seus produtos ao cliente).

Para um bom funcionamento do *Merge in Transit* é necessário que as ordens de compra sejam colocadas a tempo pelo vendedor ou cliente; os processos devem ser padronizados; para que haja uma troca de informações, é desejável a utilização de EDI; e ainda deve-se contar com fornecedores de alta confiança, pois todo esse processo dependerá dos fornecedores.

3.1.2 Tecnologia da Informação (TI) na Cadeia de Suprimentos

As práticas de TI são aquelas que estão relacionadas com o fluxo de informação entre as organizações de uma cadeia de suprimentos, seja relacionada à programação da produção, ao nível de estoque ou o *status* que o produto se encontra no processo produtivo

Dentre as práticas, as analisadas neste trabalho são: *enterprise resourcing planning, distribution requirement planning, electronic data interchange, warehouse management system, advance planning and scheduling, radio-frequency identification, transportation management system* e comércio eletrônico.

a) Enterprise Resource Planning (ERP)

Corrêa, Gianesi e Caon (2001) definem ERP como um sistema busca suportar todas as necessidades de informação para a tomada de decisão gerencial de um empreendimento como um todo. Tais autores destacam este sistema é considerado um estágio mais avançado que os *Manufacturing Resource Planning* (MRP II). Pois além de atender as necessidades de informação quanto à manufatura (função básica do MRP II), também atende

as necessidades de informação para apoio da tomada de decisão dos setores de distribuição física, custos, recebimento fiscal, faturamento, recursos humanos, finanças, contabilidade, entre outros, todos integrados entre si a partir de uma base de dados única e não redundante.

A maioria dos sistemas ERPs disponíveis no mercado hoje, a grosso modo, contemplam módulos de Gestão de Operações, Distribuição e Logística, Gestão Financeira, Contábil e Fiscal, Gestão de Recursos Humanos, entre outros (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2001).

Dentre as principais informações disponíveis e gerenciadas no módulo Gestão de Operações e Distribuição e Logística pode-se destacar: previsão e análise de vendas; lista de materiais, programa mestre de produção, gestão da capacidade, planejamento das necessidades de materiais, compras, controle de fabricação, controle de estoques, engenharia e projeto do produto, distribuição física, gerenciamento de transportes, gerenciamento de projetos, apoio à produção repetitiva, gestão de produção em processos, apoio à programação com capacidade finita de produção discreta, configuração de produtos, entre outros (CORRÊA, GIANESI e CAON, 2001).

b) *Distribution Resources Planning (DRP)*

O DRP, traduzido para a língua portuguesa como Planejamento de Recursos de Distribuição, é uma prática utilizada quando os fabricantes fazem uso de centros de distribuição para escoamento da produção.

Neste sentido, parte da programação da produção realizada pela empresa fabricante da cadeia de suprimentos é composta para atender a demanda e parte para reposição de estoques dos centros de distribuição. No segundo caso, mais conveniente do que prever a demanda é gerenciar de forma integrada a cadeia de distribuição, podendo ser feito através do DRP (CORRÊA, 2010).

Para cada centro de distribuição é definido um sistema de gestão de estoque determinando tamanho de lote para os pedidos, *lead time* de transporte e estoque de segurança. As informações quanto à quantidade de estoque disponível em mãos é informada via sistema de informação integrado. A medida que surge a necessidade são gerados os pedidos que são inseridos na Programação Mestre de Produção (MPS) do fabricante. Este, por meio do Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP) geram os pedidos aos fornecedores (que podem estar integrados via outro sistema DRP). Com este mecanismo entendido e implantado corretamente, toda a cadeia de suprimentos pode ser conectada. Pois

é possível gerar um fluxo uniforme, com estoques reduzidos e balanceados com as operações que fornecem produtos e as operações que os demandam (CORRÊA, 2010).

c) *Electronic Data Interchange (EDI)*

O EDI surge a partir da intensa necessidade do uso e os avanços na área de Tecnologia de Informação (TI). A TI na cadeia de suprimentos pode ser considerada como o processo de vincular o ponto de produção e o ponto de entrega ou compra de forma natural, capaz de estabelecer um rastro de informações que acompanha o produto físico, e permite o planejamento, rastreamento e estimativa do lead times baseados em dados reais (FIRMO; LIMA, 2004).

Segundo Nascimento Neto, Oliveira e Ghinato (2002), o custo decrescente da tecnologia, associado a sua maior facilidade de uso, permite aos executivos o uso de meios para coletar, armazenar, transferir e processar dados com maior eficiência, eficácia e rapidez. Pedidos de clientes e de ressuprimento, necessidades de estoque, movimentações nos armazéns, documentação de transporte e faturas são algumas das informações mais comuns que atravessam o fluxo de informação.

Vivaldini e Pires (2010) destacam que o EDI desde seu surgimento teve como propósito principal executar a troca eletrônica de dados entre computadores de empresas parceiras em determinados negócios. Os dados trocados costumam ser documentos com uma estrutura padrão fixa, estruturados e envolvendo informações de uma cadeia de suprimentos como programas de produção e de entregas, pedidos de produtos, avisos de recebimento, necessidades de reposição de estoques, listas de faturas a pagar, dentre outras.

O projeto EDI dentro da empresa visa otimizar o processo de suprimentos e gerar confiabilidade e eficiência no fluxo de informação, fatores necessários na busca de melhoria de desempenho dos processos conjuntos e na consolidação da parceria com os fornecedores.

Portanto, o projeto EDI tem como objetivo interligar eletronicamente a empresa com seus principais fornecedores, permitindo desta maneira a transmissão segura, rápida e eficiente de dados entre as empresas.

Pires (2009) ressalta que fatores ligados à padronização e ao custo operacional, levaram ao surgimento de empresas provedoras de serviço de suporte e de infraestrutura à operação do EDI, chamadas de *Value Added Networks* (VANs). Estas empresas assumem a responsabilidade pela implementação da infra-estrutura da rede, pela definição do formato

dos dados trocados, pela definição do *software* de comunicação e de tradução de dados trocados.

Outro serviço associado à expansão do EDI são os *Backbones*. São serviços baseados em estruturas de rede de maior abrangência, na qual a empresa usuária a esse provedor pode se conectar a uma rede maior, interligando uma quantidade maior de empresas e operadas a um custo relativamente menor do que as redes dedicadas (PIRES, 2009).

Além dessas redes físicas que conectam as empresas, é necessário, para uma melhor comunicação entre os parceiros envolvidos na utilização EDI, que exista uma linguagem padrão que facilite a troca de informações, o que é realizado com o uso do *Electronic Data Interchange For Administration, Commerce and Transport* (EDIFACT). Normalmente esse padrão é estabelecido por entidades setoriais e organizações gerais (PIRES, 2009). O objetivo do EDIFACT é a transmissão de documentos entre entidades, comumente indústrias e governos, portanto seu padrão descreve além da formatação do arquivo, também a distribuição dos dados.

O EDIFACT é uma maneira padrão de descrever textualmente a informação para a comunicação entre sistemas de informação distintos. A norma é revista periodicamente, e novos tipos de mensagens são constantemente adicionados, enquanto os existentes são atualizados para refletir mudanças de necessidades empresariais ou governamentais. Para garantir a segurança, um arquivo no formato EDIFACT é projetado para leitura eletrônica, e portanto é inadequado para leitura humana. Sua estrutura em árvore assemelha a alguns padrões mais recentes como XML e JSON, possuindo delimitadores diferentes e um foco de aplicações menor (PIRES, 2009).

Vivaldini e Pires (2010) destacam que apesar de sua expansão e da redução considerável dos custos de implementação e operação, ainda não se expandiu para o uso de pequenas e médias empresas. A possibilidade do uso do EDI via internet auxiliou no acesso, no entanto, a restrição ao uso fica por conta da desconfiança quanto à segurança de informações confidenciais.

d) Warehouse Management System (WMS)

O WMS é definido por Banzato (1998) como um sistema de gestão de armazéns que otimiza todas as atividades operacionais (fluxo de materiais) e administrativas (fluxo de informações) dentro do processo de armazenagem, incluindo recebimento, inspeção, endereçamento, estocagem, separação, embalagem, carregamento, expedição, emissão de

documentos e inventário, entre outras, que integradas atendem às necessidades logísticas, maximizando os recursos e minimizando desperdícios de tempo e de pessoas.

Em outras palavras, Arozo (2003) afirma que os WMS são responsáveis pelo gerenciamento da operação do dia-a-dia de um armazém. Sua utilização está restrita a decisões totalmente operacionais, tais como: definição de rotas de coleta, definição de endereçamento dos produtos, entre outras.

O principal objetivo desse software é melhorar a operacionalidade de um armazém, almoxarifado, centro de distribuição ou qualquer processo de armazenagem necessário na cadeia de suprimentos, através do eficiente gerenciamento de informações e de recursos operacionais. As informações utilizadas são provenientes de transportadoras, da produção, do sistema integrado de gestão (ERP) da organização, dos clientes e/ou fornecedores. O WMS utiliza estas informações para receber, inspecionar, estocar, controlar, separar, embalar e expedir mercadorias da melhor forma possível. Para tanto, o WMS deve se integrar aos sistemas de gestão de informações corporativos (ERP), e desta maneira contribuir para a integração da sistematização e automação dos processos na empresa (GUARNIERI et. al., 2006; RAMOS; MELO, 2003).

Dentre as funções de um WMS, pode-se destacar: programação e entrada de pedidos, planejamento e alocação de recursos, portaria, recebimento, inspeção e controle de qualidade, estocagem, transferências, separação de pedidos, expedição, inventários, controle de contenedores, e relatórios (BANZATO, 1998).

e) *Advance Planning and Scheduling (APS)*

Para Bremer e Menegusso (2012), os Sistemas APS visam suportar os processos de planejamento dentro de uma visão mais integrada e baseada em fatos e análises. Para tanto, os sistemas APSs são divididos em módulos que consideram diferentes temas (demanda, cadeia, produção e logística) e horizontes de tempo (curto, médio e longo prazo).

O APS consiste em uma classe de softwares de otimização da cadeia de suprimentos, que envolve desde o planejamento da demanda, produção e distribuição, possibilitando conectar as decisões na cadeia de suprimento e administrá-las de maneira integrada (CARDOSO, 2000).

Destaca-se que este sistema tem como base para seu funcionamento três lógicas: os sistemas de capacidade finita, a teoria das restrições e os sistemas de integração da produção (tais como MRP II). Assim, a partir da integração das informações da função

produção se cadencia a produção e sequencia otimizando a utilização dos recursos com base nas capacidades finitas, de modo especial, do recurso restritivo (NASCIMENTO NETO; OLIVEIRA; GHINATO, 2002).

Segundo Bremer e Menegusso (2012), os módulos dos sistemas APS são: desenho da malha, e planejamento estratégico de estoques (nível estratégico); planejamento e previsão da demanda, e planejamento da cadeia (nível tático); programação da produção, sequenciamento da produção, programação de compras, programação da distribuição, sequenciamento do transporte, verificação da disponibilidade para atendimento, e monitoramento das exceções da cadeia (nível operacional).

Nascimento Neto, Oliveira e Ghinato (2002) destacam que a eficácia do sistema APS depende diretamente da qualidade e da rapidez do fluxo de informações. Por isso, um dos sistemas que pode garantir a qualidade e rapidez desse fluxo é o ERP. Tais autores ressaltam ainda que um impacto comum que o APS provoca na empresa é a redução dos níveis de estoque.

f) *Radio-Frequency Identification (RFID)*

Segundo Corrêa (2010) o conceito de RFID, traduzido para a língua portuguesa como Identificação por Radiofrequência, é uma forma de identificar um objeto (ou pessoa) usando transmissão remota de alta frequência. Para tanto, pode ser usada para identificar, rastrear, selecionar ou detector uma grande variedade de objetos.

A comunicação se estabelece entre uma leitora e um transmissor, em geral, por meio de um circuito integrado eletrônico anexo a uma antena (chamado *tag* ou etiqueta). Estas etiquetas são anexas aos objetos e armazenam informação sobre o mesmo. Quando as etiquetas passam pelo campo magnético gerado pela leitora, as informações são transmitidas identificando-se o objeto (CORRÊA, 2010).

Dentre os benefícios potenciais do RFID, Correâ (2010) destaca: notificação imediata do *status* do objeto, rastreabilidade, melhor gestão do estoque, entre outros.

g) *Transportation Management System (TMS)*

TMS pode ser definido como um *software* que auxilia no planejamento, execução, monitoramento e controle das atividades relativas a consolidação e movimentação de carga, expedição, emissão de documentos, entregas e coletas de produtos, rastreabilidade da frota e de produtos, histórico de fretes e transportadoras, auditoria de fretes, apoio à

negociação, planejamento de rotas e modais, monitoramento de custos e nível de serviço, e planejamento e execução de manutenção da frota (MARQUES, 2012; VIVALDINI; PIRES, 2010).

Marques (2012) descreve as principais funcionalidades dos TMSs dividindo-as em grupos: monitoramento e controle; planejamento e execução; apoio à negociação e auditoria de frete; e manutenção da frota.

Quanto ao monitoramento e controle, os softwares possuem a funcionalidade de monitorar diversas variáveis, dentre elas cita-se: desempenho dos transportadores, modais de transportes, utilização de frete *premium*, frete retorno, cargas expedidas, número de veículos utilizados, desempenho das entregas, avarias, entre outros. Com isso é possível monitorar e controlar custos, serviços e *tracking*.

As funcionalidades de planejamento e execução existem como soluções capazes de determinar as rotas e modais a serem utilizados, sequenciar as paradas dos veículos e o tempo estimado de cada uma delas, preparar os documentos necessários para o despacho dos veículos e verificar a disponibilidade dos mesmos.

Quanto à funcionalidade apoio à negociação e auditoria de frete, estes sistemas mantêm uma base de dados das tarifas de frete praticadas para remunerar o serviço prestado e para o processo de auditoria. O software compara o valor cobrado pelo prestador do serviço de transporte contra o que foi calculado e apresenta as eventuais diferenças. O cadastramento de todas as condições comerciais, por volumes, fracionamento de carga, diferentes custos por modais, frete por viagem, entre outras particularidades, além de todas as informações dos transportes realizados (volumes expedidos por modais, tipos de veículos, rotas, tamanho das cargas e destinos) são a base de dados para a realização da Auditoria de Fretes.

Por fim, com a funcionalidade manutenção da frota, faz o planejamento e agendamento da manutenção da frota, além do monitoramento de itens críticos. Desta forma, aumenta a disponibilidade da frota dentro de sua capacidade, através da manutenção monitorada, prevendo possíveis problemas que possam ocorrer nas partes mecânicas e elétricas do veículo e informações gerenciais detalhadas e de fácil acesso que permitem uma rápida tomada de decisão.

h) Comércio Eletrônico (E-commerce)

Comércio eletrônico é um tipo de transação feita especialmente por meio de um equipamento eletrônico, ou seja, é a compra e a venda de informações, produtos e serviços através de um equipamento eletrônico.

Segundo Applegate, McFarlan e McKenney (1996)³ *apud* Albertin (1998) o comércio eletrônico envolve mais do que apenas comprar e vender. Ele inclui todos os tipos de esforços de pré-vendas e pós-vendas, assim como um conjunto de atividades auxiliares, que, por sua vez, incluem novos enfoques para pesquisas de mercado, geração de condução qualificadas de venda, anúncios, compra e distribuição de produtos, suporte a clientes, recrutamento, relações públicas, operações de negócios, administração da produção, distribuição do conhecimento e transações financeiras.

Jin e Yu (2011) definem *e-commerce* como a aplicação de ferramentas eletrônicas aos negócios que permitem alta eficiência e baixo custo na troca de mercadorias.

Ao ser implementado, a prática pode possibilitar a conexão direta dos vendedores e dos compradores, a troca de informações digitais entre eles, a eliminação dos limites de tempo e lugar e a atualização dos dados em tempo real. O *e-commerce* pode ser de diferentes tipos: B2B (principalmente referindo-se a fornecedores e agentes ou transações de negócios entre fornecedores), B2C (refere-se a vendas on-line ao cliente), C2C (um típico exemplo de leilão *on-line*) e C2B (agora a tendência de "negociação coletiva"). Dentre eles, o mais comum é a relação B2B.

Destaca-se que com o uso cada vez mais intensificado o uso do *e-commerce* tem aumentado. Com isso ocorre a necessidade de mudanças na GCS, criando condições favoráveis para a implantação do mesmo. Dentre os impactos mais relevantes desta implementação é o padrão de comunicação entre os membros de uma mesma cadeia de suprimentos (MCIVOR; HUMPHREYS; MCCURRY, 2003).

3.1.3 Programas de Resposta Rápida (PPR)

Segundo Wanke (2012) os PRRs são iniciativas em que diversos clientes e fornecedores buscam redesenhar seu fluxo de produtos, e conseqüentemente as operações de produção e de distribuição, através de um maior compartilhamento de informações. Assim, os PRRs são serviços logísticos alicerçados na cooperação e no compartilhamento das informações da demanda do cliente com seu fornecedor. Dentre as diversas práticas, os PRRs

³ APPLGATE, L. M.; MCFARLAN, F. W.; MCKENNEY, J. L.; **Corporate information systems management: text and cases**. Boston: Irwin, 1996.

apresentados nesta tese são: *quick response, efficient consumer response, vendor managed inventory, continuous replenishment, collaborative planning forecasting and replenishment e just-in-sequence.*

a) Quick Response (QR)

Segundo Fugate, Sahin e Mentzer (2005), o QR centra-se na construção de uma parceria de colaboração entre fabricantes e varejistas, encurtando o tempo de reposição do fabricante e dando ao varejista a chance de colocar uma ordem pequena no início do período, observando a demanda inicial e escolhendo uma quantidade ótima de reabastecimento para maximizar os lucros com base na demanda observada. O fabricante alcança ganhos pela colaboração, melhorando a precisão das previsões e revisando os planos de produção com base na demanda inicial.

Para Wanke (2012), trata-se de um programa de Resposta Rápida, o qual os dados coletados nos pontos de venda do cliente são compartilhados com os fornecedores, que utilizam estas informações para sincronizar suas operações de produção e seus estoques com as vendas reais do cliente.

Choi e Sethi (2010) apresentam um básico mecanismo de funcionamento do QR. O varejista envia dados de seu ponto de venda para o seu fornecedor que faz uso dessa informação para melhorar a previsão de demanda e programação da produção e de distribuição. Esta simples parceria fornecedor-varejista pode efetivamente reduzir o tempo de espera necessário para reposição de estoques.

Tais autores ressaltam que o QR é acreditado por sua implementação gerar os seguintes benefícios: atenua o efeito chicote, melhora a gestão de inventário através de uma melhor adequação da oferta e da demanda em tempo hábil, melhora o serviço ao cliente por evitar rupturas e melhora a velocidade de entrega. Para tanto, diversas práticas de SCM são associadas à lógica QR, tais como CPFR, VMI, sistemas RFID e sistemas ERP.

Quanto aos benefícios trazidos aos fornecedores não há consenso, pois há um custo alto de investimento, bem como uma queda potencial na quantidade de SKU por produto vendido (CHOI; SETHI, 2010).

b) Efficient Consumer Response (ECR)

Um dos objetivos do ECR é de encontrar novas alternativas para o desenho do canal de distribuição (GHISI e SILVA, 2006). Segundo Chan (1999)⁴ apud Miranda e Casarini (2000) o ECR pode ser definido como um modelo estratégico de negócios no qual produtores e varejistas trabalham de forma integrada, buscando melhorar a eficiência da cadeia de abastecimento, possibilitando fornecer um maior valor ao consumidor final

O ECR (traduzido para a língua portuguesa como Resposta Eficiente ao Consumidor), aliado à tecnologia do EDI tem proporcionado melhor entendimento do comportamento do mercado e subsidiando as decisões de marketing e produção (PIRES; MUSETTI, 2000).

Esta prática, segundo Pires (2009), é sustentada por meio de quatro processos: Reposição Eficiente de Produtos; Introdução Eficiente de Produtos; Sortimentos Eficiente de Produtos; e Promoção Eficiente de Produtos.

Trata-se de um sistema de reposição automática de estoques consumidos nos pontos de venda. Quando o produto é vendido e é efetuado o pagamento, a informação da venda é contabilizada para efeito de faturamento e de baixa no estoque. Essa informação é repassada ao fornecedor via EDI, que pode planejar e providenciar a reposição do produto. Para tal implementação, faz-se necessário investimentos em tecnologia da informação como em: EDI, código de barras, *scanners*, RFID, entre outros (PIRES, 2009).

c) Vendor Managed Inventory (VMI)

O VMI, traduzido para a língua portuguesa como Estoque Gerenciado pelo Fornecedor, foi popularizado no final da década de 1980 e início década seguinte nos EUA em projetos das organizações Wal-Mart e Procter & Gamble (PIRES, 2009; WALLER, JOHNSON; DAVIS, 1999).

Segundo Elvander, Sarpola e Mattsson (2007) o conceito de VMI ganha visibilidade com o crescimento da necessidade de colaboração e integração na cadeia de suprimentos. Nesta prática colaborativa, a responsabilidade do gerenciamento do estoque do cliente é realocada do consumidor para o fornecedor. Dentre os muitos benefícios sugeridos pelos autores destacam-se: aumento do nível de serviço, redução de *lead time* e aumento do giro de estoque, redução de *stock-outs*, aumento do controle do efeito chicote e redução dos

⁴ CHAN, A.; Efficient Consumer Response – el desafío para la integración del Comercio y la Industria de Consumo Masivo. IN: **Anais II Congreso EAN**, Costa Rica , 1999.

custos. Destaca-se que o VMI, bem como, CR, QR e ECR, tem sido implementados com o objetivo de aumentar a eficiência do estoque e da demanda.

Assim, Fugate, Sahin e Mentzer (2005) definem de modo sintético VMI como o mecanismo que permite ao fornecedor controlar os níveis de estoque do distribuidor e tomar decisões de reposição periódica envolvendo quantidades da ordem, o modo de entrega, bem como o calendário das reposições.

Em termos de conceito, Hines et. al. (2000) define VMI como estratégia colaborativa entre um consumidor e um fornecedor para otimizar a disponibilização de produtos ao mínimo custo para as duas empresas. O fornecedor assume a responsabilidade pela gestão operacional de estoque por um determinado prazo em um comum acordo de metas de desempenho que são constantemente monitoradas e atualizadas para a criação de um ambiente de melhoria contínua.

Desta forma, além do fornecedor ter a responsabilidade de gerenciar o estoque de seu cliente, também se responsabiliza pelo processo de reposição. Nesse sentido, o VMI é uma forma de realizar negócios baseados na confiança mútua, parceria, confiança e compartilhamento extensivo de informações entre fornecedor e clientes. Assim, seu funcionamento efetivo requer significativa integração de informações e de coordenação de processos e operações entre empresas da cadeia de suprimentos nele envolvidas (PIRES, 2009).

Elvander, Sarpola e Mattsson (2007) em seus estudos encontraram algumas dimensões acerca sistemas VMI, tais como: natureza do acordo de fornecimento, tipo de produto, localização física do estoque, propriedade do estoque, formato/decisão de ressuprimento, modelo de comunicação, fornecimento (estoque ou sincronização da produção), inspeção interna dos produtos, destino (linha ou estoque), *merchandising*, modelo de distribuição, nível de estoque monitorado e visibilidade da demanda, papel dos sistemas de informação (suporte ou automatizado), acesso à informação.

Blatherwick (1998) destaca que uma causa frequente de insucesso do VMI continua sendo o inadequado sistema de controle e de emissão de ordens. Isso pode ser explicado pelo fato de que a grande maioria das empresas continuam gerenciando seus estoques sob uma perspectiva interna e isolada.

d) Continuous Replenishment (CR)

Segundo Pires (2009) a CR é considerado um prática que complementa/substitui o VMI. Surgida no início dos anos 1990 busca, assim como o ECR, atender os processos de promoção, reposição de estoques, sortimento de estoques e introdução de novos produtos.

A CR é uma prática que elimina a necessidade de pedidos de ressuprimento e possui como meta estabelecer uma cadeia de suprimentos flexível e eficiente, onde o estoque seja suprido de forma contínua. Para Wanke (2012), nesta estratégia os fornecedores recebem os dados do ponto de venda para preparar carregamentos em intervalos regulares e assegurar a flutuação do estoque no cliente entre determinados níveis de máximo e mínimo. Esses níveis de estoque podem variar em função de padrões sazonais de demanda, promoções e mudança no consumo.

A CR pode ser gerenciada de três formas, de acordo com a responsabilidade do processamento das informações e pela decisão da reposição, sendo no varejo, no fornecedor ou no operador logístico.

Andraski (1994) afirma que a CR é um serviço de valor agregado que melhora as relações entre fabricante e consumidores. De modo operacional, a CR se utiliza de EDI incorporando um aplicativo do *software* capaz de criar recomendações de pedidos de ressuprimento baseado no movimento histórico do produto, no estoque disponível e na previsão específica de um consumidor. Assim, normalmente a CR terá como resultados pedidos menores e mais frequentes. No entanto, a questão é se as organizações envolvidas estão preparadas de modo operacional e organizacional, e se tem a necessária infraestrutura de sistema no local para a implantação.

Assim, por meio da CR é possível gerir estoques nas lojas dos varejistas. Para tanto, a política de estoque é baseada na previsão de vendas e construída com base na demanda histórica. Como a CR é um processo usualmente de propriedade e gerenciado pelo fornecedor, permite a gestão da cadeia de suprimentos em diferentes níveis (por exemplo, por produtos ou por lojas) de acordo com a necessidade do negócio. Na CR, através de dados dos pontos-de-venda (disponibilizado pelo cliente) que são consolidados em um padrão mensal e da comparação desses valores com os do ano anterior, realiza-se uma previsão de vendas futuras (PIRES, 2009).

Andraski (1994) e Pires (2009) afirmam que o processo de criar o padrão de vendas e então prever eventos futuros é considerado a maior fraqueza da CR, pois, apesar de o cálculo de previsão ser bem realizado, seu sucesso depende da habilidade do analista que

gerencia a reposição contínua a partir de uma demanda real que chega do varejista. Para não correr riscos, normalmente são feitos pedidos com volume acima da necessidade, gerando quantidade de estoque na cadeia com um todo.

e) *Collaborative, Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR)*

De acordo com Seifert (2003), CPFR pode ser definido como uma iniciativa entre todos os participantes de uma cadeia de suprimentos com a intenção de aumentar o relacionamento através do gerenciamento conjunto dos processos envolvidos, do planejamento dos mesmos e do compartilhamento de informações.

O CPFR tem por objetivo, ajudar as empresas a administrar e compartilhar informações conjuntamente. Sua intenção é equilibrar a relação na cadeia mediante controle de estoque em todos os elos (VIVALDINI; SOUZA; PIRES, 2008).

Segundo Pires (2009) o CPFR visa facilitar a colaboração entre as empresas, principalmente no tocante à previsão de vendas. Seu sucesso dependerá de questões básicas, como a existência de processos internos às empresas bem estruturados e operacionalizados, bem como o estabelecimento de uma sólida relação entre as empresas parceiras. Seifert (2003) destaca que o CPFR tem suas origens no *Efficient Response Consumer* (ECR). Desta forma, o ECR ajustado deve servir como pré-requisito para a implementação do CPFR.

Um dos mecanismos que facilitam o processo de implementação do CPFR é o aproveitamento de práticas de gestão já em uso, como VMI, ECR e outras, bem como ter uma infra-estrutura de Tecnologia de Informação Computacional (TIC) que facilite o processo. Outro destaque é o fato de implementações de CPFR estarem mais presente em mercados mais competitivos e com demanda mais volátil, como, por exemplo, no segmento de alimentos e objetos da moda (VIVALDINI; SOUZA; PIRES, 2008).

O CPFR pode ser visto como um conjunto de normas e procedimentos que possibilita aos integrantes da cadeia a definição de objetivos comuns e o trabalho em conjunto no planejamento e atualização de previsões de venda e ressuprimento. Para isto, Smaros (2002), baseando-se no VICS (*Voluntary Interindustry Commerce Standards*), descreve o CPFR dividindo-o em nove passos: 1) desenvolver arranjo colaborativo; 2) elaborar plano de negócio conjunto; 3) elaborar previsão de vendas; 4) identificar exceções à previsão de vendas; 5) resolver as exceções na previsão de vendas; 6) criar previsão das ordens de ressuprimento; 7) identificar exceções à previsão das ordens; 8) resolver as exceções na previsão das ordens; 9) gerar pedidos.

Vivaldini, Souza e Pires (2009) ressaltam que segundo o manual do VICS o CPFR é uma prática comercial que combina a inteligência de múltiplos parceiros no planejamento e atendimento da demanda do consumidor. Tal manual descreve 4 atividades colaborativas para melhoria da performance na cadeia de suprimentos, com seus respectivos processos:

- Estratégia e planejamento: Estabelecer regras a todos para o relacionamento colaborativo. Determinar o *mix*, o estágio e os planos de desenvolvimento dos produtos para um dado período;
- Demanda e Gestão do abastecimento: Projetar a demanda de venda, tão bem quanto o pedido e os requisitos para expedição numa perspectiva de prazo;
- Execução: Colocar pedidos, preparar e expedir, receber e estocar produtos no varejo, gravar as transações de venda e fazer pagamentos;
- Análises: Monitorar as atividades de planejamento e execução para exceções. Agregar resultados, e calcular a performance. Dividir idéias e ajustes de planos para continuamente melhorar os resultados.

f) Just In Sequence (JIS)

Para Pires (2009) o JIT é uma prática logística voltada ao processo de abastecimento (*inbound*) na lógica *Just In Time* (JIT) o qual além de pregar a necessidade de prover o cliente com a coisa certa, na quantidade certa e no momento certo, inclui a questão da sequência certa na entrega. Essa prática é especialmente verificada nos condomínios industriais da indústria automobilística.

Em termos práticos, o JIS exige que o fornecedor conheça previamente a sequência de entrega solicitada pelo cliente. Para tanto, há o compartilhamento de informações sobre o planejamento da produção, de modo especial o MPS. Geralmente o JIS envolvem itens de alto valor agregado e são entregues direto e/ou ao lado de linhas de montagem finais.

3.2 Análise da contribuição para a coordenação de fluxo de produção das práticas utilizadas na GCS

Destaca-se que o objetivo desta seção é avaliar a contribuição de práticas (ferramentas, técnicas ou metodologias) utilizadas pelos praticantes de GCS quanto à coordenação do fluxo de informação e materiais (produção) na cadeia de suprimentos. Para tanto, utiliza-se como balizador da análise os subprocessos do MFMP (apresentados na Seção 2.3). Assim, analisou-se de modo conceitual, a contribuição das práticas de cada grupo com cada subprocesso. Para facilitar a compreensão da análise no QUADRO 3.2 são apresentados os subprocessos do MFMP.

QUADRO 3.2 – Subprocessos do MFMP.

Sigla	Nome do Subprocesso
SPE 1	Revisão das estratégias de produção, fornecimento, marketing e logística
SPE 2	Determinar o grau de flexibilidade da produção necessária
SPE 3	Determinar as fronteiras entre empurrar e puxar
SPE 4	Identificar as restrições de produção e determinar capacidades
SPE 5	Desenvolver modelos de indicadores
SPO 1	Determinar rota e velocidade de atravessamento da produção
SPO 2	Planejamento da Produção e do Fluxo de Material
SPO 3	Executar Capacidade e Planejamento da Demanda
SPO 4	Medidas de Desempenho

Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise foi realizada do seguinte modo, verificando-se em relação a cada subprocesso: se o grupo de práticas analisadas não contribui ou contribui de modo superficial com cada subprocesso não recebe nenhum conceito; se contribui de modo fundamental recebe conceito X. A partir da análise pode-se concluir que, caso a cadeia de suprimentos implemente a(s) prática(s) do grupo em questão, as atividades dos subprocessos que receberam conceitos estariam garantidas. A seguir a análises dos grupos de práticas são apresentadas.

As práticas de **abastecimento e distribuição** avaliadas nesta tese são: *outsourcing*, *globalsourcing*, *followsourcing*, CM, ESI, IPR, consórcio modular, condomínio industrial, *milk-run*, *cross-docking*, *transit point* e *merge-in-transit*. De um modo geral este grupo de práticas garante que as atividades dos SPE 1, SPE 2, SPE 3, SPE 4, SPO 2 e SPO 3

ocorram. Tal afirmação se justifica a medida que se observa como tais práticas são estabelecidas no relacionamento.

Ao se estabelecer um contrato de externalização são revistas as estratégias de produção, fornecimento e logística (SPE 1) dos atores envolvidos para que ocorra um alinhamento estratégico entre as empresas da cadeia de suprimentos. Nos casos específicos do CM e do ESI são também verificadas as expertises necessárias para as futuras mudanças nos produtos. Um dos principais objetivos é possibilitar maior agilidade na movimentação de materiais ao longo da cadeia de suprimentos. Desta forma, ao adotar tais práticas é realizada uma revisão da estratégia de logística e fornecimento das empresas.

Ao implementar estas práticas verifica-se também que se é acordado entre os atores qual será o grau de flexibilidade da produção necessário em cada relacionamento (SPE 2) e também é estabelecido de modo conjunto a determinação do tempo do cliente, políticas e controles de qualidade, tamanho de lote e tempo de ciclos, bem como, planejamento da capacidade de crescimento. No caso específico do ESI é possível que os fornecedores tenham maior visibilidade da demanda dos produtos finais, bem como, auxiliem no planejamento da introdução de novos produtos em função da necessidade de flexibilidade de produção.

Das atividades relativas ao SPE 3, somente através do uso do *globalsourcing* tem-se obrigatoriamente definidos os pontos de estocagem. Por essas práticas muitas vezes permitir pontos de consolidação de cargas e reconfiguração das mesmas, também definem pontos de estocagem e armazenamento bem como em alguns funcionam como pontos de desacoplamento, havendo oportunidades de postergação (SPE 3).

Quanto ao SPE 4, verifica-se que um tema importante para estabelecer estas relações é a identificação e definição das restrições de capacidade e de produção para atender as necessidades de desempenho desejados, determinados os locais e as quantidades a serem estocados, bem como, estabelecidos os mecanismos de comunicação entre os diferentes elos da cadeia de suprimentos, em alguns casos em tempo-real.

O desenvolvimento e uso de modelos indicadores, SPE 5, é recomendado por todas as práticas, no entanto, ao utilizá-las não se tem a garantia de implantação de tais modelos. Outra atividade recomendada é o estabelecimento de comunicação e *feedbacks* cíclicos, que tal como, também não são garantidos.

Em termos dos SPOs, ao se implementar tais práticas é estabelecido o sistema de comunicação e permitir a agilidade em termos do atendimento das necessidades de

materiais, especialmente o IPR, Consórcio Modular e Condomínio Industrial e *Milk-run* (SPO 2) e os níveis de estoque em cada elo da cadeia de suprimentos, por serem práticas tipicamente de gestão de estoque (SPO 3), tal como *Cross-docking*, *Transit Point* e *Merge in Transit*.

Por outro lado, as atividades relacionadas ao SPO 1 não são garantidas por tais práticas quanto ao repasse dos *outputs* da gestão da demanda, o desenvolvimento conjunto do MPS e planejamento agregado. Quanto ao SPO 4, ao implementar as práticas deste grupo não necessariamente se terá estabelecido a execução da medição de desempenho, apesar da execução da medição ser interessante para melhores resultados do uso de tais práticas.

Quanto às **tecnologias de informação (TI)** na cadeia de suprimentos, as avaliadas nesta tese são: ERP, DRP, EDI, WMS, APS, RFID, TMS e Comércio Eletrônico. De um modo geral este grupo de práticas garante que ocorram as atividades dos SPE 4, SPE 5, SPO 1, SPO 2, SPO 3 e SPO 4. Tal afirmação se justifica a medida que se observa o objetivo em se utilizar tais práticas.

Este grupo de práticas vão coordenar fluxo de informação baseado em uma estrutura de relacionamentos na cadeia de suprimentos já estabelecida, por tanto, as atividades do SPE 1, SPE 2 e SPE 3 não são garantidas.

Tais práticas têm como ponto essencial em sua função possibilitar fluxo de informação. Deste modo, a partir do uso de tais práticas se estabelece mecanismos de comunicação entre as empresas de uma mesma cadeia de suprimentos (SPE 4). Em suas estruturas as práticas EDI, WMS, APS e TMS possuem modelos de medição de desempenho para diversos indicadores (SPE 5).

Em termos operacionais, as práticas ERP e EDI têm entre suas funções a geração do MPS e o compartilhamento do mesmo. Já as práticas WMS, APS e TMS, dentre suas funções determinam rota e velocidade de atravessamento na distribuição. Ambas atividades do SPO 1.

Atividades relacionadas à geração das necessidades de materiais ao longo da cadeia de suprimentos (SPO 2) são garantidas por meio das práticas ERP, DRP, EDI e Comércio Eletrônico.

Dentre as funções da TI em CS a que é exercida de modo mais intensivo por todas as práticas analisadas é a gestão do estoque e o compartilhamento da informação sobre o mesmo (SPO 3).

Quanto as atividades de medição de desempenho (SPO 4) as práticas ERP, EDI, WMS, APS e TMS às tem incorporada em sua estrutura.

Por fim, os **programas de resposta rápida (PRR)** avaliados nesta tese são: QR, ECR, VMI, CR, CPFR e JIS. De um modo geral este grupo de práticas garante que as atividades dos SPE 1, SPE 2, SPE 3, SPE 4, SPO 1, SPO 2 e SPO 3 ocorram. Tal afirmação se justifica a medida que se observa o mecanismo de funcionamento de tais práticas.

Para a implantação de PPRs se faz necessário revisar as estratégias de produção, fornecimento e logística, visto que o principal objetivo nestas práticas é a redução de *lead time*, além de ser desenvolvido um alinhamento organizacional (SPE 1).

Destaca-se que estas práticas surgiram para permitir que a cadeia de suprimentos fosse capaz de atender a demanda de modo mais flexível (SPE 2). Como exemplo, destaca-se o ECR, em que o fabricante consegue obter em *on line* a informação de venda de seus produtos.

Quanto ao SPE 3, as atividades relacionadas à definição de pontos de estocagem são definidas por tais práticas, e a análise de oportunidades de postergação são atividades desempenhadas pelo QR e CR.

No entanto, para a implantação de tais práticas faz-se necessário o conhecimento das restrições de capacidade e de produção das empresas participantes deste relacionamento, e desenvolver mecanismos de comunicação eficiente entre as partes (SPE 4). Tais atividades são previstas em tais práticas.

Apesar do uso de modelo de medição (SPE 5) ser importante para o melhor desempenho dessas práticas, o uso das mesmas não garante a existência do mesmo. Por outro lado, verifica-se a existência de *feedbacks* cíclicos com o uso do ECR. No entanto, como é uma única atividade de uma única prática, tal subprocesso não é considerado como uma atividade fundamental de tais práticas.

As práticas classificadas com PRR têm como premissa básica para prover a resposta rápida o compartilhamento do programa de produção (SPO 1) e do planejamento das necessidades de materiais (SPO 2), permitindo assim, maior agilidade para atendimento da demanda.

E como característica fundamental dos PRR é a gestão eficiente de estoque (SPO 3) para garantir o atendimento do cliente na medida que surge a demanda, de modo especial controlando o nível de estoque.

Como destacado anteriormente, a análise e a medição de desempenho (SPO 4) apesar de ser importante, não é garantida por meio do uso de tais práticas.

A partir da análise de cada prática de cada grupo, foi possível elaborar os quadros 3.3 e 3.4. O QUADRO 3.3 indica em que aspectos da coordenação do fluxo de produção cada prática contribui, enquanto que no QUADRO 3.4 a análise é realizada em termos dos grupos.

QUADRO 3.3 – Análise da contribuição das práticas de GCS aos subprocessos do MFMP

GRUPO	PRÁTICAS	Subprocessos								
		Estratégicos					Operacionais			
		1	2	3	4	5	1	2	3	4
ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO	<i>Outsourcing</i>	X	X					X		
	<i>Globalsourcing</i>	X		X	X				X	
	<i>Followsourcing</i>	X	X	X					X	
	<i>Contract Manufacturin (CM)</i>	X	X		X			X		
	<i>Early Supplier Involvement (ESI)</i>	X	X	X	X			X	X	
	<i>In-Plant-Representatives (IPR)</i>	X	X		X			X	X	
	Consórcio Modular	X	X	X	X			X	X	
	Condomínio Industrial (CI)	X	X	X	X			X		
	<i>Milk-run</i>	X						X		
	<i>Cross-Docking</i>			X	X			X	X	
	<i>Transit Point</i>			X	X				X	
<i>Merge-in-Transit</i>	X	X	X	X			X	X		
TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO (TI)	<i>Enterprise Resourcing Planning (ERP)</i>						X	X	X	X
	<i>Distribution Requirement Planning (DRP)</i>				X			X	X	
	<i>Electronic Data Interchange (EDI)</i>				X	X		X	X	X
	<i>Warehouse Management System (WMS)</i>					X			X	X
	<i>Advance Planning and Scheduling (APS)</i>				X	X		X	X	X
	<i>Radio-Frequency Identification (RFID)</i>									X
	<i>Transportation Management System (TMS)</i>				X			X	X	
Comércio Eletrônico				X			X	X		
PROGRAMAS DE RESPOSTA RÁPIDA (PRR)	<i>Quick Response (QR)</i>	X	X	X	X		X	X	X	
	<i>Efficient Consumer Response (ECR)</i>	X	X		X		X		X	
	<i>Vendor Managed Inventory (VMI)</i>	X		X	X			X	X	
	<i>Continuous Replenishment (CR)</i>		X		X		X		X	
	<i>Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR)</i>	X		X			X	X	X	
	<i>Just-in-Sequence (JIS)</i>	X	X				X	X	X	

Fonte: Elaborado pelo autor.

QUADRO 3.4 – Análise da contribuição dos grupos de práticas de GCS aos subprocessos do MFMP

Práticas utilizadas na GCS	Subprocessos								
	Estratégicos					Operacionais			
	1	2	3	4	5	1	2	3	4
Abastecimento e Distribuição	X	X	X	X			X	X	
Tecnologia de Informação (TI)				X	X	X	X	X	X
Programas de Resposta Rápida (PRR)	X	X	X	X		X	X	X	

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3 Considerações finais do Capítulo 3

Como pode ser observado ao longo deste capítulo, diversas práticas contribuem em determinado aspecto para a coordenação do fluxo de produção na cadeia de suprimentos. No entanto, verifica-se que nenhuma das práticas, bem como, nenhum dos grupos das práticas analisadas garantem a coordenação de fluxo de produção na cadeia de suprimentos plenamente através da ótica do MFMP, como evidenciado no QUADRO 3.2. Como pode ser observado as práticas classificadas como de Abastecimento e Distribuição contribuem de modo mais intensivo com as atividades dos subprocessos estratégicos, enquanto que as TI na CS e os PRRs contribuem de modo mais significativo com as atividades dos subprocessos operacionais, desta forma, sendo práticas mais responsivas. Desta forma, foram utilizados somente estes dois grupos para elaboração do modelo conceitual apresentado no Capítulo 5.

Para maior coordenação do fluxo de produção, sugere-se o uso simultâneo de diversas das práticas analisadas. E assim, através do uso conjunto dessas práticas podem-se obter melhores resultados em termos de coordenação de fluxo de produção na cadeia de suprimentos. Propõe-se nesta tese também outro modo de se obter melhores resultados, através do uso combinado de tais práticas com SCO. Para tanto, no Capítulo 4 é apresentada uma revisão sobre os mesmos.

4 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Neste capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica sobre a interface das áreas de PCP e GCS e como as ordens de produção são processadas nesta relação. A partir deste debate, verifica-se o potencial uso de SCO para gerir de forma eficiente. Inclusive, verificam-se relatos bibliográficos do uso de alguns SCO para a coordenação de fluxo na cadeia de suprimentos.

Assim, a Seção 4.1 apresenta uma revisão de literatura sobre PCP e suas principais funções/atividade; na Seção 4.2 é apresentada a estrutura do pensamento de integração do PCP na GCS; a Seção 4.3 apresenta uma revisão sobre o que são os SCOs, uma revisão sobre SCO mais adequados para sistemas de produção puxados e, em alguns casos, apresenta-se relatos de uso de SCO na GCS; e na Seção 4.4 é apresentada as considerações finais dos temas discutidos neste capítulo.

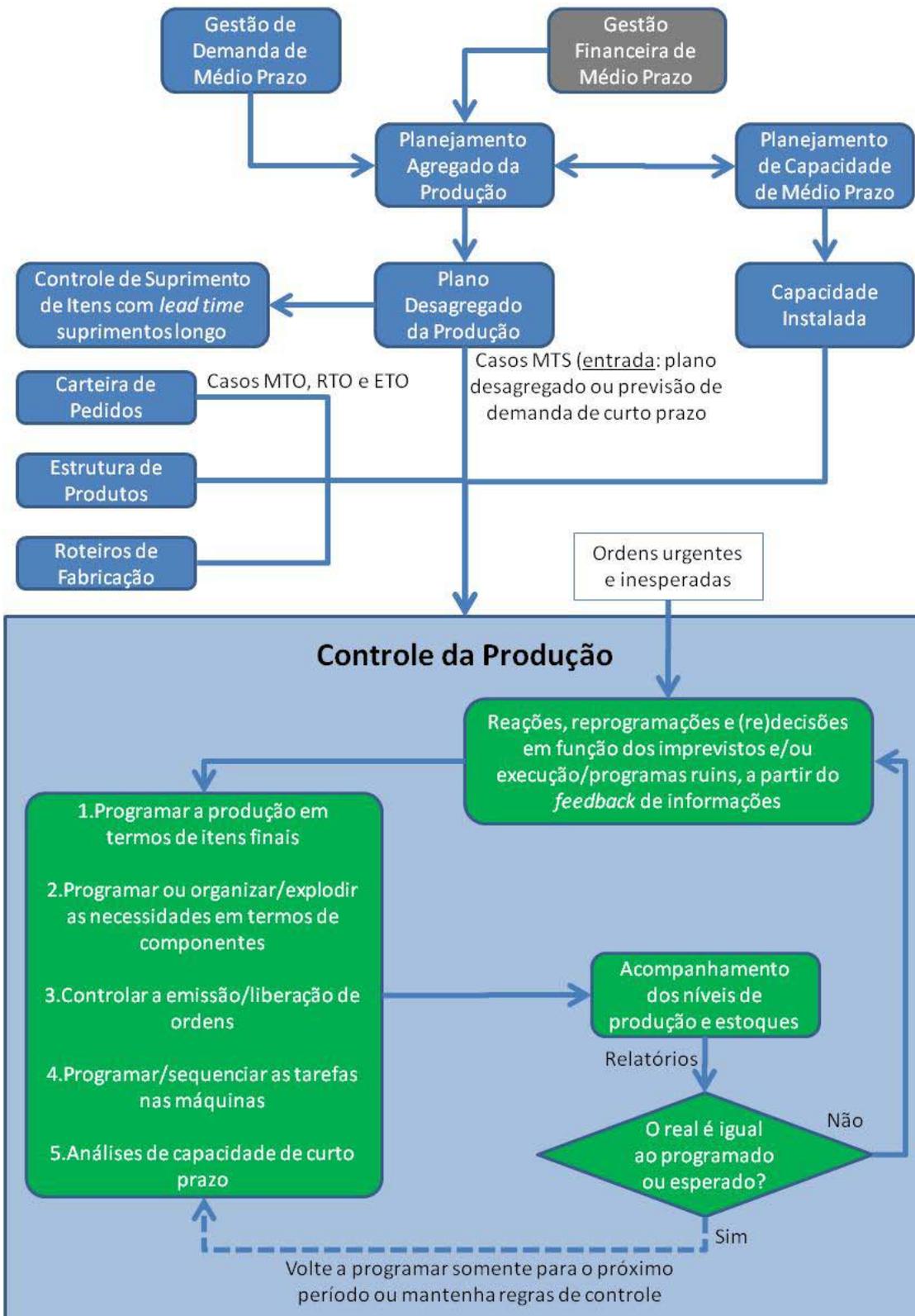
4.1 Planejamento e Controle da Produção (PCP)

Fernandes e Godinho Filho (2010) afirmam que o PCP envolve uma série de decisões com o objetivo de definir o que, quanto e quando produzir, comprar e entregar, além de quem e/ou onde e/ou como produzir. Segundo tais autores, estas decisões seguem uma estrutura hierárquica mostrada na FIGURA 4.1.

Segundo Vollmann et. al. (2006) a tarefa essencial do sistema do PCP é gerenciar com eficiência o fluxo de material, a utilização de pessoas e equipamentos e responder às necessidades do cliente utilizando a capacidade dos fornecedores, da estrutura interna e, em alguns casos, dos clientes para atender à demanda do cliente. O PCP tem como atividades periféricas a obtenção de informação de clientes sobre necessidade de produtos e o fornecimento de informação ao cliente sobre datas de entrega e situação do produto.

O principal debate inserido no contexto do PCP é o confronto entre demanda versus capacidade, e assim determinando o que, quanto, quando e com que recursos produzir/comprar, tanto no nível estratégico, como tático e operacional, sendo respectivamente decisões de longo, médio e curto prazo.

FIGURA 4.1 – Estrutura do Planejamento e Controle da Produção



Fonte: Adaptado de Fernandes e Godinho Filho, 2010.

Segundo Corrêa, Gianesi e Caon (2006) os sistemas de PCP devem apoiar o tomador de decisões quanto:

- a) Planejar as necessidades futuras de capacidade produtiva da organização;
- b) Planejar os materiais comprados;
- c) Planejar os níveis adequados de estoque de matérias-primas, produto em processo e produtos finais, nos pontos certos;
- d) Programar atividades de produção para garantir que os recursos produtivos envolvidos estejam sendo utilizados, em cada momento, nas coisas certas e prioritárias;
- e) Ser capaz de saber e de informar corretamente a respeito da situação corrente dos recursos (pessoas, equipamentos, instalações, materiais) e das ordens (de compra, produção e serviço);
- f) Ser capaz de prometer os menores prazos possíveis aos clientes e depois fazer cumprilos;
- g) Ser capaz de reagir eficazmente.

Para tanto, no sistema PCP estão inclusas atividades que auxiliam o gestor no processo de tomada de decisão. Fernandes e Godinho Filho (2010) resumem as principais atividades do PCP como:

- a) Prever a demanda (Previsão);
- b) Desenvolver um plano de produção agregado (Planejamento Agregado);
- c) Realizar um planejamento da capacidade que suporte o planejamento agregado (*Resource Requirements Planning – RRP*);
- d) Desagregar o plano agregado (Desagregação);
- e) Programar a produção no curto prazo em termos de itens finais e analisar a capacidade no nível da Programação Mestre da Produção (MPS);
- f) Controlar por meio de regras de controle ou programar as necessidades em termos de componentes e materiais e avaliar/analisar a capacidade no nível de Sistemas de Coordenação de Ordens (SCO);
- g) Controlar a emissão/liberação das ordens de produção e compra, determinando se e quando liberar as ordens (*Order Review and Release*);
- h) Controlar estoques;
- i) Programar/sequenciar as tarefas nas máquinas (*dispatching* ou *scheduling*);
- j) Escolha e implantação de um conjunto de princípios para regular o fluxo de materiais que formam uma estratégia de PCP;
- k) Rearranjar instalações produtivas;

- l) Coordenar projetos por meio do PERT/CPM;
- m) Balancear linhas de montagem;
- n) Buscar formas de estruturar as decisões do PCP de acordo com uma estratégia de produção – Gestão Estratégica da Produção;
- o) Integrar as decisões de PCP com outras áreas da empresa (*Enterprise Resource Planning* – ERP);
- p) Outras.

Destaca-se que para cada ambiente competitivo, tipo de mercado, tipo de produto as ferramentas/método em cada uma das atividades podem variar. No entanto, a sequência no processo de tomada de decisão normalmente seguirá esta estrutura/hierarquia. O foco deste trabalho é nas atividades relacionadas aos SCOs, que são destacados na Seção 4.3.

Ressalta-se que a abordagem primária dos sistemas de PCP tem um enfoque intrafirma. A fronteira do PCP de hoje está além de sistemas que coordenam os fluxos de materiais e de informações para otimizar o desempenho dentro de uma empresa. O PCP aplicado na GCS tem o objetivo de coordenar esses fluxos ao longo das empresas, reconhecendo que as principais melhorias acontecem na coordenação global (VOLLMANN et. al., 2006).

4.2 Estrutura do pensamento do PCP na GCS

Vollmann et al (2006) destacam que a GCS representa uma mudança fundamental no pensamento clássico do PCP. A evolução na abordagem que vem ocorrendo são mais integradas para as operações das empresas. Assim, parte de ferramentas simples de controle de estoque para uma integração por meio de funções inseridas nos sistemas de *Enterprise Resourcing Planning* (ERP, traduzido para a língua portuguesa como Planejamento de Recursos Empresariais). No entanto, esta evolução foca principalmente nas melhorias (e integração adicional) dentro da firma. Enquanto que a GCS tem como foco melhorias em duas ou mais unidades, um foco interfirma.

Os autores continuam afirmando que em muitos casos as empresas em uma cadeia desenvolvem esforços conjuntos nos sistemas de PCP de ambas as empresas para maior coordenação do fluxo entre empresas, mas requerem muito trabalho e dedicação dos gestores da empresa cliente e fornecedora. Assim, verifica-se que várias ideias absolutas do

pensamento clássico PCP são adequadas, necessitando criar sistemas formais para substituir as abordagens informais.

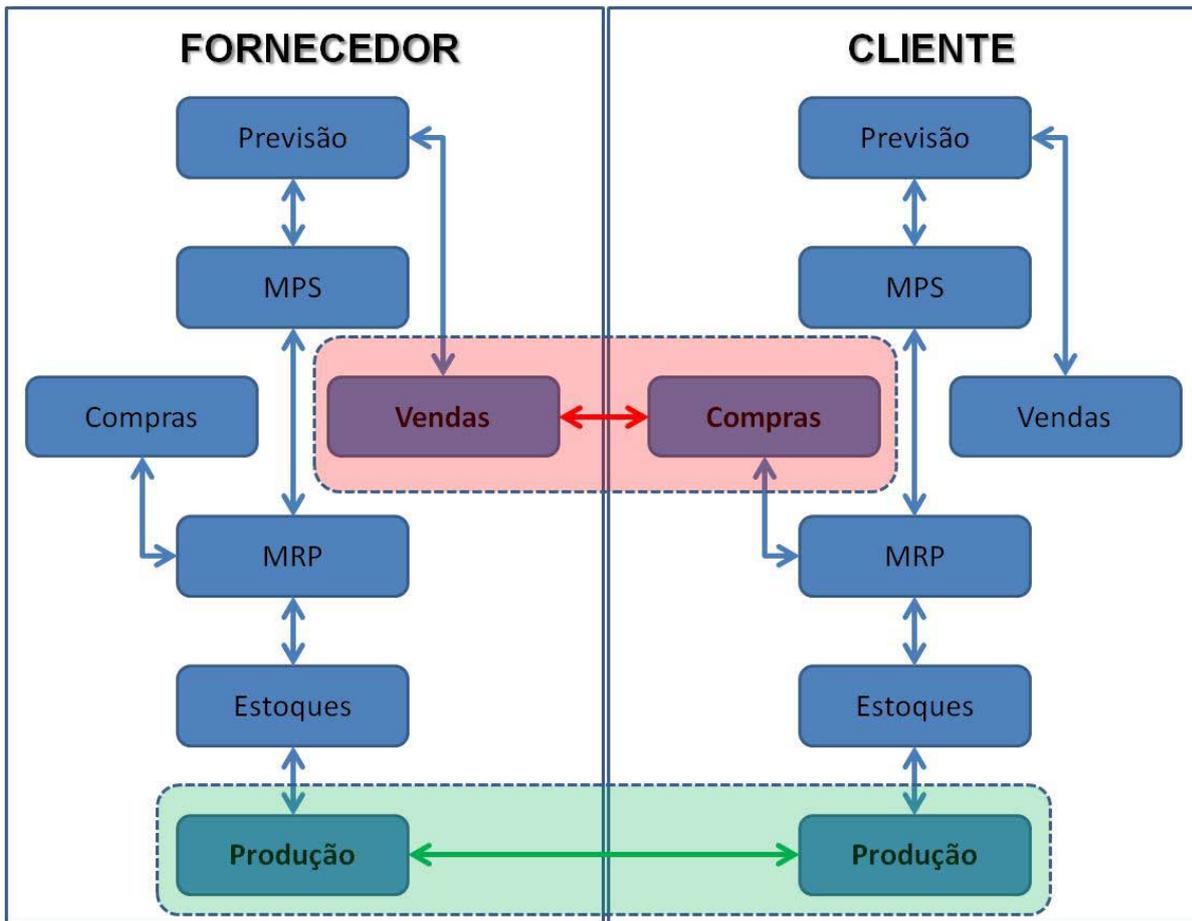
Outro destaque de Vollmann et. al. (2006) é que o PCP para a GCS implica uma transformação nos fluxos físicos, na coordenação e nos próprios sistemas de PCP pelos limites da empresa. Para tanto, o negócio e seus sistemas de suporte do PCP são organizados menos por função e mais pelo processo entre empresas ou até mesmo por cliente ou pelo segmento do cliente.

Desta forma, a coordenação deixaria de ser estabelecida entre a função vendas da empresa fornecedora e a função compras da empresa cliente, e passaria para um processo gerido pela função produção, em outras palavras, por um processo de gestão de fluxo de manufatura. Para melhor compreensão a FIGURA 4.2 representa como as atividades do PCP são geridas numa relação na cadeia de suprimentos a partir da relação estabelecida entre as empresas pela área sombreada em vermelho, bem como, ressalta pela área sombreada em verde como deveria ser gerida para ter maior efetividade. Destaca-se, que quando são realizados via a relação destacada em vermelho existe uma morosidade no processo, pois as informações devem ser processadas por toda estrutura do PCP, enquanto que, quando realizada diretamente via produção existe maior agilidade processamento das informações e maior coordenação no fluxo de materiais. No entanto, para maior controle da produção o fluxo de informações ainda deve manter-se nas outras funções do PCP.

Dentre as funções do PCP, os Sistemas de Coordenação de Ordens (SCOs) é a que apresenta maior potencial para que seja realizada a coordenação diretamente pelos setores de produção das empresas envolvidas. Este maior potencial é justificado por ser a única atividade do PCP que prevê o controle por meio de regras de controle, ou programação das necessidades em termos de componentes e materiais, e avaliação/análise da capacidade em termos de componentes.

A partir do exposto, a Seção 4.3 apresenta uma revisão sobre o que são os SCOs, uma revisão sobre cada um dos SCOs mais adequados para os sistemas de produção puxados e relatos de uso de tais SCOs na GCS.

FIGURA 4.2 – Representação das atividades de PCP de uma relação cliente-fornecedor.



Fonte: Adaptado de Vollmann et al (2006).

4.3 Sistemas de Coordenação de Ordens na Cadeia de Suprimentos

Sistemas de Coordenação de Ordens (SCO), segundo Fernandes e Godinho Filho (2007) trata da melhor tradução do conceito inglês *Ordering Systems* elaborado por Burbidge em 1990.

SCO pode ser definido como um sistema que “programa ou organiza/explode as necessidades em termos de componentes e materiais, e/ou controla a emissão/liberação das ordens de produção e compra, e/ou programa/sequencia as tarefas nas máquinas” (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2007, p.338).

Tais autores encontraram cinco metodologias de classificação de tais sistemas.

Sendo elas:

- a) Quanto à variável de controle primária do sistema, dividindo em:
 - controle do *Work In Process* (WIP) e observação da taxa de saída do sistema;
 - controle da taxa de saída e observação do WIP.
- b) Quanto ao nível de agregação do sistema, dividindo em:
 - Centralizados (se o nível de WIP, *lead times* e utilização dos centros de trabalhos são determinados, por exemplo, pelo departamento de PCP);
 - Descentralizados (se o nível de WIP, *lead times* e utilização dos centros de trabalhos são determinados por meio de *loops* de controle entre os centros de produção).
- c) Quanto à área de aplicação do sistema (caracteriza o sistema quanto a sua adequação em ambientes com alta ou baixa variedade de produtos e também os ambientes com fluxo de materiais mais ou menos complexos);
- d) Quanto ao fluxo de materiais e informação:
 - Puxado (se ambos os fluxos caminham em direções opostas);
 - Empurrado (se ambos os fluxos caminham na mesma direção).
- e) Quanto ao tipo de controle das ordens.

Neste mesmo trabalho, Fernandes e Godinho Filho (2007), por meio de revisão de literatura, identificaram 17 diferentes SCOs. Estes SCOs foram agrupados em quatro categorias em função de suas características em relação ao tipo de controle das ordens. Tais SCOs e agrupamentos estão apresentados a seguir.

- a) Sistemas de Pedido Controlado: quando é impossível manter estoques de produtos finais:
 - Sistema de Programação por Contrato;
 - Sistema de alocação de carga por encomenda.

Destaca-se que os sistemas de pedido controlado não serão tratados neste trabalho, pelo fato do foco ser em sistemas de produção com estoques.

- b) Sistemas Controlados pelo Nível de Estoque (CNE): nestes sistemas as decisões são baseadas no nível de estoque, o qual puxa a produção;
 - Sistema de Revisão Contínua;
 - Sistema de Revisão Periódica;
 - Sistema *Constant Work In Process* (CONWIP) CNE;
 - *Kanban* CNE;
- c) Sistemas de Fluxo Programado: estes sistemas são baseados diretamente ou indiretamente na transformação das necessidades do MPS em necessidades de itens

componentes por um departamento de PCP centralizado, além do fluxo de materiais seguir a mesma direção do fluxo de informações, ou seja, a produção é empurrada;

- Sistema de Estoque Base;
- Sistema *Period Batch Control* (PBC);
- Sistema *Material Requirements Planning* (MRP);
- Sistema *Optimized Production Technology* (OPT).

d) Sistemas Híbridos (H): quando se verifica características dos sistemas controlados pelo nível de estoque e de fluxo programado.

- Sistema de Controle MaxMin;
- CONWIP H;
- *Kanban H*;
- Sistema Tambor-Pulmão-Corda (TPC);
- Sistema *Decentralized Work In Process* (DEWIP);
- Sistema *Load Oriented Order Release / workload control* (LOOR/WLC);
- Sistema *Paired-cell Overlapping Loops of Cards with Authorization* (POLCA).

Destaca-se que dependendo das características dos produtos e dos mercados, e das especificidades das estratégias de cada empresa ou cadeia de suprimentos, um SCO é mais adequado que outro, ou podem atuar de forma conjunta. O foco neste trabalho são os SCOs com lógica puxada, ou seja, os sistemas com características de controlar/limitar o nível de WIP, por estes apresentarem soluções mais adequadas em termos de responsividade. Segundo a classificação de Fernandes e Godinho Filho (2007) são os Sistemas CNE (apresentados na alínea b na página 81) e os Sistemas H (apresentados na alínea d na página 82).

Na referida classificação, os Sistemas CNE são em um número de 4 e os Sistemas H são em um número de 7. No entanto, na revisão a seguir ao invés de serem apresentados 11 SCOs são apresentados 7, pois os SCOs com variações neste trabalho são tratados em um mesmo tópico e os sistemas DEWIP e MaxMin não serão apresentados (o primeiro por haver poucos relatos na literatura e poucos relatos de aplicação, e o segundo por estar em desuso segundo tais autores). O QUADRO 4.1 apresenta os SCO que são analisados nesta tese.

Para a análise que segue, são apresentados: as principais características de cada SCO, mecanismo de funcionamento, análise do potencial uso para a coordenação de fluxo na cadeia de suprimentos e relatos de uso quando for o caso.

QUADRO 4.1 – SCO analisados neste trabalho

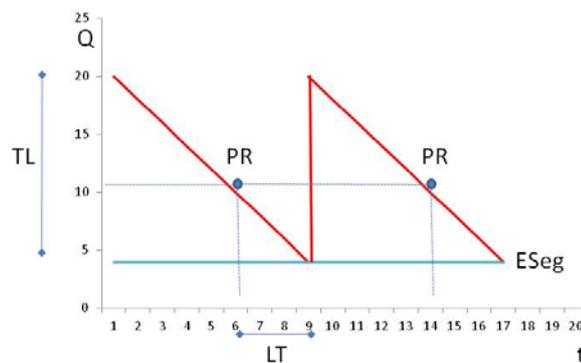
Sistema de Revisão Contínua	Sistema <i>Constant Work In Process (CONWIP)</i>
Sistema de Revisão Periódica	Sistema <i>Load Oriented Order Release / Workload Control (LOOR/WLC)</i>
Sistema <i>Kanban</i>	Sistema Tambor-Pulmão-Corda (TPC)
Sistema <i>Paired-cell Overlapping Loops of Cards with Authorization (POLCA)</i>	

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3.1 Sistema de Revisão Contínua

O sistema de coordenação de ordens de produção/compra/serviço de revisão contínua é um dos mais utilizados para a definição do momento de reposição do estoque. Também é conhecido como *Order Point* (traduzido como Ponto de Pedido). Este sistema basicamente determina o momento em termos do nível de estoque que os pedidos devem ser feitos ao estágio anterior. A definição do ponto de pedido (ou ponto de resuprimento) é feita baseada no *lead time* de reposição, demanda média, estoque de segurança (que por sua vez é calculado em função da variação da demanda), lote econômico (que por sua vez é definido por meio dos custos de pedido e de armazenagem do período em análise) (CORREA, GIANESI e CAON, 2006). A FIGURA 4.3 apresenta um esquema do modelo do Sistema de Revisão Contínua.

FIGURA 4.3 – Esquema do Sistema de Revisão Contínua



Legenda:

Q = quantidade (constante)

t = tempo (variável)

PR = ponto de resuprimento

LT = lead time de ressuprimento

TL = tamanho do lote de ressuprimento

ESeg = Estoque de Segurança.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em uma revisão bibliográfica realizada por Fernandes e Godinho Filho (2007), os autores verificaram que este sistema se mostra eficiente nas seguintes condições:

- a) Itens de demanda independente, classe C e itens comprados, particularmente peças comuns e de baixo risco de obsolescência;
- b) Itens classe A no caso em que o *lead time* de fornecimento for muito longo, a demanda baixa e de difícil previsão;
- c) Quando for difícil relacionar as necessidades dos componentes com as do produto final devido a grande diferenças dos *lead times* dos vários componentes;
- d) Ambientes que trabalham com produtos padronizados.

Verifica-se na literatura, que apesar de já se ter explorado muito sobre este tema, ainda é objeto de muitos estudos levando em conta principalmente situações específicas e mais complexas. Na revisão de Fernandes e Godinho Filho (2007) são observadas pesquisas com itens perecíveis, opções de adiar o pagamento, com planejamento baseado no tempo de cobertura (CTP – *cover time planning*), dentre outras que não são citadas no trabalho destes autores. Dentre as variações, há também estudos de revisão contínua para a coordenação de fluxo na cadeia de suprimentos, como os mencionados a seguir.

Chaharsooghi e Heydari (2010) e Chaharsooghi, Heydari e Kamalabadi (2011) destacam que diversos modelos de coordenação por meio do sistema de revisão estão sendo propostos para a integração da cadeia de suprimentos, sendo eles baseados em: desconto por quantidade, políticas de retorno, contratos de partilha de lucros, opções de crédito (adiamento de pagamento), flexibilização das quantidades e fatores de desconto.

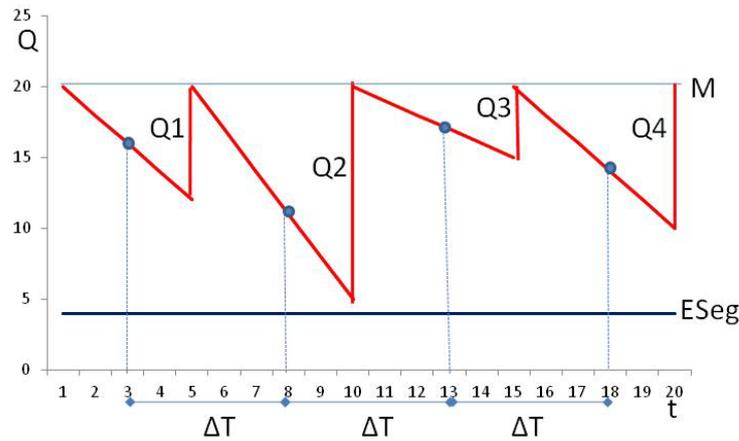
Tais autores ressaltam dois aspectos importantes quanto ao uso do sistema de revisão contínua para a coordenação de fluxo na cadeia de suprimentos. Primeiro, que o principal mecanismo encontrado para garantia da coordenação é o uso de grandes estoques de segurança, garantindo assim o ótimo local, e prejudicando a rentabilidade global da cadeia de suprimentos; segundo, que há a necessidade de adaptações e criação de modelos específicos de coordenação de fluxo de produção através do sistema de revisão contínua para cada situação.

4.3.2 Sistema de Revisão Periódica

O sistema de coordenação de ordens de revisão periódica é um sistema em que em intervalos constantes de tempo são emitidas ordens dos itens solicitados, sendo que a quantidade solicitada de cada item é igual a um valor de referência M (estoque máximo) menos a quantidade de estoque em mãos do item em questão. Sendo assim, os intervalos de tempo para emissão das ordens são constantes e as quantidades solicitadas são variáveis. Destaca-se que este sistema é mais adequado para itens classe C adquiridos no mesmo

momento de um mesmo fornecedor (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2007). A FIGURA 4.4 esquematiza tal sistema.

FIGURA 4.4 – Esquema do Sistema de Revisão Periódica



Legenda:

Q = quantidade (variável)

t = tempo

Q_n = quantidade a ser pedida para o período em questão

ESeg = Estoque de Segurança

ΔT = intervalo de tempo entre os pedidos (no caso constante)

M = Estoque Máximo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo Fernandes e Godinho Filho (2007) os principais trabalhos na literatura contemporânea sobre este sistema exploram o uso do mesmo em situações específicas, tais como: quando os custos de compra são flutuantes, quando são permitidos atrasos no pagamento, entre outros.

Quanto à literatura referente ao uso deste sistema na coordenação da cadeia de suprimentos, podem-se citar os trabalhos de Chiang (2003) (que elabora um modelo de programação dinâmica para problemas em que o período de revisão é longo e com pedidos de urgência), Chiang (2008) (que elabora um modelo de programação dinâmica para problemas em que o intervalo de visita do fornecedor não é constante), Cachon (2001) (que elabora um modelo levando em consideração atrasos - *backorders* - na gestão das políticas de ressuprimento), Fatrias e Shimizu (2010) (na qual propõe três estratégias de ressuprimento modelando no sentido de aumentar a rentabilidade e reduzir os custos totais de uma configuração de cadeia de suprimentos específica), entre outros.

Da mesma forma que o Sistema de Revisão Contínua este sistema sofre da impossibilidade de elaboração de modelos generalistas e, em geral, a coordenação de fluxo é garantida por meio de grandes estoques de segurança. Outro aspecto já destacado por Cachon

(2001) é o fato dos parâmetros utilizados nos modelos serem constantes e isso não representar exatamente a prática.

4.3.3 Sistema *Kanban*

O *Kanban* surgiu juntamente com o Sistema Toyota de Produção (STP) através das observações realizadas por Taiichi Ohno, seu criador, realizadas nos supermercados americanos. Ele observou que as mercadorias somente eram retiradas mediante a solicitação do cliente e que as mesmas somente eram repostas após serem consumidas ou quando o estoque atingia determinado nível. Com isso, o STP é um sistema que visa assegurar que seja produzida somente a quantidade necessária, evitando desperdícios (LAGE JÚNIOR; GODINHO FILHO, 2009).

A tradução literal da palavra *Kanban* é anotação visível ou sinal, porém devido ao modo como o sistema *Kanban* é mais empregado, utilizando-se cartões, o mesmo passou a ser conhecido mundialmente como cartão. No entanto, estes não são obrigatórios, pois o importante nesse sistema é a pronta transmissão e reação a um sinal de “puxar”. Para tanto, podem ser utilizadas bandeiras, luzes, a própria embalagem e tantas outras opções. Deve-se buscar o meio de transmissão de informações que mais se adapte aos processos em questão. (SILVA et. al., 2009).

No *kanban* existem dois tipos de cartão: *kanban* de ordem de produção (KOP) e o *kanban* de requisição (KR), também chamado de retirada, transporte, movimentação e transferência. O KOP normalmente tem as seguintes informações: nome do processo, nome do centro de trabalho, número e nome do item, número da prateleira de estocagem, materiais necessários, capacidade do contenedor, número da emissão e tipo de contenedor. Já o KR normalmente contém as seguintes informações: número e nome do item, capacidade do contenedor, número da emissão e tipo de contenedor, centro de trabalho precedente e a sua locação do estoque, e centro de trabalho subsequente e a sua locação do estoque. A FIGURA 4.5 apresenta um exemplo de cada um dos tipos de cartões.

Fernandes e Godinho Filho (2007) destacam que o ambiente propício para o uso do *kanban* tem as seguintes características: baixos tempos de *set up*, baixa variedade de itens, demanda relativamente estável e sistemas de produção em massa e repetitivo.

Na literatura encontra-se, de modo geral, 5 variações de aplicação do sistema *kanban*, classificados em duas tipologias: *Kanban* de Controle Nível de Estoque (CNE) e *Kanban* Híbrido (H).

FIGURA 4.5 – Exemplo de *Kanbans*.

Fonte: Elaborado pelo autor

Segundo Fernandes e Godinho Filho (2007) as variações do *kanban* CNE seguem a lógica na qual as decisões (inclusive no último estágio) são baseadas no nível de estoque. Neste contexto tem-se duas principais variações: *kanban* CNE de duplo cartão e *kanban* CNE somente com cartão de ordem de produção.

a) **Kanban CNE de duplo cartão**

É o sistema original criado na Toyota e opera os dois tipos de cartões. A FIGURA 4.6, apresenta um modelo esquemático do mecanismo de funcionamento desta variação do *kanban*.

Os passos adotados por esta variação do sistema *kanban* são os seguintes (KUMAR; PANNEERSELVAM, 2007):

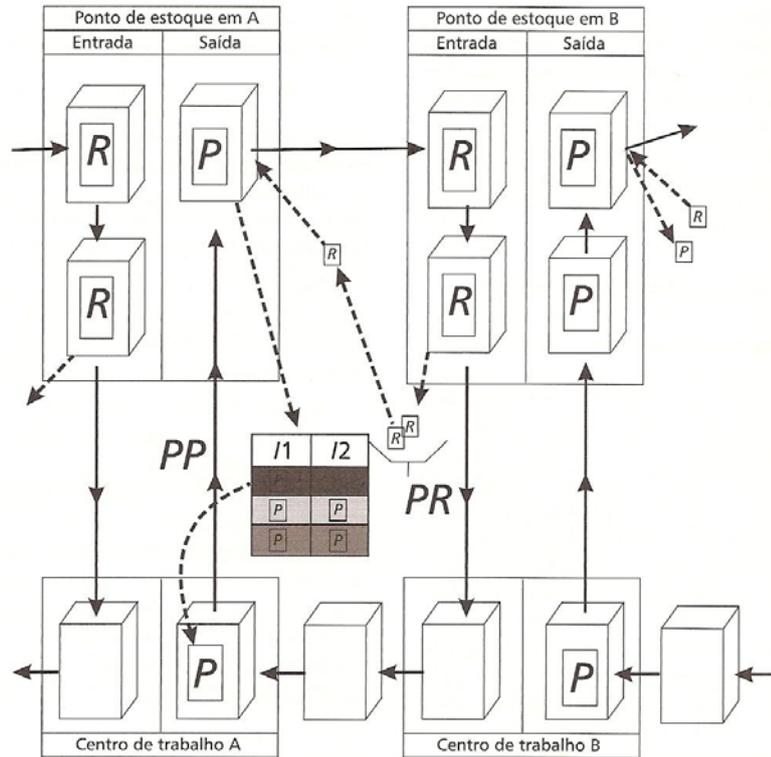
Passo 1: o contenedor da estação de trabalho subseqüente ‘j + 1’ é movida para a estação de trabalho ‘j’ com o KR e coloca este no seu estoque de saída.

Passo 2: ocorrem duas atividades:

- a) conseqüentemente, ele puxa as peças do estoque de saída da estação de trabalho ‘j’ e libera o KOP anexado as peças e então coloca o KOP no Posto KOP (painel) da estação de trabalho ‘j’.
- b) a estação de trabalho ‘j’ inicia sua produção de acordo com a ordem de produção contida no seu Posto KOP.

Passo 3: o contenedor com as peças e com o KR move-se novamente para sua estação de trabalho subseqüente ‘j+1’. Então ele entrega as peças para o estoque de entrada da estação de trabalho ‘j+1’ e coloca o KR no Posto KR da estação de trabalho ‘j+1’.

FIGURA 4.6 - Mecanismo de Funcionamento do *kanban* CNE de duplo cartão.

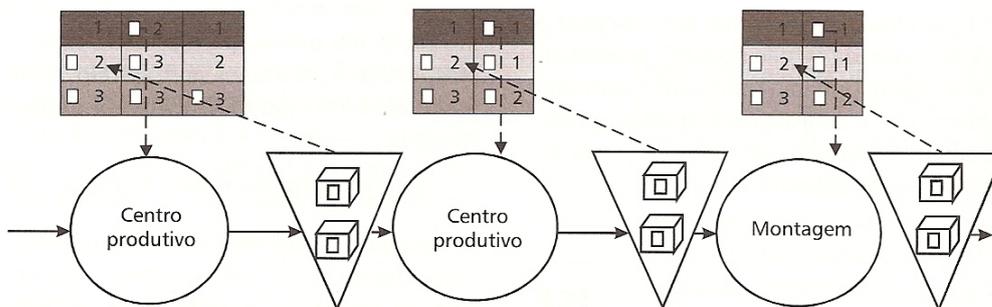


Fonte: Fernandes e Godinho Filho, 2010.

b) Kanban CNE com apenas o cartão de produção

Esta variação é chamada *Kanban* de Ordem de Produção (KOP), conforme Sharadapriyadarshini (1997). Kumar e Panneerselvam (2007) advogam que o KOP é uma ordem de produção, na qual instrui a estação de trabalho precedente a produzir o número requerido de unidades. A FIGURA 4.7, apresenta um modelo esquemático do mecanismo de funcionamento desta variação do *kanban*.

FIGURA 4.7 – Mecanismo de Funcionamento do *kanban* CNE de único cartão.



Fonte: Fernandes e Godinho Filho, 2010.

O funcionamento deste tipo de sistema pode ser resumido nos seguintes passos:

Passo 1: o contenedor vazio da estação de trabalho subsequente 'j+1' é movido para a área de armazenagem (que, neste caso, funciona tanto como estoque de entrada da estação de trabalho 'j+1' quanto de estoque de saída da estação de trabalho 'j') com o Kanban de ordem de produção (KOP);

Passo 2: ocorrem duas atividades:

- a) conseqüentemente, ele puxa as peças do estoque de saída da estação de trabalho 'j', liberando o KOP no Posto-KOP (Painel) da estação de trabalho 'j'.
- b) a estação de trabalho 'j' inicia sua produção de acordo com a ordem de produção contida no seu posto KOP.

Passo 3: o contenedor com as peças e o KOP movem-se novamente para sua estação de trabalho subsequente 'j+1'.

Quanto às variações do *kanban H*, segundo Fernandes e Godinho Filho (2007), têm características de sistemas que apesar de puxar a produção têm o último estágio programado via MPS desenvolvido por um PCP central. Nestas variações são incluídos: *kanban H* de duplo cartão, *kanban H* somente com cartão de ordem de produção e *kanban H* somente com cartão de requisição.

c) **Kanban H de duplo cartão:**

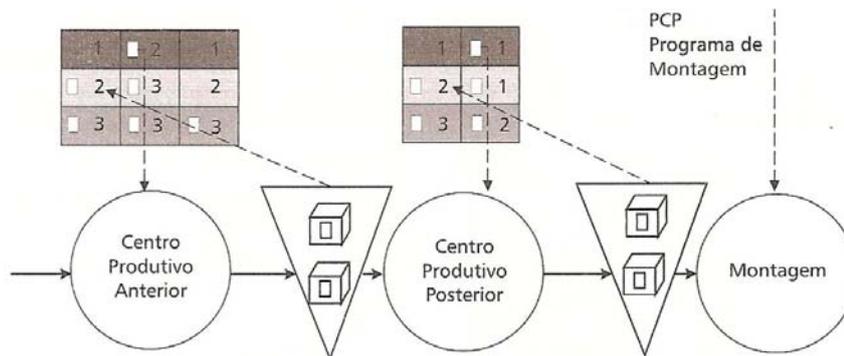
Segundo Fernandes e Godinho Filho (2007) há somente uma diferença no mecanismo de funcionamento desta variação com a variação *Kanban CNE* de duplo cartão. Ao invés das ordens que chegam para o último estágio virem via controle do nível do estoque, este estágio é programado via MPS pelo PCP central.

d) **Kanban H com apenas o cartão de produção:**

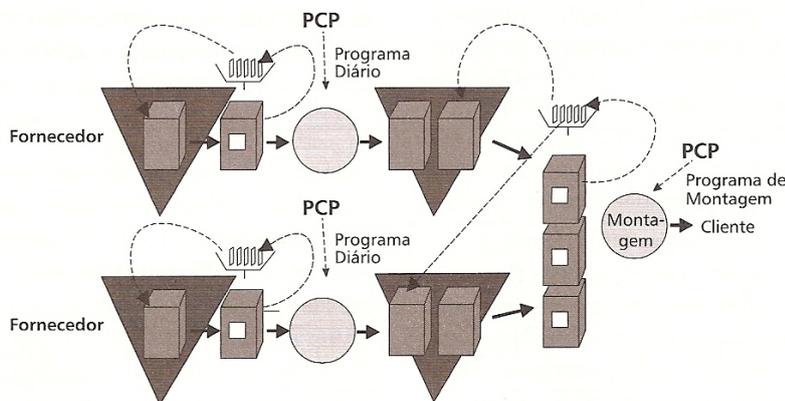
Da mesma forma que a variação anterior, segundo Fernandes e Godinho Filho (2007), a única diferença no mecanismo de funcionamento desta variação com a variação *Kanban H* com apenas o cartão de produção é programação via MPS pelo PCP central no último estágio. A FIGURA 4.8, apresenta um modelo esquemático do mecanismo de funcionamento desta variação do *kanban*.

e) **Kanban H com apenas o cartão requisição:**

A FIGURA 4.9, apresenta um modelo esquemático do mecanismo de funcionamento desta variação do *kanban*.

FIGURA 4.8 – Mecanismo de Funcionamento do *kanban* H de duplo cartão.

Fonte: Fernandes e Godinho Filho, 2010.

FIGURA 4.9 – Mecanismo de Funcionamento do *kanban* H de único cartão.

Fonte: Fernandes e Godinho Filho, 2010.

A lógica desta variação pode ser entendida pelos seguintes passos (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2007):

Passo 1: quando um centro de trabalho requer mais componentes para serem processados, ele coleta um contenedor cheio direto da armazenagem do estágio anterior.

Passo 2: pode ocorrer de duas formas:

a) após a produção, o contenedor vazio é enviado ao estágio de produção anterior e este representa o sinal para a produção neste estágio;

b) o estágio anterior também é programado;

Passo 3: O cartão de requisição é enviado para uma caixa de espera. A saída deste cartão da caixa de espera, de volta ao ponto de estocagem, representa a autorização para a movimentação de mais um contenedor cheio.

Ressalta-se que estas não são as únicas variações do sistema *kanban*, mas são as aplicações mais comuns encontradas na literatura. Lage Júnior e Godinho Filho (2010)

estudaram 33 variações do sistema *Kanban*, identificando diversas formas de aplicação. Dentre elas destacam-se as aplicações nas relações de gestão da cadeia de suprimentos.

Dentre os trabalhos que tratam desta temática, podem-se destacar: Wang e Sarker (2004) desenvolvem um modelo de programação não-linear mista-inteira para cadeias de suprimentos de único estágio através do controle via *kanban*; Wang e Sarker (2005) customizam o modelo desenvolvido para cadeias de suprimentos com processo de montagem; Wang e Sarker (2006) ampliam o modelo do trabalho publicado em 2004, para cadeias de suprimentos multi-estágios; Kojima, Nakashima e Ohno (2008) avaliam a performance do JIT e do uso do *Kanban* em ambientes de demanda estocástica e tempos de processamento determinísticos; Ilgin e Gupta (2011) utilizam o *kanban* na coleta dos materiais via logística reversa e na desmontagem dos produtos recolhidos.

4.3.4 Sistema CONWIP (*constant work in process*)

O sistema CONWIP foi introduzido por Sperman, Woodruff e Hopp (1990) tendo como principal pressuposto que o estoque em processo deve ser igual ao número de containers na linha (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2007). Bonvik, Couch e Gershwin (1997) apontam este sistema como sendo uma estratégia de controle da produção que limita o número máximo de peças permitidas dentro de um sistema ao mesmo tempo e permite um apropriado mix de tipo de peças e variação do posicionamento do estoque.

Souza, Rentes e Agostinho (2002) destacam que, tal como o *Kanban* o CONWIP também é baseado em sinais (cartões). Na qual a principal diferença é a de que, enquanto o *Kanban* realiza a coordenação do fluxo de materiais e informação entre centros de trabalhos, no CONWIP os cartões realizam um circuito que inclui a linha de produção inteira.

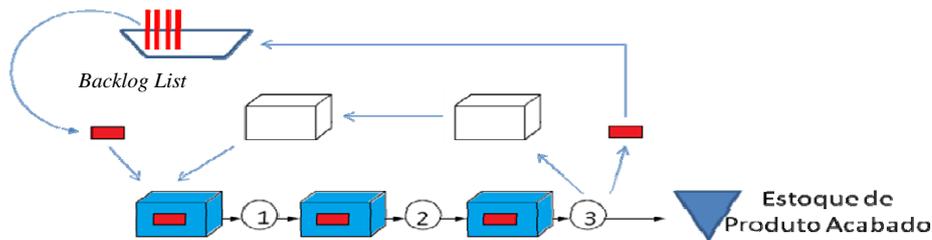
Em termos de mecanismo de funcionamento Fernandes e Godinho Filho (2007) relatam dois tipos: CONWIP de Estoque Controlado (EC) e CONWIP Híbrido (H). No segundo caso de estoque controlado e fluxo programado.

Em ambos os casos, cada container transporta determinada quantidade de material a ser processada e carrega consigo um cartão. O cartão é fixado ao container no início da linha quando a produção de determinado item é liberada, o mesmo passa por todos os estágios da produção até chegar ao estoque de produtos finais. Quando o item final é requisitado pelo cliente (externo ou interno) e é retirado do estoque que ocorre a variação do sistema.

No CONWIP EC, o cartão que o acompanha é removido e mandado de volta ao início do processo produtivo, onde aguarda para ser fixado em outro container. Sendo

assim, o cartão (fluxo de informação) percorre sentido contrário ao fluxo de materiais. O cartão que acompanha o item em todas as etapas de produção compõe uma lista, conhecida como *backlog list*, a qual é responsável por determinar qual item tem prioridade de produção. A FIGURA 4.10 ilustra tal mecanismo de funcionamento.

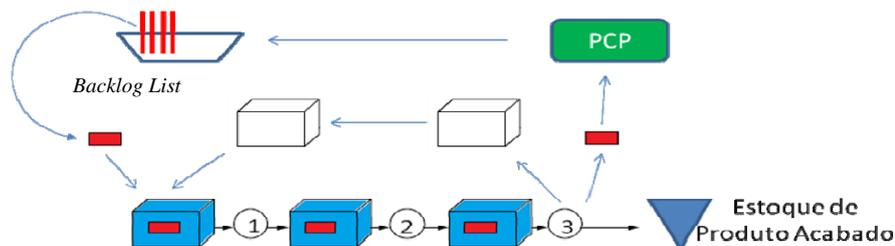
FIGURA 4.10 – Mecanismo de Funcionamento do Sistema CONWIP EC



Fonte: Elaborado pelo autor

No CONWIP H, o container retorna ao estoque de containers vazio e o cartão vai para o departamento de Planejamento e Controle da Produção (PCP). Tal departamento, a partir da explosão do MPS gera o número de ordens que deve ser processada e aloca os cartões em um *backlog list*. No entanto, só ocorre a movimentação de materiais a partir da baixa de um item processado, sinalizado com a disponibilidade de um container vazio. A FIGURA 4.11 ilustra tal mecanismo de funcionamento.

FIGURA 4.11 – Mecanismo de Funcionamento do Sistema Híbrido



Fonte: Elaborado pelo autor

Pode-se notar que o CONWIP tem maior aplicabilidade em sistemas repetitivos, em que é produzida uma variedade limitada de produtos diferentes ou então uma variedade de produtos semelhantes. No entanto, o CONWIP H tem o potencial de abranger um leque um pouco maior na produção de produtos que o CONWIP EC.

Em termos do uso do CONWIP na cadeia de suprimentos, Ovalle e Marquez (2003) desenvolveram um conceito intitulado *Contant Work In Process Supply Chain* (CONWIP SC). Tais autores definem CONWIP SC como um sistema de produção-

distribuição, em que a linha de produção de cada empresa tem uma semelhança com um centro de trabalho que faz parte de uma linha global de suprimentos. O conjunto de cartões mencionados na descrição do sistema CONWIP, estende-se agora para um centro virtual de controle que governa toda a cadeia e gerencia o fluxo de peças e os estoques ao longo da mesma. Quando os pedidos chegam ao elo final, as ordens de produção e materiais necessários são liberadas para o primeiro elo, considerando suas limitações de capacidade de produção. Há um controle único e centralizado dos *backorders* da cadeia. Assim, o controle centralizado de informações através de TI é fundamental neste contexto.

Em termos de coordenação de fluxo de produção na cadeia de suprimentos os autores apontam que algumas vantagens, de modo especial para os elos intermediários da cadeia, podem ser alcançadas, tais como:

- a) Não necessidade em estabelecer uma política de pedidos, assim pode-se evitar a ampliação da variância do sinal de demanda ao longo da cadeia, tendo apenas uma entidade central autorizando a liberação do trabalho em função do status do sistema, definido pelo número total de cartões anexados às ordens;
- b) Não necessidade em estabelecer políticas de correção através de estoques de segurança, reduzindo os custos de manutenção do estoque e de pedido, reduzindo também a necessidade de capital de giro, bem como, usando menos espaço;
- c) Não necessidade em controlar *backlog*, devido à gestão centralizada da cadeia de suprimentos;
- d) As tomadas de decisão no nível operacional são simplificadas;
- e) Torna-se mais fácil o controle de fluxo de materiais e WIP, pois as peças são transferidas entre os parceiros de modo empurrado;
- f) Não necessita da realização de previsões individuais, nem precisa do conhecimento dos níveis de estoques dos outros elos;
- g) Promove o trabalho em equipe, o desenvolvimento de produtos e processos, e realiza importantes acordos de cooperação a fim de conseguir a integração financeira virtual.

No caso simulado pelos autores a implementação do sistema apresenta resultados bem expressivos em relação a quando não aplicado. Outro trabalho que ilustra a aplicação deste sistema foi realizado por Huang et al (2007) em uma indústria de lâmpadas, apresentando também resultados interessantes.

No entanto, Ovalle e Marquez (2003) destacam a dificuldade na implementação deste sistema na cadeia de suprimentos em virtude de, entre outras coisas, as empresas terem objetivos diferentes/conflitantes, a diminuição do controle da demanda por

parte das empresas pela previsão ser centralizada, a limitação em termos de diversificação em função da limitação de cartões, entre outros.

4.3.5 Sistema POLCA (*Paired-cell Overlapping Loops of Cards with Authorization*)

O sistema de coordenação de ordens POLCA, criado por Suri (1998), é resultado de uma teoria desenvolvida pelo mesmo, chamada de QRM (*Quick Response Manufacturing*). O QRM propõe a obtenção de vantagem competitiva por meio da redução dos *lead times* (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2007).

O POLCA pode ser considerado como sendo uma junção dos sistemas *Kanban*, caracterizado por puxar a produção, e do MRP, caracterizado por empurrar a produção, sendo que o POLCA, busca suprir e/ou melhorar as limitações de ambos sistemas. Pelo fato de utilizar algumas características do sistema *Kanban*, para a implementação do POLCA a empresa deve reorganizar sua produção em uma estrutura celular.

Destaca-se que o POLCA é um sistema de controle de materiais projetado para empresas que atuam em ambientes MTO e ETO, e que lidam com alta variedade de produtos customizados em pequenos lotes e sofrem forte pressão para fornecer em curtos tempos de atravessamento, ou ainda, para empresas que possuem uma ampla variedade de opções e combinações que inviabilizam estoques para todas as suas opções nos seus vários estágios de produção. Desta forma, tendo melhores resultados em *job shops* onde há alta variedade de produtos, com roteiros diferentes, sendo o fluxo de materiais de alta complexidade (DEL BIANCO, 2008; RIEZEBOS, 2010; SURI, 1998).

Riezebos (2010) destaca que para o funcionamento com êxito do POLCA o projeto de implantação deve conter três categorias:

- a) Roteamento: cartões com rotas específicas que devem ser anexados no trabalho para autorizar o progresso do pedido no chão de fábrica;
- b) Liberação: lista de liberação que mostra o momento de início mais cedo de cada ordem das peças do sistema celular;
- c) Instalações: instalações capazes de operar o sistema nas mais variadas circunstâncias.

O POLCA apresenta 4 características básicas (DEL BIANCO, 2008; FERNANDES; GODINHO FILHO, 2007; SURI, 1998):

- a) autorização de liberação por meio de um sistema denominado HL/MRP (*higher level MRP*). O sistema HL/MRP é semelhante ao sistema MRP convencional com duas diferenças:

- o HL/MRP é baseado em uma estrutura de produtos simplificada, utilizando os *leadtimes* das células ao invés dos *leadtimes* individuais dos centros de trabalho dentro de cada célula;
 - as datas planejadas pelo HL/MRP são apenas datas nas quais as tarefas podem ser iniciadas (por isso são chamadas datas de autorização e não de liberação como no MRP convencional), sendo que seu início concreto na produção se dá somente mediante esta autorização, e também mediante a disponibilidade do cartão POLCA na célula que vai iniciar o trabalho;
- b) método de controle de material baseado em um cartão (denominado cartão POLCA). Estes cartões são utilizados para comunicação e controle entre as células (a FIGURA 4.12 apresenta um modelo de cartão POLCA);

FIGURA 4.12 – Cartão POLCA



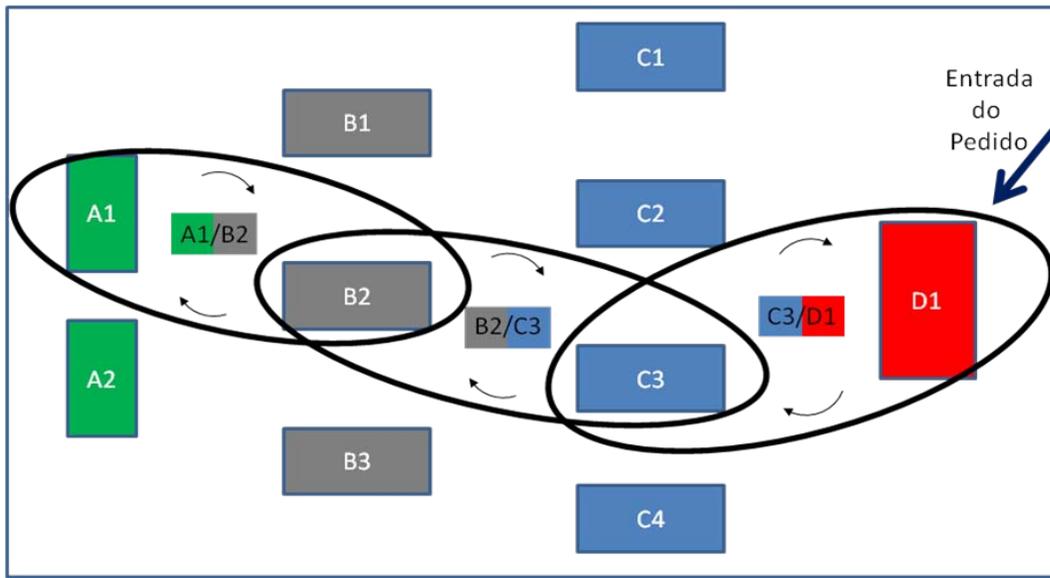
Fonte: Adaptado de Suri (1998).

- c) Os cartões POLCA, ao invés de se referirem especificamente a um produto, se referem a um par de células escolhidas da seguinte forma: se o roteiro de uma ordem qualquer sair de uma célula A1 para uma célula B2, então é criado um cartão POLCA A1/B2 e assim por diante para as outras etapas do processamento. Este procedimento de trabalhar com as células em pares faz com que o cartão POLCA garanta que uma célula somente irá trabalhar em uma tarefa para a qual a célula de destino tem capacidade disponível;
- d) O cartão POLCA para cada par de células permanece com a tarefa durante toda sua jornada (incluindo processamento) através das duas células e depois retorna para a primeira célula quando é finalizado o processamento na segunda célula. Neste momento, a primeira célula pode iniciar outra tarefa.

De acordo com Fernandes e Godinho Filho (2007), resumidamente, o funcionamento do POLCA é o seguinte: quando uma empresa recebe uma ordem de cliente o sistema HL/MRP usa os *leadtimes* planejados de cada célula para determinar quando cada

célula no roteiro do produto pode iniciar o processamento da tarefa. Estas datas de autorização serão seguidas somente se um cartão POLCA estiver disponível na célula que inicia a operação. A FIGURA 4.13 faz apresenta uma representação esquemática do mecanismo de funcionamento do POLCA.

FIGURA 4.13 – Mecanismo de funcionamento do sistema POLCA.



Fonte: Adaptado de Suri (1998).

Suri (1998) destaca que algumas ganhos importantes por meio do uso do POLCA, tais como: a) a garantia que cada célula só trabalhe em WIPs que são destinadas para outras células que terão disponibilidade para trabalhar num futuro próximo; b) o uso da autorização do HL/MRP previne a produção de inventário desnecessário; c) permite maior flexibilidade que outros sistemas que puxam a produção.

Dentre os fatores que dificultam a implantação do sistema o autor destaca o aumento da complexidade (devido à designação de um cartão para cada produto) e a necessidade de mudança no arranjo físico da empresa (já que o POLCA funciona exclusivamente em células com trabalhadores polivalentes).

Na literatura encontra-se alguns relatos do uso do POLCA em algumas empresas, dentre eles: Krishnamurthy e Suri (2009) analisaram o resultado da implantação do sistema em um fabricante de peças usinadas, um fabricante de motores de centros de controle e uma fábrica de extrusão de alumínio; Riezebos (2010) descrevem a aplicação do POLCA em uma de pequena a média empresa que produz dobradiças sob encomenda; Vandaele et. al. (2008) relatam a aplicação do sistema em uma indústria metal-mecânica produtora de eixos de

transmissão; Fernandes e Carmo-Silva (2006) apresentam um modelo genérico do POLCA chamado de GPOLCA.

Em termos do uso do POLCA de modo estendido na cadeia de suprimentos Suri (1998) afirma que não há alterações em relação ao funcionamento interno. Por meio da adição de um cartão de *loop* POLCA da empresa fornecedora para o primeiro processo. Neste caso, o fornecimento será regido também pelas mesmas regras do sistema, em que, o fornecedor deverá receber um cartão de autorização do HL/MRP e um cartão POLCA antes de iniciar o processo de produção de ressuprimento do pedido. Em termos de aplicação destaca-se o trabalho de Vandaele et al (2005), em que relatam a aplicação do POLCA Eletrônico (E-POLCA) em uma empresa belga que produz transmissões de transferência de energia para veículos *off-highway* em sua relação com o fornecedor de metais.

4.3.6 Sistema LOOR/WLC (*load oriented order release / workload control*)

O sistema LOOR foi desenvolvido por Bechte em 1980. Este sistema é também conhecido por sua sigla em alemão BORA. Destaca-se que tal sistema de coordenação de ordens também é conhecida por *Load Oriented Manufacturing Control* (LOMC) (STEVENSON et. al., 2011). Stevenson et. al. (2011), afirma que o LOOR é a aplicação de maior sucesso do conceito de PCP para ambientes MTO chamado *workload control* (WLC).

Henrich, Land e Gaalman (2004; 2006) afirmam que o conceito de WLC é baseado nos princípios de controle de *input/output*. O controle de *input* está relacionado com o aceite da ordem e sua liberação para o chão de fábrica. Ordem liberada é o principal elemento de controle. A liberação de novas ordens para o chão de fábrica é permitido somente se normas de carga de trabalho para a capacidade de cada grupo de estação não sejam excedidos. Capacidade de grupo são consideradas as menores unidades a serem controladas de modo centralizado. Uma vez liberada a ordem ela permanece no chão de fábrica. Regras simples de prioridade de liberação direcionam as ordens ao longo de suas operações subsequentes. Tanto a aceitação quanto a liberação de uma ordem pode ser acompanhada por decisões de controle de saída em termos de ajustamentos de capacidade. Normalmente, o conceito WLC o controle do WIP é realizado pela liberação de ordens. A aceitação do pedido e as decisões de controle de saída são baseadas sobre as implicações dessa abordagem.

Fernandes e Godinho Filho (2007) afirmam que no sistema LOOR/WLC uma carga limite é estabelecida para cada centro de trabalho. Uma tarefa é liberada somente se a carga projetada para cada centro de trabalho em um horizonte de tempo for menor que esta carga limite. A carga projetada de um centro de trabalho é formada pelas tarefas sendo

processadas no centro de trabalho somadas às cargas de trabalho que estão chegando de outros centros para serem processadas, devidamente descontadas por um fator de desconto probabilístico.

Na verdade, no sistema LOOR/WLC, o planejamento é realizado em três níveis (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2007):

- a) **Entrada das ordens e análise de capacidade de médio prazo:** as ordens de produção (contendo quantidades e datas devidas) vão para um estoque de ordens (geralmente um banco de dados). Conhecendo-se os *lead times* corretos de todas as operações é realizada uma programação para trás e as cargas resultantes nos centros de trabalho são estabelecidas. Então as datas devidas são checadas e ajustadas se necessário. O horizonte de planejamento desta fase deve ser pelo menos igual ao maior *lead time* acumulado dos itens do sistema;
- b) **Liberação das ordens e análise de capacidade de curto prazo:** acontece periodicamente para todas as ordens planejadas que devem se iniciar num futuro próximo. A técnica da liberação das ordens seleciona dentre as ordens planejadas as que podem ser trabalhadas, de acordo com um limite de carga. Isto limita o estoque em processo resultando em *lead times* e níveis de estoque controlados. O limite de carga permitido para um centro de trabalho é calculado como sendo $[(\text{período de planejamento} + \text{Lead time planejado})/(\text{período de planejamento})] \times 100$. Para se aplicar a técnica do limite de carga para os centros de trabalho à jusante, o sistema LOOR propõe que este cálculo seja feito por meio de uma abordagem estatística, a qual se baseia na probabilidade da carga chegar ao centro de trabalho; e
- c) **Seqüenciamento da produção:** nesta fase ocorre a programação das ordens de produção que concorrem em um mesmo centro de trabalho. Esta programação considera uma prioridade com relação às datas programadas. Isto vai manter a acurácia nos *lead times* planejados.

A FIGURA 4.14 ilustra o mecanismo de funcionamento do sistema de coordenação de ordens LOOR/WLC.

De acordo com Graves, Konopka e Milne (1995), Lödding, Yu e Wiendahl (2003), e Fernandes e Godinho Filho (2007), o LOOR é um sistema adequado para ambientes *job shop*, voltado a ambientes com alta variedade de itens e alta complexidade do fluxo de materiais. E ainda, é um sistema que pode ser caracterizado por ter como variável de controle primária o WIP (estoque em processo) e centralizado (uma vez que os níveis de WIP são determinados em um nível de controle centralizado e não pelas próprias estações de trabalho).

Os autores também caracterizam o funcionamento do LOOR como um sistema de fluxo programado que empurra produção, porém a liberação ocorre baseada nos níveis de carga (WIP); portanto, essas duas características o tornam um sistema híbrido, mas não seria um erro considerá-lo um sistema de fluxo programado já que a programação tem um papel absolutamente vital.

FIGURA 4.14 – Mecanismo de Funcionamento do Sistema LOOR/WLC



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em termos de aplicabilidade deste sistema, verifica-se na literatura uma hegemonia de uso para coordenação de fluxo de produção entre centros de trabalhos no interior das fábricas. Dentre eles, podem ser citados os trabalhos de: Henrich, Land e Gaalman (2004) aplicando o LOOR em uma empresa de médio porte; Stevenson et al (2011) identificando aspectos de WLC em 41 pequenas e médias empresas de recurso financeiro limitado; Kingsman (2000) comparando a eficiência do LOOR frente ao MRP em ambientes MTO; Hendry et al (2008) fizeram uma análise comparativa dos resultados da aplicação do LOOR em uma indústria de bens de capital e uma indústria terceira de engenharia de precisão; Bonfatti, Caridi e Schiavina (2006) que estudou a aplicação do LOOR combinado com Lógica Fuzzy para realizar a programação da produção de uma indústria mecânica do norte da Itália; Thurer e Godinho Filho (2012) apresentam realizam uma simulação do uso do WLC para a redução do *lead time* e entregas no prazo em pequenas e médias empresas que fabricam sob encomenda.

A partir da análise do mecanismo de funcionamento do LOOR verifica-se potencial uso deste sistema de modo ampliado na cadeia de suprimentos em ambientes especialmente dirigidos por *Contract Manufacturing* na qual se prevê grande variedade e baixo volume de produção.

4.3.7 Sistema TPC (Tambor-Pulmão-Corda)

O sistema TPC oriundo da sigla inglesa DBR (*Drum-Buffer-Rope*) é um sistema baseado na Teoria das Restrições (TOC - *Theory of Constraints*) desenvolvido por Goldratt e Cox (1984). Um dos pressupostos da TOC é de que todo sistema tem pelo menos

uma restrição, sendo assim, para melhorar o desempenho do sistema é preciso administrar a restrição, pois, se o sistema não possuísse uma limitação, ele poderia atingir resultados infinitos, o que não ocorre na prática.

De acordo com Sivasubramanian et. al. (2000) o TPC tem por objetivo gerar uma programação mais eficiente e melhorar as condições para tomadas de decisão no chão-de-fábrica tomando-se por referência as necessidades do recurso gargalo do processo. Destaca-se que o objetivo principal deste sistema é minimizar os WIP e balancear os fluxos entre as várias etapas do processo produtivo.

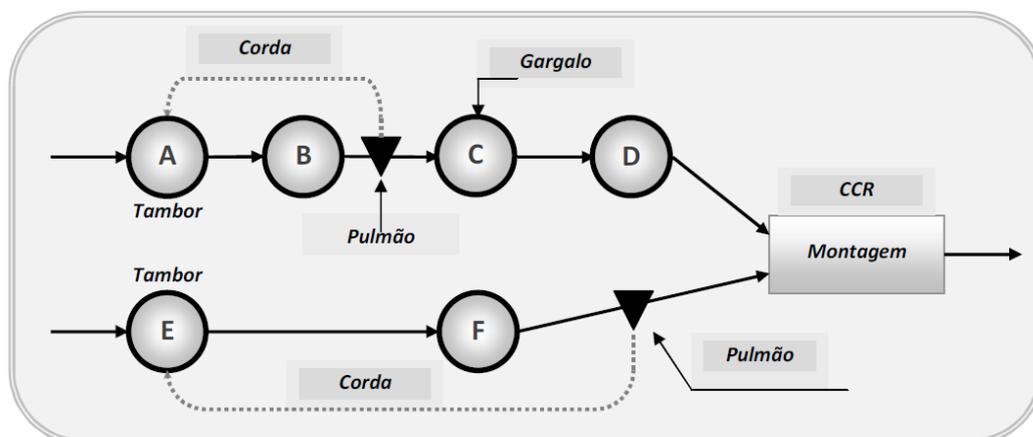
Destaca-se que o TPC é um sistema mais eficiente em ambientes *flow shop* com grandes volumes e baixa variedade.

Segundo Souza (2005) a maneira TPC de programar a produção parte do pressuposto de que existem apenas alguns poucos Recursos com Restrição de Capacidade (CCRs – *Critical Constrain Resources*) que irão impor o índice de produção do sistema inteiro (**tambor**). Para garantir que a produção do RRC não seja interrompida por falta de peça, cria-se na frente dele um inventário que o protegerá contra as principais interrupções que possam ocorrer dentro de um intervalo predeterminado de tempo (**pulmão de tempo**).

Com o objetivo de impedir que haja um aumento desnecessário nos níveis de estoque em processo, o material é liberado para a fábrica no mesmo ritmo com que o recurso restritivo o consome (**corda**), mas com uma defasagem no tempo equivalente ao pulmão de tempo estabelecido.

A FIGURA 4.15 apresenta uma representação esquemática do sistema TPC.

FIGURA 4.15 – Mecanismo de funcionamento do sistema TPC



Fonte: Del Bianco (2008)

Em função da grande difusão da TOC, encontram-se na literatura diversos relatos sofisticação e de aplicação do TPC em sistemas produtivos. Dentre eles podem ser destacados: em termos de problemas hipotéticos Lee et al (2010) desenvolvem o conceito de *Simplified Drum-Buffer-Rope* (SDBR) com algumas alterações do conceito original de TPC e avaliam através de simulação os impactos nos CCRs em três ambientes diferentes; e Betterton e Cox III (2009) desenvolvem um estudo comparativo de modelos simulados para diversas situações em um ambiente com uma linha de produção em série de um único produto.

Em termos de aplicação prática Daniel e Guide Júnior (1997) aplicando em uma indústria que adicionam a sua programação a remanufatura; e Walker (2002) que analisou a aplicação deste sistema nos dois estágios finais de uma cadeia de suprimentos de produtos de instrumentação eletrônica, na qual houve redução do *response time* de 3 a 5 semanas para 10 dias a partir de um médio investimento em capacidade, estoque e gestão da informação.

Outro estudo que relaciona TPC com a cadeia de suprimentos é o trabalho de Souza et al (2004), que a partir de uma análise conceitual concluem que, se bem gerenciado, o método logístico de produção da TOC aplicado à cadeia de suprimentos pode:

- a) Aumentar a capacidade de geração de produtos no final da cadeia (com uma boa exploração do RRC);
- b) Reduzir a quantidade de inventários e horas extras na cadeia;
- c) Aumentar o ganho em todos os elos da cadeia;
- d) Melhorar o desempenho de entregas;
- e) Reduzir os *lead times*.

4.4 Considerações finais do Capítulo 4

Ao se realizar a revisão de literatura acerca SCO, verificou-se que a maioria dos casos é em aplicações para coordenação intrafirma. Quando ocorrem os estudos de aplicação na cadeia de suprimentos é com o foco na coordenação entre pares. Assim verifica-se uma lacuna teórica de estudos do uso de SCO para a coordenação para além dos pares na cadeia de suprimentos.

O QUADRO 4.2 apresenta uma síntese dos relatos apresentados ao longo deste capítulo, destacando os relatos na literatura de uso destes SCO na cadeia de suprimentos de

casos teóricos, casos empíricos, que tratam somente do elo imediato (pares) ou para além de elos imediatos (cadeia).

QUADRO 4.2 – Relatos na literatura de aplicação de cada SCO estudado

SCOs	Relatos de uso na Cadeia de Suprimentos				Autores
	Teórico	Empíricos	Pares	Cadeia	
Sistema de Revisão Contínua	X	X	X		Chaharsooghi e Heydari (2010); Chaharsooghi, Heydari e Kamalabadi (2011)
Sistema de Revisão Periódica	X	X	X		Chiang (2003; 2008); Cachon (2001); Fatrias e Shimizu (2010);
Sistema Kanban	X	X	X	X	Wang e Sarker (2004; 2005; 2006); Kojima, Nakashima e Ohno (2008); Ilgin e Gupta (2011).
Sistema CONWIP	X	X	X	X	Ovalle e Marquez (2003); Huang et al (2007)
Sistema POLCA	X	X	X		Suri (1998) ; Vandaele et al (2005)
Sistema LOOR/WLC	X	X	X		Henrich, Land e Gaalman (2004); Stevenson et al (2011); Kingsman (2000); Hendry et al (2008); Bonfatti, Caridi e Schiavina (2006); Bonfatti, Caridi e Schiavina (2006)
Sistema TPC	X	X	X	X	Lee et al (2010); Betterton e Cox III (2009); Daniel e Guide Júnior (1997); Walker (2002); Souza et al (2004)

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da análise das características de cada SCO e dos relatos encontrados na literatura em termos de uso na cadeia de suprimentos, pode-se fazer os seguintes destaques.

Todos os SCOs apresentaram relatos na literatura de uso teórico ou prático na cadeia de suprimentos. Em termos de aplicação de modo estendido para além dos pares na cadeia de suprimentos, os únicos sistemas em que foram encontrados relatos foram os sistemas *kanban*, CONWIP e TPC.

Apesar de nem todos os SCOs terem na literatura relatos de aplicação na cadeia de suprimentos, acredita-se que seja possível o uso dos mesmos para a coordenação de fluxo de produção na relação entre-firmas. Para tanto, são necessárias algumas adequações nos sistemas, o uso conjunto de diferentes SCOs, bem como, o uso combinado de SCO com algumas práticas utilizadas na GCS mencionadas no Capítulo 3. Neste sentido, no Capítulo 5 desta tese é apresentado um modelo conceitual de tomada de decisão para escolha de uso combinado de SCOs puxados com práticas utilizadas na GCS.

5 MODELO CONCEITUAL DE TOMADA DE DECISÃO PARA O USO COMBINADO DE SISTEMAS DE COORDENAÇÃO DE ORDENS PUXADOS E PRÁTICAS UTILIZADAS NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Este capítulo tem por propósito propor um modelo teórico de tomada de decisão para uso combinado de práticas utilizadas na GCS e SCOs puxados.

Para tanto, na Seção 5.1 é apresentado o modelo com o detalhamento de seus elementos e mecanismo de funcionamento; na Seção 5.2 são apresentadas as considerações do modelo desenvolvido por meio de uma análise crítica.

5.1 Descrição do modelo conceitual

O objetivo da elaboração deste modelo é disponibilizar uma metodologia que auxilie na tomada de decisão em relação ao uso combinado de práticas utilizadas na GCS e SCOs puxados para melhorar a coordenação do fluxo de produção em cadeias de suprimentos que atendem mercados que exigem responsividade. Em outras palavras, mercados caracterizados pela demanda de alta variedade, *lead time* curto.

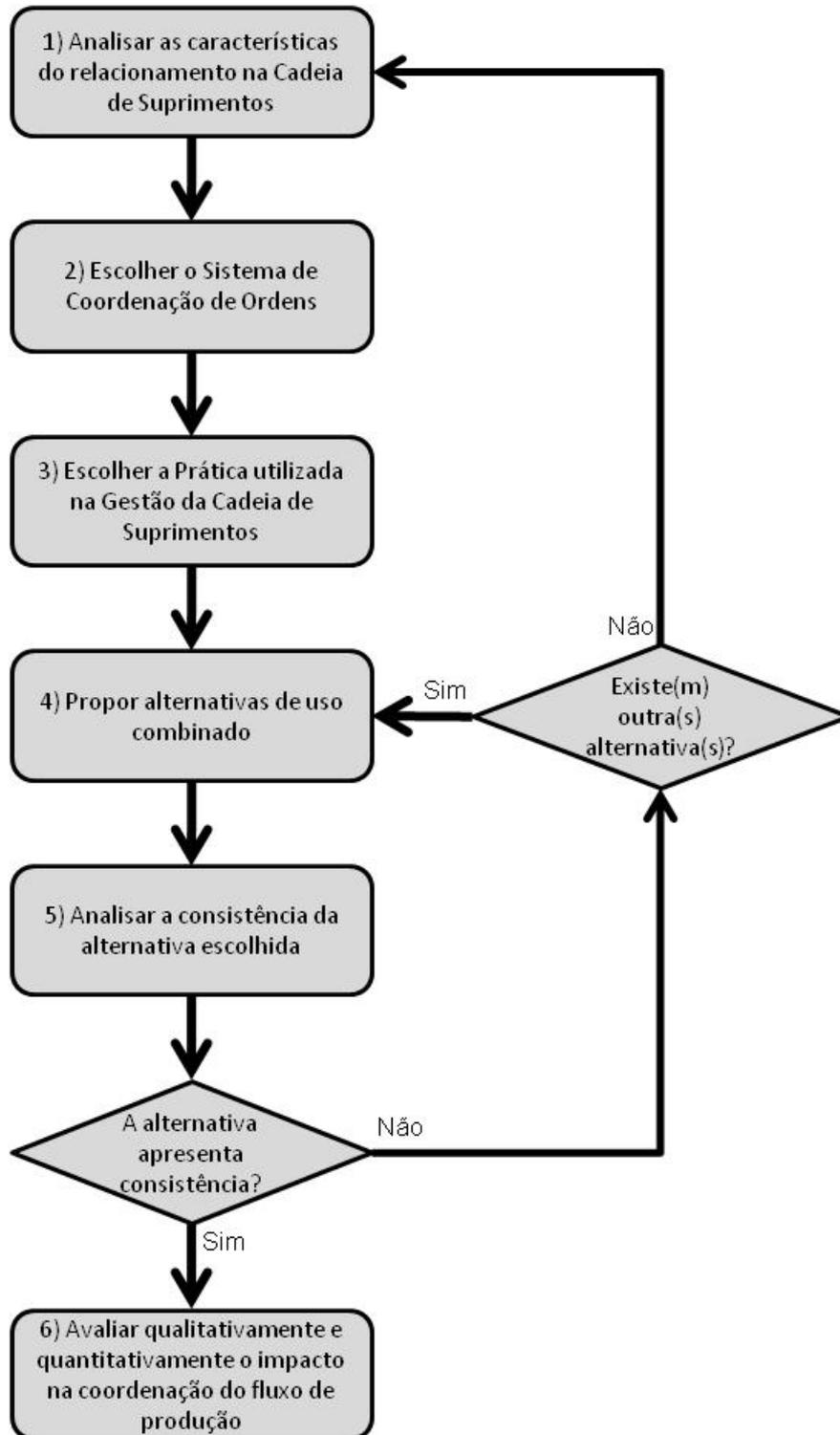
Normalmente a demanda por esta responsividade se dá nos casos dos relacionamentos em que os produtos são itens estratégicos, críticos ou alavancados. Segundo Kraljic (1983), para melhor GCS deve-se desenvolver critérios para diferenciação do portfólio de fornecedores. Na classificação utilizada por este autor, este modelo seria aplicado para os fornecedores de itens de maior importância e em mercados mais complexos.

Ressalta-se que o modelo elaborado é aplicado nos relacionamentos de maior dependência entre fornecedor e cliente, e por consequência, maior necessidade de coordenação do fluxo de produção.

Para tanto, este modelo conceitual é composto de 6 etapas: análise das características do relacionamento na cadeia de suprimentos, escolha do SCOs, escolha da prática utilizada na GCS, análise da viabilidade do uso combinado das opções escolhidas, simulação da solução escolhida e avaliação qualitativa e quantitativa do impacto da solução escolhida na coordenação no fluxo de produção.

Para melhor compreensão na FIGURA 5.1 é apresentada uma representação gráfica do modelo proposto, e a seguir são detalhadas e explicadas como deve ser executada cada uma das etapas.

FIGURA 5.1 – Modelo conceitual de tomada de decisão para escolha do uso combinado de práticas utilizadas na GCS e SCOs para a coordenação do fluxo de produção em cadeias de suprimentos puxadas



FONTE: Elaborado pelo autor

Etapa 1: Analisar as características do relacionamento na Cadeia de Suprimentos:

A primeira etapa deste modelo trata da caracterização do sistema de produção e do relacionamento na cadeia de suprimentos em questão. A importância desta etapa se dá pois

estas serão informações que impactarão de modo decisivo na escolha dos SCOs e das práticas utilizadas na GCS. Deve-se considerar não apenas as características existentes, mas também as características desejadas para tal relacionamento. Dentre outros, segue as principais características a serem consideradas:

- a) Classe do item (A, B ou C);
- b) Relação volume e variedade;
- c) Grau de repetitividade;
- d) Nível de estabilidade da demanda;
- e) Grau de previsibilidade da demanda;
- f) Tempo de *set up*;
- g) Tipo de itens (padronizados ou customizados);
- h) Nível de proximidade ou diferença dos *lead times* dos componentes;
- i) Movimentação da ordem (se circula entre centros de trabalhos ou linhas inteiras);
- j) Existência de restrição de capacidade;
- k) Tipos de processos;
- l) Distância geográfica entre as operações
- m) Necessidade de uso de TI;
- n) Existência de Centros de Distribuição (CDs) entre fornecedor e cliente;
- o) Possibilidade de integração de sistemas computacionais;
- p) Grau de integração dos sistemas de informação;
- q) Disponibilidade do MPS para demais elos da cadeia de suprimentos;
- r) Disponibilidade do seqüenciamento para os demais elos da cadeia de suprimentos;
- s) Necessidade de sistemas de otimização;
- t) Existência de Sistemas integrados com pontos de vendas;
- u) Necessidade de notificação imediata do status de cada objeto;
- v) Transferência de responsabilidade da gestão de estoque;

Por meio das informações relativas à caracterização e definição do tipo de relacionamento almejado em termos de coordenação de fluxo de produção, então segue para as etapas 2 e 3 para a seleção dos SCO e práticas utilizadas na GCS mais adequadas. Destaca-se que as características mencionadas nas alíneas de (a) a (k) estão mais correlacionadas aos aspectos que auxiliam na decisão de SCOs, enquanto as mencionadas nas alíneas de (l) a (v) estão mais correlacionados aos aspectos que auxiliam na decisão das práticas utilizadas na GCS.

Ressalta-se que muitas vezes SCOs e práticas utilizadas na GCS estão em uso no momento em que se realiza a caracterização. Desta forma, deve-se avaliar a adequação da mesma. Caso não esteja adequado(a), selecionar o(a) mais adequad(a)), e caso esteja adequado(a) avaliar o impacto em termos de coordenação de fluxo de produção através do uso combinado.

Etapa 2: Escolher o Sistema de Coordenação de Ordens:

Por meio das informações obtidas na Etapa 1, na Etapa 2 deve-se selecionar o(s) SCO(s) mais adequados para o caso em questão. Para tanto, o QUADRO 5.1 apresenta o conjunto de condições em que cada um dos SCOs estudados são recomendados. Ressalta-se que neste modelo estão sendo considerados somente os SCOs que possuem lógica puxada.

Destaca-se que pode ocorrer de mais de um SCO ser adequado para a situação. Desta forma, recomenda-se a seleção de ambos, para nas etapas 4, 5 e 6 verificar qual das alternativas é mais efetiva em termos de coordenação para a situação em questão.

Etapa 3: Escolher a Prática utilizada na Gestão da Cadeia de Suprimentos:

Da mesma forma que na Etapa 2, por meio das informações obtidas na Etapa 1, nesta deve-se selecionar as práticas utilizadas na GCS mais adequadas para o caso em questão. Para tanto, os QUADROS 5.2 e 5.3 apresentam o conjunto de condições em que cada uma das práticas estudadas são recomendadas.

Destaca-se também, que tal como os SCOs, pode ocorrer de mais de uma prática ser adequada para a situação. Desta forma, recomenda-se a seleção de ambos, para nas etapas 4, 5 e 6 verificar qual das alternativas é mais efetiva, ou ainda, se o uso de mais de uma prática associada aos SCOs possibilita maior impacto em termos de coordenação para a situação em questão

Etapa 4: Propor alternativas de uso combinado:

Nesta etapa sugere-se a elaboração de propostas baseando-se nos resultados das etapas 2 e 3. Desta forma, analisa-se se ambos, SCO e práticas utilizadas na GCS, são adequados as características intrínsecas e/ou desejadas para esta relação na cadeia de suprimentos como um todo, e se ocorre complementariedade entre eles. Desta forma, dentre as soluções dadas pelas etapas anteriores faz-se uma matriz das possíveis combinações possíveis para na Etapa 5 analisar a consistência da alternativa escolhida.

QUADRO 5.1 – Condições em que os SCO estudados são recomendados

SCO	Aplicações	Referência
Sistema de Revisão Contínua	(i) Itens classe C de demanda independente; (ii) Itens classe A com longo <i>lead time</i> de fornecimento, baixa demanda e difícil previsão; (iii) itens padronizados; (iv) grande diferença entre os <i>lead times</i> dos vários componentes.	Burbidge (1975); Hautaniemi e Pirttilä (1999); Jacobs e Whybark (1992); Jonsson e Mattsson (2002); Jonsson e Mattsson (2003).
Sistema de Revisão Periódica	(i) Itens classe C de demanda independente, especialmente se forem peças comuns com baixo risco de obsolescência; (ii) Para itens classe A de demanda independente uso combinado deste sistema com a estratégia <i>lot-for-lot</i> ; (iii) Fornecedor possui periodicidade definida para a entrega.	Burbidge (1975); Lee e Schwarz (2009); Maddah et. al. (2004); Sipper e Bulfin (1997).
Kanban	(i) Flow shop e ambientes repetitivos; (ii) Baixo <i>set up</i> ; (iii) Baixa variedade de produtos; (iv) Demanda estável; (v) Coordenação de fluxo entre centros de trabalho	Gelders e Wassenhöve (1985); Gupta e Snyder (2009); Kumar e Panneerselvam (2007); Lage Jr. e Godinho Filho (2010); MacCarthy e Fernandes (2000); Pettersen e Segerstedt (2009); Sipper e Bulfin (1997); White e Prybutok (2001).
CONWIP	(i) Flow shop, ambientes repetitivos e semi-repetitivos; (ii) Permite maior variedade de produtos que o sistema kanban; (iii) Restringe o número de peças permitidas dentro de um sistema ao mesmo tempo; (iv) Coordenação de fluxo que inclui a linha de produção inteira; (v) Variedade limitada de produtos diferentes e variedade de produtos semelhantes.	Framinan et al. (2003); Germes e Riezebos (2010); Glassey e Resende (1988); Huang et al. (1998); Jodlbauer e Huber (2008); Lambrecht e Segart (1990); Li (2010); Sipper e Bulfin (1997); Slomp et al. (2009); So (1990); Souza, Rentes e Augostinho (2002); Spearman (1992); Spearman et al. (1990); Stevenson et al. (2005); Yang (2000).
POLCA	(i) <i>Job shop</i> , ambiente semi-repetitivo ou não-repetitivo; (ii) Produção celular; (iii) Liberação em função da capacidade da operação posterior; (iv) Ambientes em que se busca a redução de <i>lead time</i> ; (v) Alta variedade de produtos customizados ou ampla variedade de combinações que inviabilizam estoques para todas as opções	Del Bianco (2008); Fernandes e Carmo-Silva (2006); Krishnamurthy e Suri (2009); Lödding et al. (2003); Riezebos (2010); Suri (1998); Vandaele et al. (2008).
LOOR/WLC	(i) <i>Job shop</i> , ambiente não-repetitivo; (ii) Ambientes MTO; (iii) Análise da carga de trabalho dos centros de trabalho	Breithaupt et al. (2002); Graves et al. (1995); Hendry e Kingsman (1991); Lödding et al. (2003); Oosterman (2000); Stevenson e Hendry (2006); Thurer et al. (2010); Wiendahl et al. (1992); Zapfel e Missbauer (1993).
TPC	(i) Flow shop, ambiente repetitivo; (ii) Coordenação via o recurso crítico; (iii) Grandes volumes e baixa variedade	Betterton e Cox III (2009); Chakravorty e Atwater (2005); Framinan et. al. (2003); Glassey e Resende (1988); Gonzalez et. al. (2010); Steele et. al. (2005); Wu e Liu (2008).

Fonte: Elaborado pelo autor.

QUADRO 5.2 – Condições em que as práticas de TI na CS estudadas são recomendadas

TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO (TI)		
Prática	Aplicações	Referência
<i>Enterprise Resourcing Planning (ERP)</i>	(i) Atendimento da necessidade de informação de um negócio como um todo; (ii) Necessidade de TI compatível entre as organizações da mesma cadeia de suprimentos; (iii) Troca de informações direta entre empresa e fornecedor.	Corrêa, Gianesi e Caon (2001)
<i>Distribution Requirement Planning (DRP)</i>	(i) Quando se faz uso de Centros de Distribuição (CDs); (ii) Auxilia na programação da produção para além de atender a demanda e também repor os estoques dos CDs; (iii) Gerencia de forma integrada a cadeia de distribuição.	Corrêa (2010)
<i>Electronic Data Interchange (EDI)</i>	(i) Troca eletrônica de dados entre os computadores de empresas parceiras; (ii) Informações que normalmente envolvem: programas de produção e de entregas, pedidos de produtos, avisos de recebimento, necessidade de reposição de estoque, entre outros.	Firno e Lima (2004); Nascimento Neto, Oliveira e Ghinato (2002); Pires (2009); Vivaldini e Pires (2010).
<i>Warehouse Management System (WMS)</i>	(i) Sistema de gestão de armazéns; (ii) Recebimento, inspeção, endereçamento, estocagem, separação, embalagem, carregamento, expedição, entre outros; (iii) Sistema integrado aos ERPs das organizações envolvidas.	Arozo (2003); Banzato (1998); Guarnieri et. al. (2006); Ramos e Melo (2003).
<i>Advance Planning and Scheduling (APS)</i>	(i) <i>Software</i> de otimização da cadeia de suprimentos; (ii) Dentre as principais atividades realizadas destacam-se: desenho da malha, planejamento e previsão da demanda, programação da produção, sequenciamento da produção, programação de compras, programação da distribuição, sequenciamento do transporte; (iii) Para maior eficácia deve estar integrado à sistemas ERPs das organizações envolvidas.	Bremer e Menegusso (2012); Cardoso (2000); Nascimento Neto, Oliveira e Ghinato (2002).
<i>Radio-Frequency Identification (RFID)</i>	(i) Tem como função identificar, rastrear, selecionar ou detectar uma grande variedade de objetos; (ii) Notificação imediata do <i>status</i> do objetivo; (iii) Contribui na melhor gestão de estoque.	Corrêa (2010)
<i>Transportation Management System (TMS)</i>	(i) Sistema gestão de transportes; (ii) Planejamento, execução, monitoramento e controle das atividades relativas a consolidação e movimentação de carga, expedição, emissão de documentos, entregas e coletas de produtos, rastreabilidade da frota e de produtos, entre outros.	Marques (2012); Vivaldini e Pires (2010).
Comércio Eletrônico	(i) Compra e a venda de informações, produtos e serviços através de um equipamento eletrônico; (ii) Pesquisas de mercado, geração de condução qualificadas de venda, anúncios, compra e distribuição de produtos, suporte a clientes, transações financeiras, etc.	Albertin (1998); Jin e Yu (2011); Mcivor, Humphreys e McCurry (2003).

Fonte: Elaborado pelo autor.

QUADRO 5.3 – Condições em que as práticas de PRR estudadas são recomendadas

PROGRAMAS DE RESPOSTA RÁPIDA (PRR)		
Prática	Aplicações	Referência
<i>Quick Response (QR)</i>	(i) Relação entre fabricantes e varejistas; (ii) Colocação de uma pequena ordem no início do período, observação e reabastecimento; (iii) Compartilhamento de dados entre o ponto de venda e os fabricantes; (iv) Para reposição rápida se utiliza de outras práticas, tais como CPFR, VMI, RFID e ERP.	Choi e Sethi (2010); Fugate, Sahin e Mentzer (2005); Wanke, (2012).
<i>Efficient Consumer Response (ECR)</i>	(i) Busca redenhos alternativos para o canal de distribuição; (ii) Relação entre fabricantes e varejistas; (iii) Contribui para o entendimento do comportamento do mercado; (iv) Utilização de sistemas de apoio como EDI e RFID .	Ghisi e Silva (2006); Miranda e Casarini (2000); Pires (2009); Pires e Musetti (2000).
<i>Vendor Managed Inventory (VMI)</i>	(i) O fornecedor é responsável por gerir o estoque de seus produtos no cliente; (ii) Fornecedor define o momento de reposição do estoque.	Blatherwick (1998); Elvander, Sarpola e Mattsson (2007); Fugate, Sahin e Mentzer (2005); Hines et. al. (2000); Pires (2009); Waller, Johnson e Davis (1999).
<i>Continuous Replenishment (CR)</i>	(i) O fornecedor recebe informações diretamente do ponto de venda para que o estoque seja suprido de modo contínuo; (ii) São realizadas previsões de vendas em função das informações coletadas; (iii) O CR pode ser gerenciado pelo fornecedor, varejista ou operador logístico; (iv) Pode-se gerenciar por segmentos de mercado específicos; (v) Utiliza como apoio sistemas EDI,	Andraski (1994); Pires (2009); Wanke (2012).
<i>Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR)</i>	(i) Busca o controle do estoque entre todos os elos; (ii) Tem como <i>input</i> as informações do ECR para realizar a previsão de demanda e geração das ordens de produção; (iii) Necessidade de desenvolver planejamento conjunto e implementar sistemas para troca de informações em tempo real.	Pires (2009); Seifert (2003); Vivaldini, Souza e Pires (2008); Vivaldini, Souza e Pires (2009)
<i>Just-in-Sequence (JIS)</i>	(i) Busca fazer com que o fornecimento seja realizado com a coisa certa, na quantidade certa, no momento certo e também, na sequência certa; (ii) Necessidade do compartilhamento do MPS e do sequenciamento da produção do cliente; (iii) Geralmente utilizado para itens de alto valor agregado.	Pires (2009)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Etapa 5: Analisar a consistência da alternativa escolhida:

A análise consiste em verificar se os SCOs e as práticas utilizadas na GCS se complementam, ou se o uso de um impede o uso do outro na alternativa proposta selecionada. Neste sentido, avalia-se esta complementaridade e realiza-se o planejamento da implementação do uso combinado, definindo o papel de cada um e como se dá o mecanismo de funcionamento para se estabelecer a coordenação de fluxo de produção. Destaca-se que ao se realizar este planejamento deve-se verificar qual o impacto na infraestrutura, nos recursos e

nas rotinas de trabalho da situação atual. Tal avaliação permite inclusive detectar possíveis resistências em termos do uso das possibilidades.

Caso ocorra incompatibilidade entre as alternativas escolhidas pode ocorrer duas situações: caso exista(m) outra(s) alternativa(s) proposta(s), analisa-se a consistência da(s) mesma(s); caso não exista, deve-se repetir os passos anteriores para verificar se a caracterização não foi bem realizada, ou se houve algum equívoco em termos da escolha.

Ressalta-se que para o modelo foram utilizadas somente as práticas de dois dos grupos apresentados no Capítulo 3 (TI e PRR), excluindo as práticas dos grupos de Abastecimento e Distribuição. Tal seleção se deu em função das práticas dos grupos de TI e PRR segundo a análise realizada na seção 3.2 contribuir mais fortemente para as atividades dos subprocessos operacionais do MFMP, sendo assim, mais apropriadas para o uso combinado com o SCOs, bem como, tendo maior potencial de responsividade.

Etapa 6: Avaliar qualitativamente e quantitativamente o impacto na coordenação do fluxo de produção:

Por meio do uso de algum mecanismo recomenda-se testar ou simular a proposta formulada escolhida que demonstrou consistência teórica. Tal teste/simulação pode ser realizado em planta piloto, planilhas Excel ou *softwares* de simulação. Dentre os objetivos da simulação destaca-se a verificação da aplicabilidade da proposta no caso real, ou se tal proposta impacta em outros relacionamentos na cadeia de suprimentos caso tenha realizado a análise para um único item. Dentre as possíveis metodologias, sugere-se o uso da metodologia de simulação apresentada no Capítulo 1, ou outra de maior familiaridade.

Após a simulação deve-se avaliar o impacto da proposta elaborada na coordenação do fluxo de produção na cadeia de suprimentos estudada. Para tanto, sugere-se a realização de avaliações qualitativas e quantitativas.

Para a avaliação qualitativa sugere-se o uso como referência as atividades dos subprocessos do MFMP. Avaliando se a partir da proposta mais atividades consideradas de coordenação pelo MFMP começaram a ser realizadas.

Em termos da avaliação quantitativa sugere-se o uso de indicadores de desempenho que forem adequados para o caso em questão. Como referência sugere-se a análise dos indicadores mencionados no QUADRO 2.7.

5.2 Considerações do modelo conceitual

O modelo conceitual de tomada de decisão para a escolha do uso combinado de práticas utilizadas na GCS e SCOs para a coordenação de fluxo de produção em cadeias de suprimentos no âmbito de sistemas de produção puxados foi elaborado com o intuito de disponibilizar uma metodologia prática e de fácil compreensão e aplicabilidade para aqueles que necessitam tomar tal decisão.

Em função das especificidades de cada relacionamento e de cada sistema de produção o modelo não apresenta indicações de soluções prontas para cada conjunto de situação.

Por outro lado, tal modelo se mostra bastante útil para escolha de alternativas adequadas, e através da simulação verificação da viabilidade e validade das escolhas realizadas. Por fim, através da análise qualitativa e quantitativa é possível identificar os impactos e se tal implementação é desejada para cada situação.

Em termos de aplicação do modelo, o Capítulo 6 apresenta um caso ilustrativo, em que tal modelo foi utilizado em dois relacionamentos na cadeia de suprimentos em questão.

6 UTILIZAÇÃO CONJUNTA DE PRÁTICAS UTILIZADAS NA GCS E SCOS PUXADOS: ILUSTRAÇÃO DA PROPOSTA POR MEIO DE UM ESTUDO DE CASO

Neste capítulo são apresentadas e analisadas propostas do uso combinado de práticas utilizadas na GCS e SCOs. Para tanto, é utilizado como caso ilustrativo a cadeia de suprimentos de uma montadora de automóveis. Assim, neste capítulo é apresentado um panorama das características da cadeia de suprimentos utilizada como exemplo ilustrativo, bem como as práticas utilizadas pela mesma em termos de coordenação de fluxo. A partir das informações coletadas, do que neste trabalho considera-se como fluxo de produção coordenado, das práticas utilizadas na GCS que contribuem para a coordenação de fluxo de produção, do conhecimento do mecanismo de funcionamento de cada SCO, são apresentadas propostas de melhoria de coordenação de fluxo de produção por meio do uso de soluções combinadas de práticas utilizadas na GCS e SCO.

Destaca-se que as propostas foram elaboradas baseadas em cada tipo de relacionamento e verificando-se quais seriam as práticas de GCS e os SCOs mais adequados para os resultados esperados para o mesmo baseadas no modelo conceitual elaborado no Capítulo 5. Para avaliação do nível de coordenação de fluxo de produção utilizou-se métodos qualitativos e quantitativos. Em termos qualitativos utilizou-se como referência para a avaliação o MFMP, e em termos quantitativos foram utilizados indicadores de desempenho, tais como *WIP* e *lead time*.

Como o foco deste trabalho está na coordenação do fluxo de produção em cadeias de suprimentos, a seguir é apresentado o detalhamento do fluxo de produção (informação e materiais) desde o elo da cadeia de contato com o consumidor final (loja de concessionária) até os fornecedores de primeira camada da Empresa X.

Para melhor compreensão, na Seção 6.1 é apresentada uma descrição geral da cadeia de suprimentos estudada, na Seção 6.2 as relações à jusante na cadeia de suprimentos e na 6.3 as relações à montante. No entanto, em função da disponibilidade de informações fornecidas na pesquisa de campo foram realizadas propostas somente para as relações à montante. Desta forma na Seção 6.4 são apresentadas as propostas elaboradas. Tal apresentação está organizada do seguinte modo: uma caracterização sobre o tipo de relacionamento da montadora com o fornecedor, a situação atual do caso, a proposta de uso combinado de práticas utilizadas na GCS com SCOs e análise qualitativa e quantitativa da coordenação de fluxo de produção.

6.1 Descrição geral da cadeia de suprimentos estudada

Conforme acordado com a empresa líder da cadeia de suprimentos pesquisada não foi permitido divulgar o nome das empresas participantes da mesma. Desta forma, a empresa líder deste relacionamento será intitulada neste trabalho como **Empresa X** ou **Montadora**. Trata-se de uma *joint venture* de uma marca internacional do setor automobilístico localizada fora da região da grande São Paulo, sendo única planta no Brasil de tal marca. Destaca-se que o capital dos recursos produtivos é 100% nacional. Ressalta-se que a marca da empresa está presente em mais de 180 países.

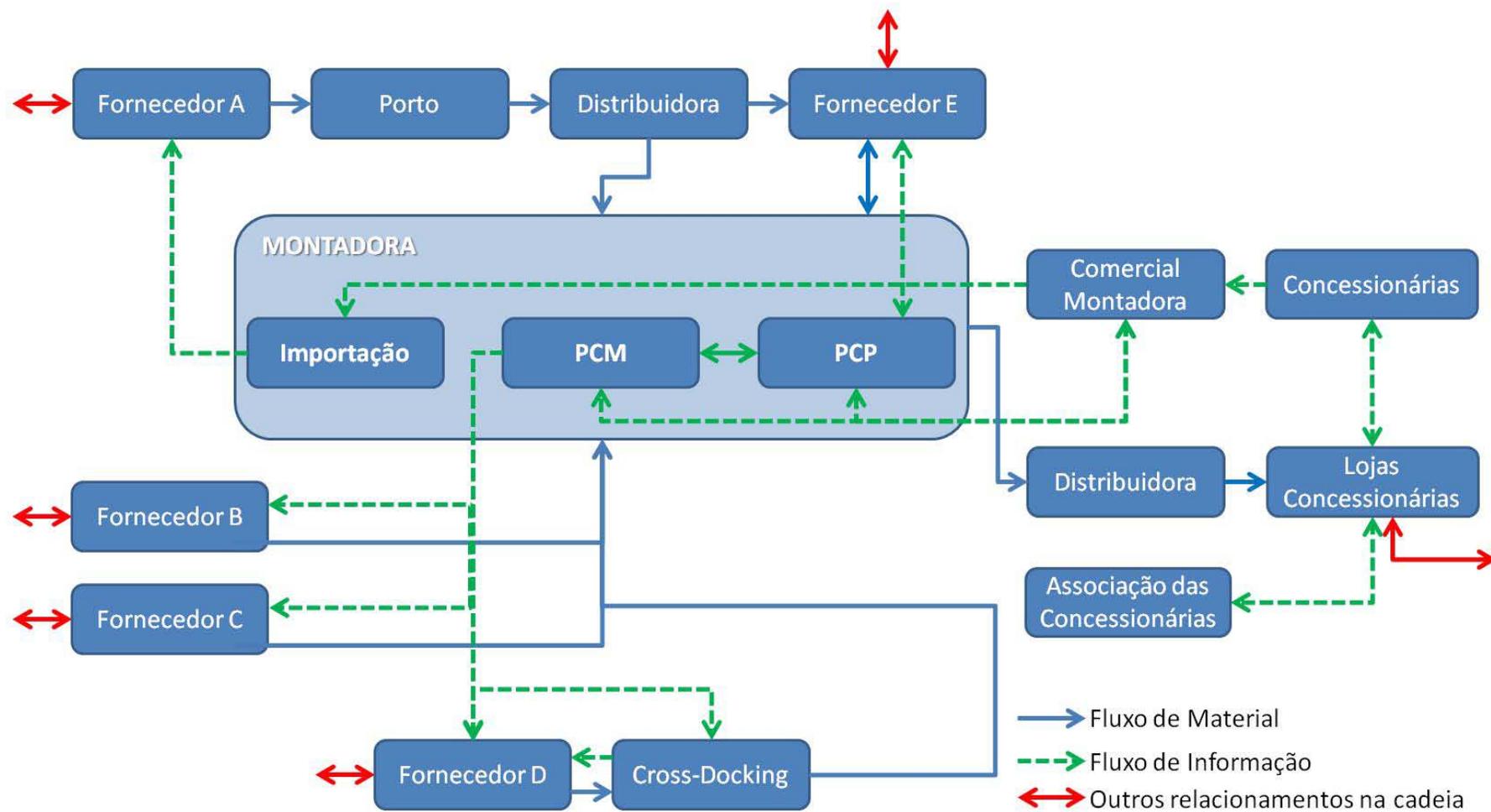
A empresa trabalha exclusivamente com automóveis com característica de tração 4x4 com modelos nas categorias: sedan médio, *sport utility vehicle* (SUV), *crossover* e caminhonete. Em 2012 a empresa comercializava 16 modelos de automóveis (podendo ocorrer variações em termos de opcionais) e a planta estudada montava 11 desses modelos. Os demais eram apenas nacionalizados em uma instalação anexa à fábrica.

Nestas categorias a Empresa X atua mais diretamente com os seguintes segmentos de mercado: classe A e B (caminhonetes, *crossover*, SUV e sedan médio), frotista (caminhonete) e competição (SUV e caminhonete). Destaca-se que para os segmentos de frotista e competição a empresa trabalha com certo nível de customização. Em termos de abrangência geográfica esta *joint venture* da empresa atende todo mercado nacional e sul-americano (tendo como principal cliente internacional a Argentina).

Para melhor compreensão de como em 2012 estava configurada a cadeia de suprimentos estudada, na FIGURA 6.1 é apresentada uma representação esquemática da mesma.

Para atendimento ao mercado a empresa conta com grupos de concessionárias e o departamento comercial da empresa. As concessionárias realizam o contato direto com o consumidor final. Em 2012, somando as lojas de todos os grupos de concessionárias, haviam 182 lojas para tal relacionamento. O departamento comercial da Empresa X, localizado na cidade de São Paulo/SP, é responsável por receber os pedidos dos grupos de concessionárias, os pedidos de frotistas e os pedidos para exportação. Destaca-se ainda nesta cadeia a presença da Associação das Concessionárias que é responsável em intermediar temas de conflito entre concessionárias e montadora e ainda garantir maior agilidade para atendimento aos clientes por permitir comercialização de veículos entre as concessionárias.

FIGURA 6.1 – Configuração da cadeia de suprimentos da Empresa X



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com a produção iniciada na década de 1990, e empresa em 2012 possuía cerca de 3300 funcionários diretos com uma capacidade produtiva de até 210 veículos por dia. A produção média era de 190 veículos por dia. A fábrica possuía basicamente duas linhas de produção: uma para produção dos veículos tipo chassi e outra para veículos tipo monobloco.

Para realização de suas operações, a montadora mantém um estoque de segurança de matéria-prima para componentes nacionais de 4 a 8 dias (dependendo do fornecedor) e para os componentes importados de aproximadamente 15 dias. Para os fornecedores que estão localizados na mesma cidade, o estoque de segurança varia de 3 horas até 1 dia, visto que a reposição é realizada diariamente, e alguns casos, mais de uma vez por dia. Com relação ao estoque de produto acabado, eles são mantidos no pátio aproximadamente 1 dia.

Para a produção de seus veículos, além dos itens importados, a montadora compra mais de 2500 itens nacionais (diferentes *Stock Keeping Unit* - SKU), que são fornecidos por 198 fornecedores que estão localizados em diversas localidades do país. O QUADRO 6.1 apresenta o quantitativo de fornecedores distribuído em suas respectivas localização geográfica. Destaca-se que os fornecedores do exterior são responsáveis pela maior parte dos itens utilizados na montagem. Um aspecto a se ressaltar é o de que dos 203 fornecedores 11 realizam o fornecimento direto e 192 utilizam um centro de consolidação para organizar e transportar.

QUADRO 6.1 – Número de Fornecedores por localidade da Empresa X.

ESTADO	Quantidades
São Paulo (SP)	162
Minas Gerais (MG)	9
Santa Catarina (SC)	8
Rio grande Do Sul (RS)	6
Goiás (GO)	5
Paraná (PR)	4
Bahia (BA)	1
Mato Grosso do Sul (MS)	1
Pernambuco (PE)	1
Rio de Janeiro (RJ)	1
Internacionais	5
TOTAL	203

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em termos de fornecedores é possível categorizá-los em 5 grupos: a) internacional; b) fornecimento direto localizados no mesmo distrito industrial; c) fornecimento direto de outras regiões do país; d) fornecimento via *cross-docking* da empresa;

e) *in plant*. O detalhamento quanto às características de relacionamento de cada grupo está descrito na seção 6.3.

Ainda, em relação às outras organizações envolvidas nesta cadeia de suprimentos tem uma empresa responsável pela distribuição dos produtos acabados para as lojas das concessionárias, uma empresa responsável pelo armazenamento, consolidação e transporte (empresa que opera o *cross-docking*) e 43 empresas prestadoras de serviço para o embarque e movimentação e distribuição dos contêineres dos itens importados.

A seguir apresenta-se de modo detalhado como em 2012 eram dadas as relações à jusante e a montante da cadeia de suprimentos estudada.

6.2 Análises à Jusante da Cadeia

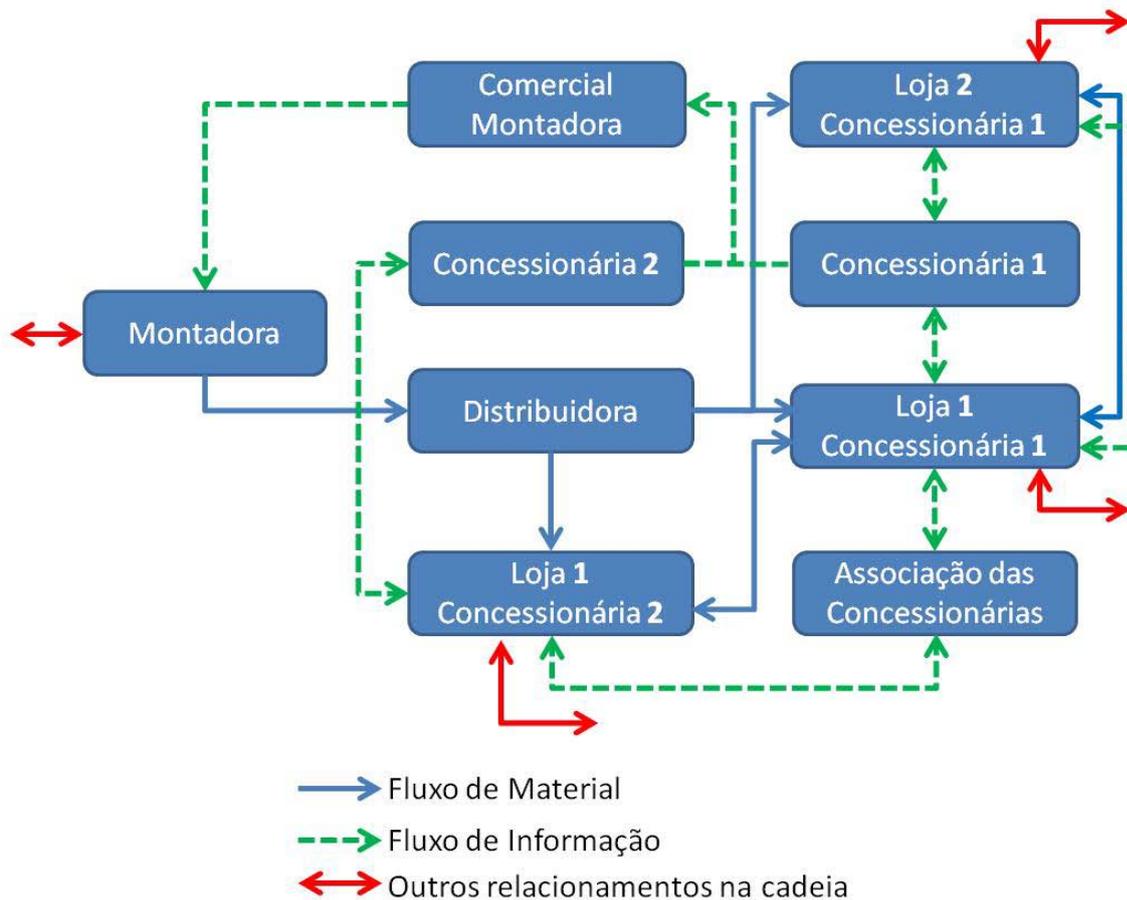
Como mencionado anteriormente a Empresa X atualmente conta com 182 lojas de grupos de concessionária. O fluxo de pedidos à jusante desta cadeia de suprimentos basicamente ocorre de duas maneiras: a) atribuição acordada com os grupos das concessionárias; b) pedidos avulsos de clientes. A FIGURA 6.2 apresenta uma esquematização do fluxo de produção a jusante na cadeia de suprimentos estudada.

O departamento comercial da Empresa X e a diretoria de cada grupo de concessionária realizam um planejamento anual de vendas por modelo de automóvel baseado no histórico de vendas (emplacamento) e projeção futuras. Através deste planejamento são definidas as atribuições de venda de cada grupo de concessionária por mês. Por consequência, a diretoria de cada grupo de concessionária desmembra esta atribuição, definindo as quantidades e modelos a serem vendidos mensalmente por cada loja da concessionária. Baseado na previsão de vendas e na atribuição mensal é definido o estoque de modelos por loja. Na maioria dos casos, as lojas da Empresa X trabalham no sistema de “pronta entrega”. Realizada a venda, é agendado para o dia seguinte (ou o próximo – máximo 2 dias) a revisão do veículo vendido e a apresentação técnica do mesmo.

Para tanto, em uma frequência de 2 a 5 dias são realizadas as entregas em cada loja de concessionária pela distribuidora da montadora baseado na atribuição e calendário definido para cada loja. O planejamento de entrega e carregamento dos caminhões cegonha é realizado pela empresa Distribuidora (baseado nas atribuições e vendas realizadas pelo departamento Comercial), na qual semanalmente realiza o planejamento de entregas e diariamente determina carregamento e destinação de cada veículo da frota da distribuidora. Destaca-se que

no pátio da montadora os automóveis a serem carregados para distribuição permanecem em média 1 dia.

FIGURA 6.2 – Fluxo de produção a jusante na cadeia de suprimentos da Empresa X



Fonte: Elaborado pelo autor.

Caso a loja em que foi vendido o veículo, não o tenha com as características desejadas no estoque, mas outra loja do mesmo grupo da concessionária o tenha, em um prazo máximo de 1 dia o mesmo é transportado via transporte próprio da concessionária para a loja em que foi vendido, cumprindo o prazo de no máximo 2 dias para a entrega. Para tanto, as lojas dos grupos de concessionária utilizam um *software* que integra as informações de estoque da concessionária.

Por outro lado, caso o grupo da concessionária não possua em seu estoque nenhum modelo com as características desejadas pelo cliente, e o cliente estiver de acordo em aguardar a chegada do mesmo, podem ocorrer duas dinâmicas:

- A loja da concessionária envia uma consulta da necessidade de determinado veículo na plataforma integrada da Associação das Concessionárias. Caso alguma outra loja tenha

o veículo com as características desejadas e tenha o interesse em realizar a comercialização, está é realizada entre as mesmas. Em média a entrega para loja compradora é realizada em 2 dias (dependendo da distanciamento geográfico) e este é entregue ao consumidor final no dia seguinte à chegada do mesmo.

- b) A loja da concessionária envia o pedido para a matriz do grupo da concessionária, e esta agrega o pedido aos novos pedidos a serem lançados para o mês seguinte. Esse pedido agregado é enviado ao Departamento Comercial da Empresa X. Destaca-se que estes pedidos eles são contabilizados para além da atribuição já pré-estabelecida. O prazo de entrega destes pedidos que são realizados para além da atribuição pode variar de 15 a 45 dias.

6.3 Análises à Montante da Cadeia

Como já mencionado anteriormente, o Departamento Comercial realiza o planejamento anual de vendas, e o revisa mensalmente em função dos pedidos extras realizados pelas concessionárias ou alguma alteração na atribuição junto às concessionárias. Destaca-se que a definição da quantidade a ser produzida de cada modelo é congelada com uma antecedência de 3 meses. Isto é feito, devido ao fato de cerca de 70% dos itens serem importados e eles demorarem entre 45 a 75 dias para estarem disponíveis na linha de produção. Desta forma, com a antecedência de 3 meses este planejamento é enviado ao departamento de Importação onde são realizados os pedidos para os fornecedores de itens importados.

Ressalta-se que algumas variações de algumas características opcionais do cliente podem ser definidas em um prazo menor, sendo possível incluir os pedidos extras. Estas variações permitidas são relativas aos componentes entregues por fornecedores nacionais. Desta forma, o departamento comercial envia todo dia 25 de cada mês a programação de produção diária do mês seguinte. Esta programação é revisada pelo departamento de Planejamento e Controle da Produção (PCP) e pelo departamento de Planejamento de Compras e Materiais (PCM). Esta revisão é realizada para verificar a disponibilidade de todos os itens para a montagem do veículo e a capacidade produtiva da fábrica. Destaca-se que por mês em média são realizadas 5 revisões desta programação.

A partir da programação inicial (enviada no dia 25 de cada mês) o departamento de PCP da empresa lança no ERP da empresa todos os carros a serem

produzidos dia a dia para o mês posterior para que então o departamento de PCM possa rodar o MRP para gerar os pedidos de cada item para os fornecedores. Destaca-se que para a atualização do estoque, todos os itens são etiquetados e é feito o controle via códigos de barras, na qual é dada baixa no item no momento em que ele sai do armazém do estoque para entrar na linha de produção.

A partir das informações geradas pelo MRP quanto às necessidades de compras o departamento de PCM realiza até no máximo o dia 10 de cada mês o pedido para cada fornecedor nacional de acordo com a dinâmica estabelecida com cada um (baseado na categorização mencionada anteriormente).

Destaca-se que tal classificação pode ser correlacionada com os critérios de diferenciação de portfólio de fornecedores elaborado por Kraljic (1983). Sendo os fornecedores dos tipos A e E com características de fornecedores em que se estabelece o gerenciamento de suprimentos (quadrante 4 do modelo) em que os itens são de alta importância e existe uma alta complexidade do mercado fornecedor. Os fornecedores do tipo B com características de fornecedores em que se estabelece o gerenciamento de fornecimento (quadrante 3 do modelo) em que os itens são de baixa importância, porém há uma alta complexidade do mercado fornecedor (principalmente no tocante aos custos logísticos). Os fornecedores do tipo C e D com características de fornecedores em que se estabelece o gerenciamento de materiais (quadrante 2 do modelo) em que os itens são de alta importância e existe uma baixa complexidade do mercado fornecedor.

A seguir são apresentados os detalhamentos dos relacionamentos com cada tipo de fornecedor.

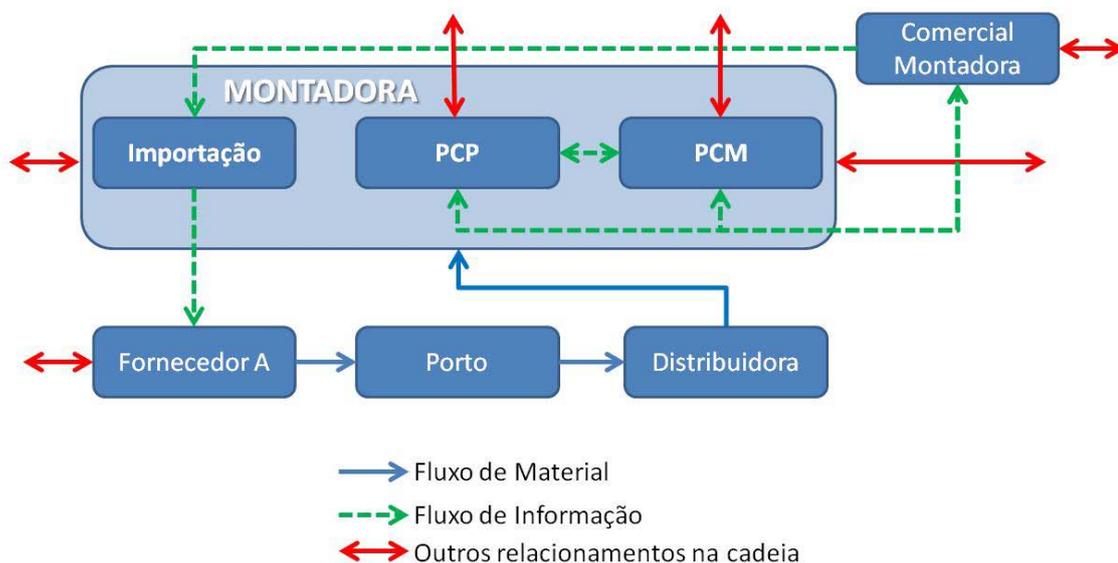
a) Fornecedor Tipo A (Internacional)

Os fornecedores do tipo A são os internacionais. São fornecedores pré-estabelecidos pelo contrato de *joint venture*. São responsáveis em média por 70% dos componentes do veículo. O *lead time* de fornecimento é de cerca de 90 dias. Para tanto, após a chegada ao porto de Santos, os contêineres são movimentados até a planta exclusivamente via malha rodoviária.

Para esses fornecedores, como mencionado anteriormente, os pedidos são enviados com 3 meses de antecedência pelo departamento de Importação no momento em que se congela a programação da produção. Para a entrega são utilizados os modais marítimo (33 dias) e rodoviário (1 dia). Em situações normais na aduaneira para desembaraço os materiais

levam cerca de 15 dias. As entregas na montadora são realizadas 2 vezes por semana (nas quintas e domingos). A FIGURA 6.3 esquematiza este fluxo de produção.

FIGURA 6.3 – Fluxo de produção da relação entre fornecedor Tipo A e a Empresa X



Fonte: Elaborado pelo autor.

b) Fornecedor Tipo B (Direto – local)

Os fornecedores do tipo B são aqueles que estão localizados no mesmo município em que está localizada a montadora. Para o ano de 2013 esses fornecedores serão 17. Neste tipo de relacionamento os pedidos são passados para reposição de estoque. As entregas destes fornecedores são realizadas com uma frequência de 1 a 5 dias.

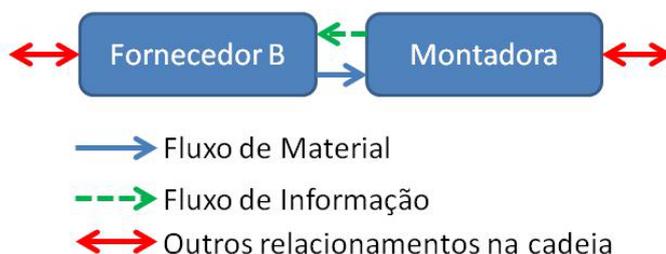
Para os fornecedores dos tipos B (direto – local), C (direto – outras regiões) e D (*cross-docking*) e alguns itens dos fornecedores do tipo E (*in plant*) a partir do MRP gerado os pedidos são realizados uma vez por mês (até o dia 10) com a necessidade de materiais e a programação de entregas (seja via entrega direta ou para o *cross-docking*). Também é realizado o acompanhamento das entregas pela equipe do PCM e os ajustes dos pedidos ao longo do mês caso a programação da produção tenha sido alterada. A atualização destes pedidos é realizada de acordo com a necessidade.

O fluxo de produção nos casos dos fornecedores dos tipos B e C ocorrem do modo tradicional. Os pedidos são enviados aos fornecedores e os mesmos realizam entrega via frota própria nos prazos acordados.

O fluxo de materiais dos fornecedores dos fornecedores do tipo B é realizado via frota própria do fornecedor e a entrega é realizada diariamente. Isto devido a proximidade

geográfica. Dentre os fornecedores deste grupo pode-se destacar: fornecedores de rodas e partes de metal da carroceria, entre outros. A FIGURA 6.4 esquematiza o fluxo de produção para os fornecedores tipos B.

FIGURA 6.4 – Fluxo de produção entre Empresa X e os fornecedores tipos B.



Fonte: Elaborado pelo autor.

c) Fornecedor Tipo C (Direto – outras regiões)

Os fornecedores do tipo C são aqueles localizados a mais de 300 km da planta da montadora em que os pedidos da empresa justificam um carregamento completo do meio de transporte do fornecedor. A frequência de entrega desses fornecedores é de 2 a 7 dias dependendo do item.

O fluxo de pedidos para este tipo de fornecedor ocorre como mencionado na alínea anterior. A partir do MRP gerado os pedidos são realizados uma vez por mês (até o dia 10) com a necessidade de materiais e a programação de entregas. Também é realizado o acompanhamento das entregas pela equipe do PCM e os ajustes dos pedidos ao longo do mês caso a programação da produção tenha sido alterada. A atualização destes pedidos é realizada de acordo com a necessidade.

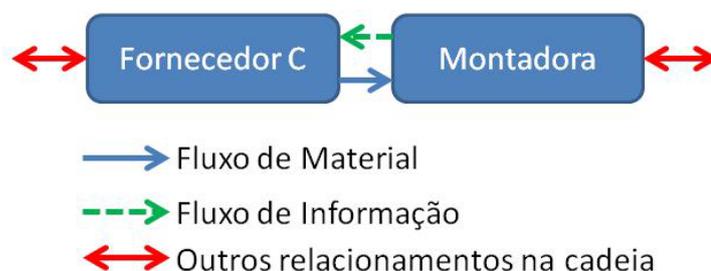
No entanto, por esses fornecedores estarem geograficamente mais distantes que os do tipo B, o fluxo de produção ocorre de maneira distinta. Neste caso os pedidos da empresa justificam um carregamento completo do meio de transporte do fornecedor. A FIGURA 6.5 esquematiza o fluxo de produção para os fornecedores tipos C.

d) Fornecedor Tipo D (Cross-Docking)

Os fornecedores do tipo D são aqueles que utilizam um Centro de Distribuição (CD) da montadora localizado na cidade de São Paulo/SP que opera com a prática *cross-docking*. Os fornecedores que o utilizam estão localizados principalmente nas proximidades da cidade de São Paulo/SP ou que os pedidos da Empresa X para estes fornecedores são

carregados juntamente com outros clientes destes mesmos fornecedores localizados nas proximidades do *cross-docking*.

FIGURA 6.5 – Fluxo de produção entre Empresa X e os fornecedores tipos C.

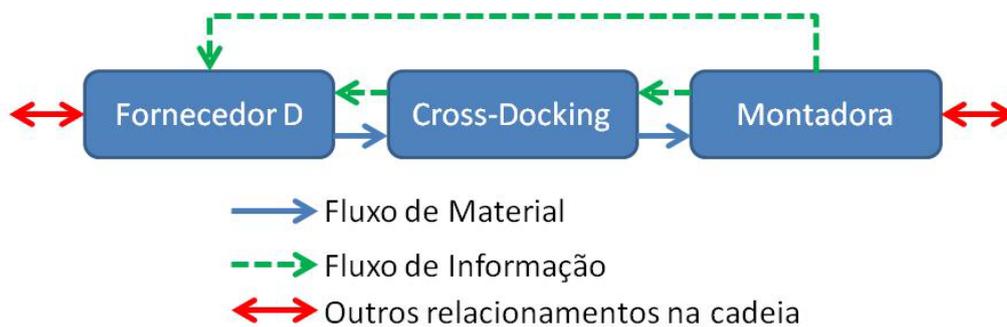


Fonte: Elaborado pelo autor.

Para estes fornecedores a programação de recebimento de materiais no *cross-docking* é enviada mensalmente pelo departamento de PCM para os fornecedores e para o *cross-docking*, conforme a dinâmica apresentada na Seção 6.3.2. A partir desta programação e do comportamento histórico do fornecedor, no *cross-docking* são programadas as janelas de entrega de cada fornecedor e o calendário de coleta do *Milk Run*. No entanto, diariamente é enviada ao *cross-docking* uma lista com os itens que devem ser despachados no mesmo dia para a montadora. No entanto, como esta lista chega tardiamente para o *cross-docking* é frequente não obter a melhor cubagem da carga. Ressalta-se que diariamente são carregados em média 8 caminhões da empresa responsável pelo *cross-docking* para entrega na montadora. A dinâmica com os fornecedores podem ocorrer de dois modos:

- a) *Milk Run*: para os fornecedores localizados na região da grande São Paulo, é enviado o pedido mensal com o calendário de coleta e a descrição dos itens a serem coletados por dia por veículos da empresa *cross-docking*.
- b) Janelas de Entrega: para os fornecedores principalmente localizados nos estados de SC, RS, PR, RJ e alguns de SP é enviado o pedido mensal com o calendário das janelas em que devem ser realizadas as entregas. As entregas são realizadas por veículos do fornecedor.

Destaca-se que toda a coordenação e ajustes são realizados pela equipe do *cross-docking*. A FIGURA 6.6 apresenta um esquema do fluxo de produção através do uso do *cross-docking*.

FIGURA 6.6 – Fluxo de produção através do uso do *cross-docking*.

Fonte: Elaborado pelo autor.

e) Fornecedor Tipo E (*In-plant*)

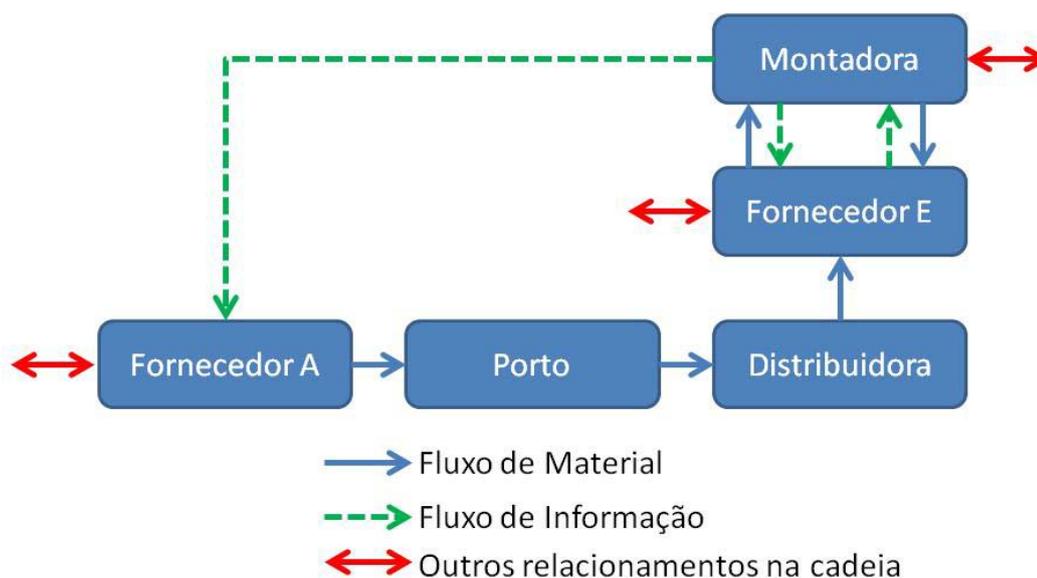
Os fornecedores tipo E (*in plant*) são aqueles que estão localizados na mesma planta da montadora, para tanto são realizados contratos de longo prazo. São os fornecedores de chassi/carroceria, itens plásticos e pintura.

Para estes fornecedores o fluxo de produção ocorre de dois modos. O primeiro idêntico ao fornecedor Tipo B, representando pequena parcela dos itens fornecidos. No segundo, os pedidos predominantemente são enviados da seguinte maneira: até o dia 25 de cada mês esses fornecedores recebem do departamento de PCP a programação da produção diária para o mês seguinte para planejar sua capacidade e a compra de seus materiais junto aos seus fornecedores; e diariamente recebem o sequenciamento da linha de produção dos veículos que serão produzidos no dia seguinte, para que, se possível, as entregas dos itens sejam realizadas de acordo com o sequenciamento feito. Em posse dessa programação diária é realizada a produção e a montagem das embalagens de transporte para a entrega de acordo com o sequenciamento. As entregas são realizadas em média 13 vezes ao dia.

Destaca-se que para os casos em que os fornecedores realizam a montagem de alguns itens, a própria montadora realiza a coordenação de compra dos materiais. Como é o caso dos painéis que são importados (coordenado pelo departamento de importação da montadora e enviados os pedidos com antecedência de 60 dias).

Em 2012 haviam 3 fornecedores na situação de *in plant*, os fornecedores de chassi, itens plásticos e pintura. A FIGURA 6.10 apresenta uma representação gráfica do fluxo de produção dos fornecedores do tipo E.

FIGURA 6.7 – Fluxo de produção dos fornecedores do tipo E.



Fonte: Elaborado pelo autor.

6.4 Propostas de uso combinado de SCOs e práticas utilizadas na GCS para alguns relacionamentos da cadeia de suprimentos estudada

A partir do conhecimento de como estão estabelecidas as relações a montante da cadeia, foram elaboradas as propostas utilizando o modelo conceitual de tomada de decisão apresentado no Capítulo 5.

6.4.1 Proposta 1 – Uso combinado de CONWIP e VMI para o fornecedor de conjunto de rodas montadas

A Proposta 1 foi elaborada a partir da análise da situação real em 2012 da relação da montadora com o fornecedor do conjunto de rodas montadas. Este fornecedor é classificado como do tipo B, por estar localizado no mesmo município da montadora. Na realidade este fornecedor realiza a montagem das rodas. Tal atividade consiste na montagem do pneu na roda, calibragem dos pneus, armazenamento de pneus, rodas e rodas montadas, abastecimento da fábrica e gestão do estoque do conjunto montado.

Neste caso específico, o fornecedor que realiza montagem dos pneus não realiza as compras de pneus e rodas, ocorrendo uma triangulação. As compras são realizadas pelo departamento de PCM da montadora aos fornecedores de pneus e rodas. Estes entregam

seus materiais ao fornecedor de rodas montadas, que realiza a montagem das rodas e abastecem a montadora.

Do mesma forma que a maior parte dos itens nacionais, estas compras são realizadas até o dia 10 de cada mês, e a partir do MRP gerado são programadas as entregas dos pneus e rodas.

As entregas de rodas ao fornecedor de rodas montadas podem ocorrer de duas formas:

- a) para os fornecedores de rodas localizados na região sul do estado de Minas Gerais são realizadas as entregas diretas do fornecedor de rodas para o fornecedor de rodas montadas. São realizadas entregas três vezes por semana de carregamentos exclusivos de rodas. Neste caso, o fornecedor de rodas é o responsável pelo transporte;
- b) para os fornecedores de rodas localizados na região da grande São Paulo são realizadas entregas do fornecedor de rodas para o *cross-docking* (localizado em São Paulo). De acordo com a programação de entrega do *cross-docking* (relatada na seção 6.3.4) são realizadas as entregas ao fornecedor de rodas montadas. Tais entregas ocorrem no dia posterior à chegada das rodas no *cross-docking*. Neste caso, a responsabilidade do transporte é do *cross-docking*. Normalmente tais carregamentos são compostos além de rodas outras peças que são entregues na montadora.

As entregas de pneus no fornecedor de rodas montadas ocorrem do seguinte modo: a partir do cronograma do MRP a empresa responsável pelo *cross-docking* realiza o carregamento no fornecedor de pneus (ambos localizados na região da grande São Paulo), em seguida passa pelo *cross-docking* para conferência fiscal, e por fim são transportados diretamente para o fornecedor de rodas montadas no distrito industrial. São realizadas entregas diárias de em média 950 pneus. O prazo entre o faturamento e a entrega de pneus no fornecedor de rodas montadas é de 1 dia.

Destaca-se que o fornecedor que realiza a montagem das rodas (localizado no distrito industrial) é uma filial do fornecedor de pneus (localizado na região da grande São Paulo). No entanto, toda relação de compra e venda e programação de entrega de pneus é realizada exclusivamente com a matriz em São Paulo.

Ressalta-se também, que o fornecedor de rodas montadas tem acesso as seguintes informações: a programação mensal de compras de rodas e pneus da montadora (programação grosseira) e o mapa de carga do *cross-docking* das entregas para o dia seguinte. Desta forma, o fornecedor de rodas montadas não tem informação antecipada dos materiais

que chegam em suas instalações. Em termos da demanda, diariamente às 16h00 recebe a programação da produção do dia seguinte. Tal programação não contém o sequenciamento.

Em 2012, a capacidade produtiva era de 1.200 conjuntos por dia (0,4 minutos por unidade). Neste período, o fornecedor de rodas montadas possuía um armazém com a capacidade máxima de 25.000 unidades (somando a possibilidade de estoque de pneus, rodas e conjuntos montados). Neste mesmo ano, em média mantinha-se um estoque de 4.000 unidades de conjuntos montados (somando as 7 variedades de produto acabado nas proporções da demanda mensal) e 16.000 unidades de conjuntos a serem montados (pneus e rodas). Como a demanda diária da Empresa X é de em média 1000 rodas por dia, o fornecedor de rodas montadas tem um estoque de conjuntos montados para atender aproximadamente 4 dias e de conjunto a serem montados para atender 16 dias, totalizando uma capacidade de atendimento de 20 dias. Ressalta-se que a produção deste fornecedor é realizada de modo MTS. A partir da disponibilidade de rodas e pneus de um mesmo modelo se realiza a produção para estocagem.

Além do estoque nas instalações do fornecedor de rodas montadas, em 2012 era mantido um estoque na montadora de 640 unidades, divididas em 8 baias, sendo uma baia para cada modelo de roda, e a oitava para a variedade de roda mais demandada. Destaca-se que o gerenciamento do estoque na montadora era realizado por um funcionário do fornecedor, através de VMI. Este funcionário era responsável pelo sequenciamento das rodas que iriam abastecer a linha de produção (através do sequenciamento que recebia do departamento de PCP) e enviar o pedido por meio do motorista do caminhão as necessidades em termos de quantidade de cada variedade de roda para o próximo carregamento.

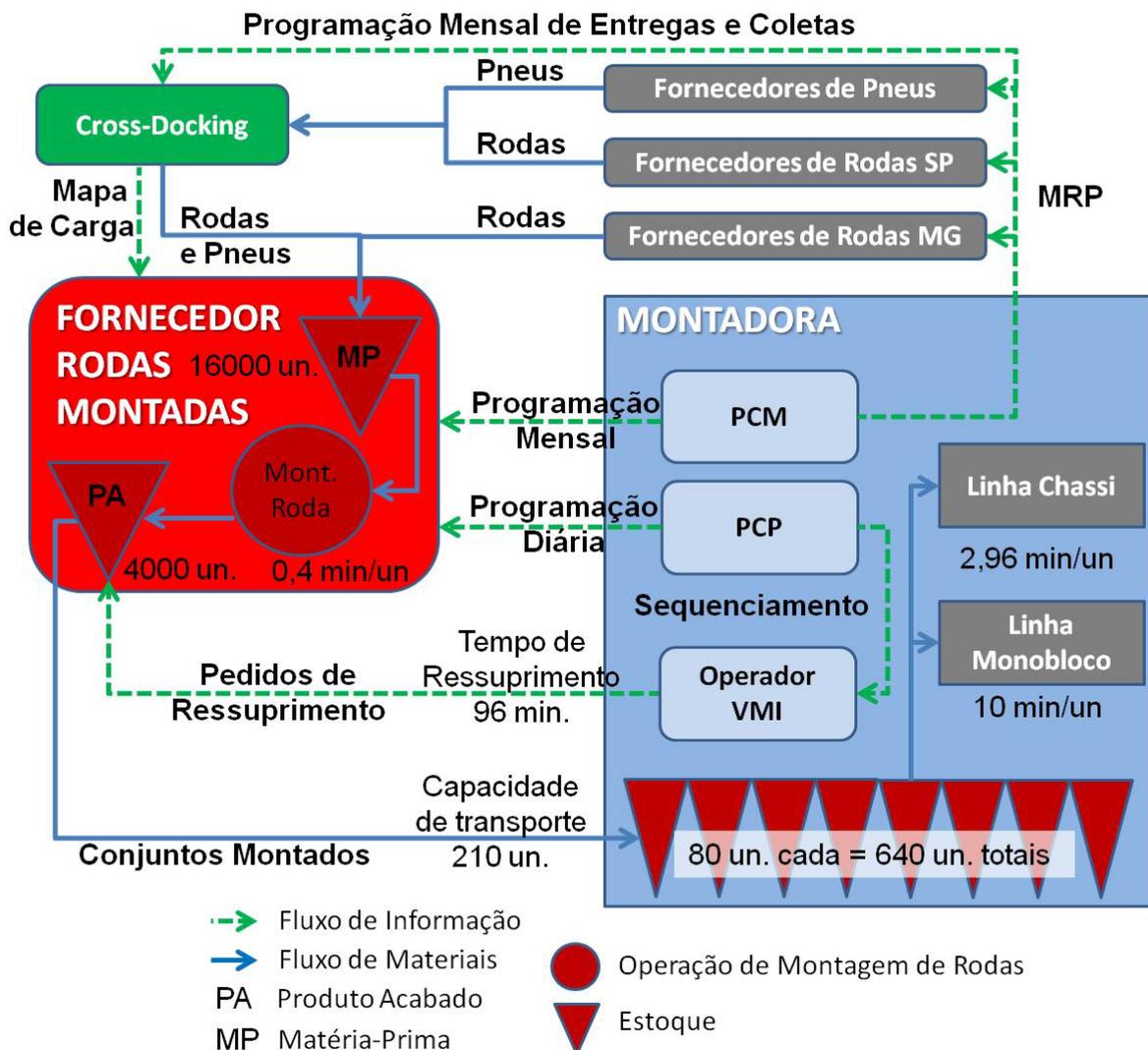
A entrega do fornecedor de rodas montadas para a montadora é realizado por veículos do próprio fornecedor. Para tanto, a empresa dispõe de 2 caminhões com capacidade de carregamento de 210 conjuntos montados. No entanto, somente um caminhão é necessário para o atendimento da montadora, sendo que o outro fica disponível para eventualidades (demanda inesperada, manutenção, entre outros). Diariamente são realizadas de 4 a 5 entregas.

A dinâmica para abastecimento do estoque na montadora é o seguinte: no dia anterior, às 16h00min, em posse da programação da produção do dia seguinte, o caminhão é carregado com sua carga configurada em quantidades proporcionais a produção do dia posterior. Diariamente às 7h30min é realizada a primeira entrega do dia. A partir da análise do funcionário do fornecedor de rodas montadas que gerencia o estoque na Empresa X, é realizado o pedido para a entrega seguinte. Este pedido é baseado no sequenciamento da

montadora e das quantidades disponíveis de cada variedade nas baias. Tal pedido é entregue ao motorista que ao terminar o descarregamento, retorna para as instalações do fornecedor para realizar novo carregamento. O tempo entre percurso e carregamento é de 30 minutos. No entanto, ao retornar para a montadora, o caminhão do fornecedor entra numa fila para abastecimento da montadora, que são priorizados de acordo com a necessidade da mesma. Em média o tempo na fila é de 1h. Desta forma, o tempo médio entre a saída do caminhão da montadora e sua disponibilidade para descarregamento é de 90 minutos. Para este estudo será considerado como tempo mínimo de ciclo para reposição 96 minutos (considerando que são realizadas 5 entregas por dia e o dia tem 8 horas de trabalho, ou seja, 480 minutos).

A FIGURA 6.8 apresenta um esquema do fluxo de produção neste relacionamento.

FIGURA 6.8 – Fluxo de produção do fornecedor de rodas montadas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O principal objetivo da proposta é reduzir os níveis de estoque do fornecedor de rodas montadas através da mudança da dinâmica de produção do mesmo e ainda permitir ao fornecedor maior precisão na informação quanto à demanda da montadora, sem interferir nos outros relacionamentos da cadeia de suprimentos. Para tanto, utilizou-se o modelo apresentado no Capítulo 5 para a tomada de decisão em termos dos sistemas e práticas mais adequados para a situação em questão.

Etapa 1: Analisar as características do relacionamento na Cadeia de Suprimentos:

O produto em questão é um item classe B, de volume e variedade moderadas (são 7 variedades do produto). O processo de montagem do item é do tipo *flow shop* com alto grau de repetitividade do processo produtivo. A estabilidade da demanda é moderada e o grau de previsibilidade da mesma é muito alto. O *set up* é baixo e os itens são padronizados. O *lead times* de produção do item é menor que o do processo de montagem. Devido ao alto grau de repetitividade do processo as ordens podem circular por toda linha. Há a restrição de capacidade de WIP no estoque no cliente. A comunicação atualmente é realizada via email ou telefone, porém verifica-se como interessante o uso de TI. Para este tipo de produto não existe de Centros de Distribuição (CDs) intermediários. O fornecedor tem acesso ao MPS da montadora. Não há a necessidade do acesso do sequenciamento pelo fornecedor, somente para o operador VMI na planta da montadora. Não há necessidade de sistemas de otimização, sistemas integrados com pontos de vendas, necessidade de notificação imediata do *status* de cada objeto, bem como, possibilidade de postergação. Já se tem em funcionamento o uso do VMI.

Etapa 2: Escolher o Sistema de Coordenação de Ordens:

Dentre as características mencionadas anteriormente as que principalmente auxiliam na escolha do SCO estão apresentadas no QUADRO 6.2. A seleção dos SCOs foi realizada baseada no QUADRO 5.1.

Por esta situação ter uma variedade moderada de itens, ser um ambiente repetitivo, ser um processo do tipo *flow shop*, limitação da capacidade do sistema de produção e necessidade de coordenação da linha inteira os SCOs que relacionado à pelo menos uma características são: *kanban*, CONWIP, TPC, POLCA e LOOR/WLC. No entanto, o CONWIP é o SCO atende todas as características.

QUADRO 6.2 – Escolha do SCO para a Proposta 1

Características	SCOs Possíveis
Flow Shop	Kanban, CONWIP e TPC
Variedade Moderada	Kanban, CONWIP e POLCA
Limitação de Capacidade	CONWIP, POLCA e LOOR/WLC
Ambiente Repetitivo	Kanban, CONWIP e TPC
Coordenação da Linha Inteira	CONWIP

Fonte: Elaborado pelo autor.

Etapa 3: Escolher a Prática utilizada na Gestão da Cadeia de Suprimentos:

Como neste caso já ocorre o uso do VMI, avaliou-se a sua adequação e ainda, a possibilidade de incorporação de outras práticas. Dentre as principais características desejadas a este relacionamento destacam-se: a) que o estoque continue sendo gerenciado pelo fornecedor; b) há restrição de estoque na montadora; c) impossibilidade de integração em termos de sistemas de informação. A partir destas características pode-se fazer a análise para a escolha conforme pode ser observado no QUADRO 6.3.

QUADRO 6.3 – Escolha da prática de GCS para a Proposta 1

Características	Práticas de utilizadas na GCS Possíveis
Estoque gerenciado pelo fornecedor	VMI, CR, CPFR
Necessidade da informação do ponto de consumo	VMI, CR, CPFR
Análise da restrição do estoque do consumidor	VMI, CR, CPFR
Impossibilidade de troca de informações via TI	VMI

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por meio da análise realizada, o VMI se mostra adequado para as funções de coordenação de fluxo de produção desejada. No entanto, para seu funcionamento estava sendo necessária a manutenção de um alto nível de estoque no fornecedor. Neste sentido, a mudança da lógica de produção do fornecedor de MTS para MTO poderia diminuir tal nível. Desta forma, a inclusão de um SCO na dinâmica do VMI poderia contribuir para tal mudança.

Destaca-se que, caso fosse possível a integração de sistemas de informação o uso do CR e do CPFR dispensariam o uso de um SCO para auxiliar neste relacionamento para definir a demanda do cliente. No entanto, ainda se tornaria necessário para coordenar a produção do fornecedor.

Etapa 4: Propor alternativas de uso combinado:

A partir das etapas 2 e 3 sugere-se o uso combinado da prática de GCS **VMI** com o SCO **CONWIP**, como única alternativa para os fins desejados.

Etapa 5: Analisar a consistência da alternativa escolhida:

A complementariedade desta prática e este sistema se dá a medida que o VMI realiza a operação de montagem da carga baseada no CONWIP e este permanece no fornecedor emitindo a ordem de produção aos demais centros de trabalho.

A principal diferença da proposta em relação ao modelo atual é que a produção do fornecedor de rodas montadas é para reposição do estoque de conjuntos de rodas montadas, ou seja, fazendo que o fornecedor produza por meio de um sistema puxado.

Quanto ao abastecimento da linha, sugere-se a manutenção do sistema atual. A existência de 8 baias com 80 unidades, uma para cada modelo de conjunto de roda montada (totalizando 7) e uma baia adicional para o modelo de maior demanda. Com este estoque de 640 unidades e em posse do sequenciamento da produção o funcionário do fornecedor de rodas montadas realiza o sequenciamento para abastecimento da linha.

Levando-se em consideração a produção da montadora em 2012, o estoque disponível em cada baia (80 conjuntos montados) abastece a produção de 16 veículos. E para o modelo de maior demanda com o uso de duas baias (160 conjuntos montados), suportam a produção de 32 veículos.

Na maioria das vezes o sequenciamento é realizado de uma forma bastante sortida. No entanto, a proposta deve considerar situações de extremas, pois caso a proposta atenda esses casos, os demais também serão atendidos.

A capacidade máxima de produção da montadora é de 210 veículos por dia, tendo uma produção média de 190 veículos. Deste total, em média 77% veículos são produzidos na linha tipo chassi e 23% veículos na linha monobloco, com desvio padrão de 0,5%. Das 7 variedades de rodas, 5 atendem os veículos da linha tipo chassi e 2 atendem os veículos da linha monobloco.

Considerando, os casos extremos, a proposta considera a produção de 210 veículos, sendo 162 veículos na linha tipo chassi e 48 veículos na linha monobloco. Considerando também que se têm 8 horas (480 minutos) de produção, então em média cada veículos na linha tipo chassi é produzido em 2,96 minutos e cada veículo monobloco é produzido em 10 minutos.

Desta forma, em 96 minutos (tempo para a reposição de estoque) seriam produzidos 32 veículos tipo chassi (equivalente a 160 conjuntos de rodas) e 10 veículos monobloco (equivalente a 50 conjuntos de rodas).

Considerando casos extremos na linha tipo chassi, se na produção em 96 minutos seja requisitado 100% do mesmo modelo de conjunto de rodas o estoque será capaz de atender com 2 baias (160 unidades) do modelo mais demandado; caso seja requisita 50% de dois modelos será demandado 80 unidades de cada (a quantidade de cada baia); e caso seja demandado de maneira uniforme os 5 modelos será na quantidade em média 32 conjuntos de rodas (inferior as 80 unidades de cada baia).

Para o caso na linha monobloco, caso seja demandado apenas um modelo de conjunto de rodas para a produção de 10 veículos, o número de conjuntos de cada baia (80) é superior ao demandado (50).

Desta forma, pode-se presumir que as quantidades estocadas na montadora são suficientes para suportar 96 minutos de produção.

A dinâmica para coordenação de fluxo de produção para este caso é proposto do seguinte modo: para o ressuprimento nas baias o funcionário do fornecedor responsável pelo VMI deve ter acesso à informação precisa da programação da produção congelada da montadora para os 96 minutos seguintes após o descarregamento do caminhão do fornecedor na montadora. Desta forma, este relatório com a programação congelada dos 96 minutos seguintes terá a função de um cartão CONWIP informando a composição da próxima carga e a ordem de produção do fornecedor de rodas montadas. Com isto, a cada 96 minutos seria possível ter o estoque de rodas na montadora completo com 640 unidades.

Assim, este relatório (cartão CONWIP) seria passado para o motorista que ao chegar ao fornecedor entregaria para os funcionários responsáveis pelo carregamento, para realizarem a composição da carga de acordo com o CONWIP. Como estoque de segurança, sugere-se a manutenção de 210 unidades (tamanho correspondente a um carregamento) de cada variedade de conjunto de rodas montadas, totalizando um estoque de 1470 unidades. Pois, caso ocorra a demanda de um único modelo de rodas seria possível atender. Destaca-se também que caso ocorra a necessidade de reposição deste estoque de modo urgente, como o tempo de produção de 1 unidade de conjunto montado de rodas é de 0,4 minutos, em 84 minutos seria possível produzir um novo carregamento (210 unidades), sendo um tempo inferior aos 96 minutos de ciclo do caminhão.

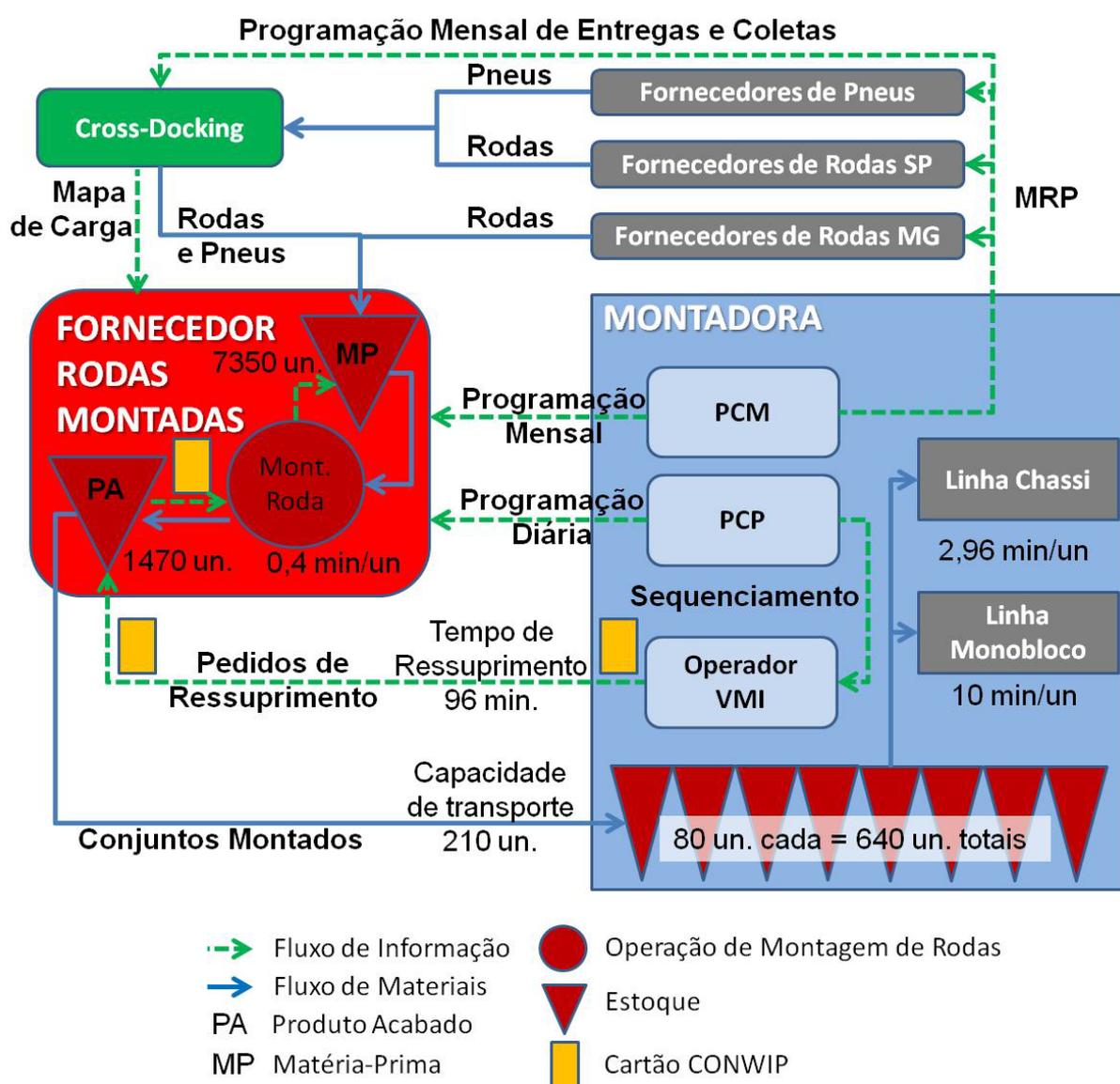
Após o carregamento, os materiais seguiriam para abastecer as baias na montadora e o cartão seguiria para a linha de produção do fornecedor como ordem de

produção. Assim, a produção produziria exatamente para a reposição do estoque. Após a produção, o cartão seguiria à administração para controle de estoque e fiscal.

Para atendimento da produção de conjuntos montados, sugere-se a manutenção de um estoque de segurança de rodas e pneus equivalente a 1 dia de produção exclusivamente de um modelo, ou seja, 1050 unidades. Desta forma, a manutenção de um estoque de matéria-prima de 7350 unidades.

A FIGURA 6.9 apresenta um esquema do mecanismo de coordenação da proposta.

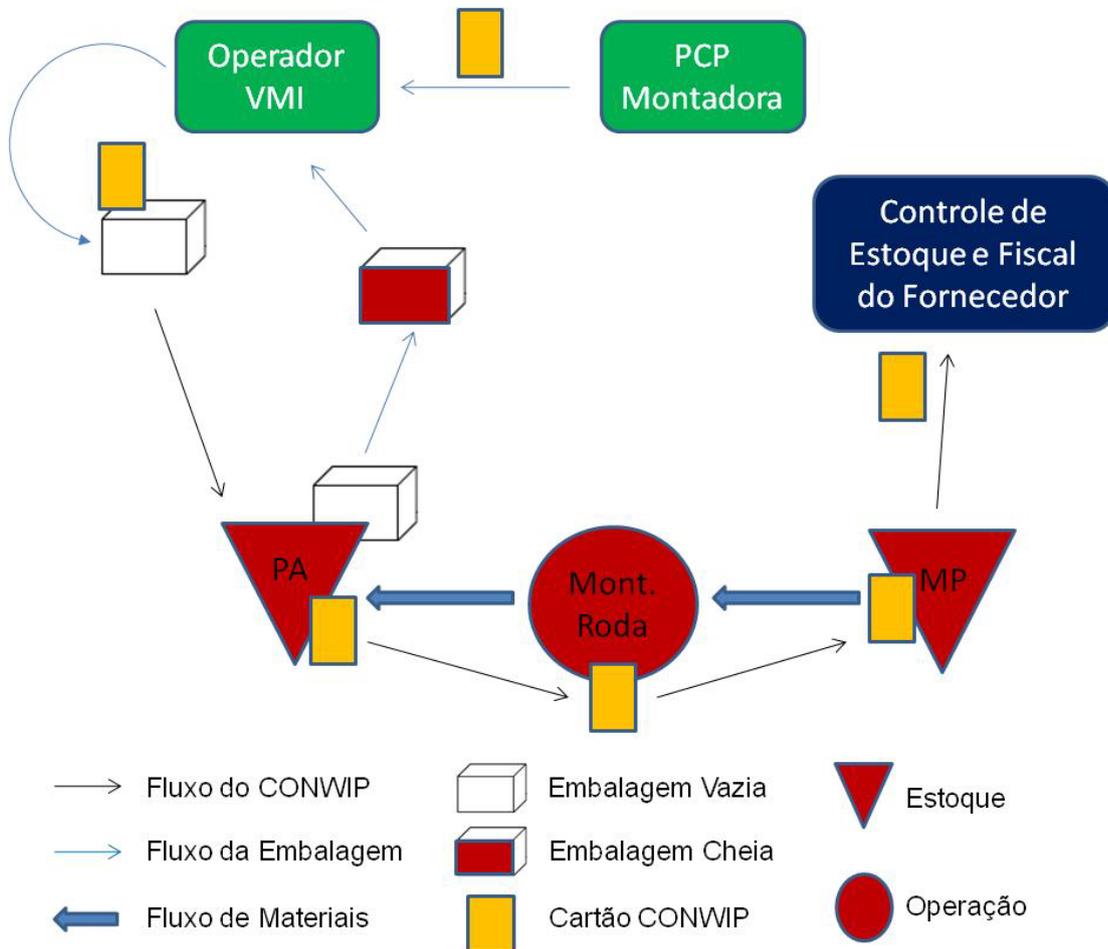
FIGURA 6.9 – Proposta de coordenação de fluxo de produção do fornecedor de conjunto de rodas montadas através do uso combinado de VMI com CONWIP



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para melhor compreensão do mecanismo CONWIP, a FIGURA 6.10 apresenta um esquema do mesmo para a proposta.

FIGURA 6.10 – Destaque do mecanismo CONWIP da proposta para o fornecedor tipo B



Fonte: Elaborado pelo autor.

Etapa 6: Avaliar qualitativamente e quantitativamente o impacto na coordenação do fluxo de produção:

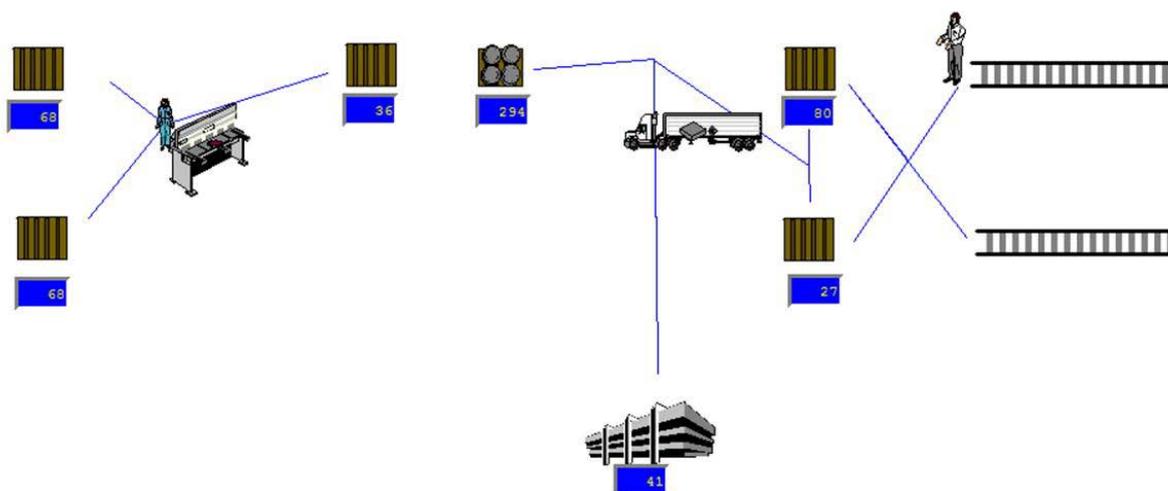
Para validação da proposta, foi elaborado um modelo simulado da situação no *software* PROMODEL, construído com os parâmetros apresentados no ANEXO A.

A FIGURA 6.11 apresenta a interface gráfica do modelo de simulação construído para a Proposta 1.

Conforme mencionado anteriormente, a avaliação é realizada com base em aspectos qualitativos (baseada no MFMP) e quantitativos (baseada em alguns indicadores de desempenho).

Quanto à análise qualitativa verifica-se que a proposta elaborada atende alguns aspectos do MFMP. Dentre eles, pode-se destacar:

FIGURA 6.11 – Interface gráfica da simulação da Proposta 1



Fonte: Elaborado pelo autor.

- SPE 1: para que o fornecedor consiga manter o estoque na montadora compatível com a demanda da mesma, é necessário um alinhamento da estratégia de produção, visto que a produção de rodas montadas são puxadas pela programação da produção congelada dos próximos 96 minutos de produção. Verifica-se nesta proposta uma mudança principalmente na lógica de produção do fornecedor de rodas montadas e nos critérios para pedidos de compra junto aos fornecedores de pneus e rodas;
- SPE 2: através da integração da informação por meio do CONWIP, permite que o fornecedor conheça com uma antecipação de 96 minutos o grau de flexibilidade de produção do fornecedor para atendimento da demanda da montadora. Destaca-se que o tempo de ciclo mínimo (96 minutos) para ressuprimento não foi alterado para não influenciar no abastecimento de outros fornecedores e o tamanho de lote de ressuprimento (210 unidades) também não foi alterado para utilizar o recurso de transporte já disponível;
- SPE 3: a proposta prevê a postergação da montagem das rodas somente para o momento da chegada do cartão CONWIP com a definição da necessidade de produção;
- SPE 4: para elaboração da proposta foram levantados e documentados as capacidades produtivas. Além disso, a proposta não prevê alteração em nenhum outro relacionamento. Nesta proposta foram definidas as quantidades a serem estocadas em cada local: o estoque na montadora (8 baias de 80 unidades) não foi alterado em função da falta de acesso aos dados históricos da demanda de cada tipo de conjunto de

roda montada; o estoque de conjunto de rodas montadas foi definido com o tamanho de lote exclusivo de cada tipo de conjunto (7 lotes de 210 unidades); o estoque de matéria-prima (rodas e pneus) com o tamanho de um dia de operação exclusivo de um tipo de roda (7 lotes de 1050 unidades);

- SPE 5: nesta proposta recomenda-se aprimorar o SMD utilizado para avaliar a relação com este fornecedor destacando o indicador manutenção de estoques;
- SPO 1: para execução da proposta prevê-se o conhecimento do MPS congelado dos próximos 96 minutos para a manutenção de um estoque menor;
- SPO 2: o CONWIP garante o conhecimento das necessidades de materiais para ressuprimento do estoque na montadora e do estoque de conjuntos de rodas montadas no fornecedor. Também se sugere que o fornecedor de rodas montadas tenha acesso ao MRP, pedidos de compras da montadora e programação de entrega enviados para os fornecedores de rodas e pneus para maior controle do estoque de matéria-prima o fornecedor de rodas montadas;
- SPO 3: a gestão do estoque de conjunto de rodas montadas na montadora e os estoques WIP e produto acabado no fornecedor de rodas montadas é realizada através de sistemas de fluxo programado (CONWIP). Já o estoque de matéria-prima (rodas e pneus) é gerido via MRP;
- SPO 4: como mencionado anteriormente a empresa já utiliza um SMD, porém a tomada dos indicadores relacionados aos tamanhos dos estoques devem ser aperfeiçoados.

No que tange a análise qualitativa, os cenários atual e o proposto foram simulados no *software* PROMODEL. O QUADRO 6.4 apresenta os principais indicadores de ambos cenários.

QUADRO 6.4 – Indicadores de desempenho das simulações do cenário atual e do cenário proposto para o fornecedor Tipo B

Variável de Análise	Cenário Atual	Cenário Proposto
Estoque máximo na montadora	640	640
Estoque médio de conjuntos montados no fornecedor	4000	1470
Estoque médio de matéria-prima no fornecedor	16000	7350
Número de paradas por falta de rodas	0	0
Número de entregas do fornecedor ao cliente	5	5
Capacidade do veículo de transporte	210	210

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como pode ser observado no QUADRO 6.4 o número de conjunto de rodas fornecido à montadora, o número de paradas por falta de rodas, número de entregas e capacidade do transporte foram mantidos. Assim, a proposta busca a menor interferência possível nos recursos disponíveis e nas outras relações na cadeia de suprimentos.

Por outro lado, os estoques mantidos no fornecedor de conjunto de rodas montadas e de matéria-prima (rodas e pneus) diminuíram significativamente. Isto sugere que a coordenação de fluxo de produção na proposta é maior.

Dentre alguns ganhos da proposta pode-se destacar: aumento do giro de estoque, aumento do controle do efeito chicote, redução dos custos de materiais, sincronia dos dados entre fornecedor e cliente, limitação do número máximo de peças permitidas dentro de um sistema, manutenção de um apropriado mix de tipo de peças, a não necessidade em estabelecer uma política de pedidos (podendo-se evitar a ampliação da variância do sinal de demanda ao longo da cadeia), a diminuição da necessidade em estabelecer políticas de correção através de estoques de segurança (reduzindo os custos de manutenção do estoque), redução da necessidade de capital de giro, redução do espaço físico ocupado, tomadas de decisão no nível operacional simplificadas, fácil o controle de fluxo de materiais e WIP (pois as peças são transferidas entre os parceiros de modo puxado), e a não necessidade da realização de previsões individuais e nem do conhecimento dos níveis de estoques dos outros elos.

Por fim, através das análises qualitativa e quantitativa é possível afirmar que neste caso, a proposta de uso combinado de VMI com CONWIP em uma relação de *outsourcing* para um fornecedor que realiza entregas diretas e localizado no mesmo distrito industrial, permite maior coordenação de fluxo de produção na cadeia de suprimentos.

6.4.2 Proposta 2 – Uso combinado de POLCA, JIS e EDI para o fornecedor de painéis

A situação a ser descrita é do fornecedor de peças plásticas. O relacionamento entre as empresas se dá desde o início das operações da montadora no Brasil no início da década de 1990. Destaca-se que em todo o período este fornecedor esteve na situação de *in plant*. Destaca-se que todos os itens produzidos nesta planta do fornecedor é para atendimento exclusivo da demanda da Empresa X. Ressalta-se também que a distância entre o estoque de produto acabado do fornecedor e a posição na linha de montagem é de 800 metros (cerca de 10 minutos de transporte).

Dentre os itens fornecidos por este fornecedor destacam-se: acabamento da porta, forro de teto, moldura da caixa de rodas, protetor de caçamba, para-choque, para-lama, defletor do radiador, protetor de carter, apoio de braço e painel.

Com exceção do painel, todos os demais itens são fornecidos com a dinâmica dos fornecedores Tipo B. No entanto, o caso a ser destacado será o do fornecimento de painel, que é o que caracteriza este fornecedor como do Tipo E.

Como mencionado na Seção 6.3 este fornecedor recebe até o dia 25 de cada mês a programação diária de produção do mês seguinte. Também, no final de cada dia, é enviado por email o sequenciamento da produção do dia seguinte, com o intuito de o fornecimento de painéis seja feito atendendo o mesmo sequenciamento (visto que não deveria existir estoques de painéis no armazém da montadora).

Assim, o fornecedor realiza o sequenciamento de montagem de painéis exatamente igual à programação da produção da montadora, excluindo os primeiros 32 veículos (referentes à primeira hora de trabalho na montadora). Para estes, o fornecedor mantém um estoque de segurança de 432 painéis (referente a 2 dias de produção) que contemplam a variedade de 11 painéis com quantidades proporcionais à demanda mensal já conhecida. Estes são enviados à montadora ao final do dia em que foi recebido o sequenciamento do dia seguinte. Para os demais, à medida que é completada uma embalagem de painéis (16 unidades) a linha de produção é abastecida. Na última hora do dia é produzido para a reposição do estoque de segurança. Ressalta-se que o fornecedor atende as duas linhas de montagem, sendo 7 modelos de painéis para a linha de veículos do tipo chassi e 4 modelos para a linha de veículos do tipo monobloco.

Destaca-se que este sequenciamento do dia anterior também é repassado para o fornecedor de chassis/carrocerias e de pintura, para que no final do dia sejam enviadas ao fornecedor responsável pela pintura as carrocerias dos modelos a serem montados no dia seguinte, e este disponibilize as carrocerias pintadas na ordem em que está sequenciada a produção do dia seguinte. Como a empresa que realiza a pintura opera durante 24h por dia, no pátio da montadora estão disponíveis 100 carrocerias para iniciar as operações do dia seguinte. As demais 110 carrocerias são pintadas ao longo do dia.

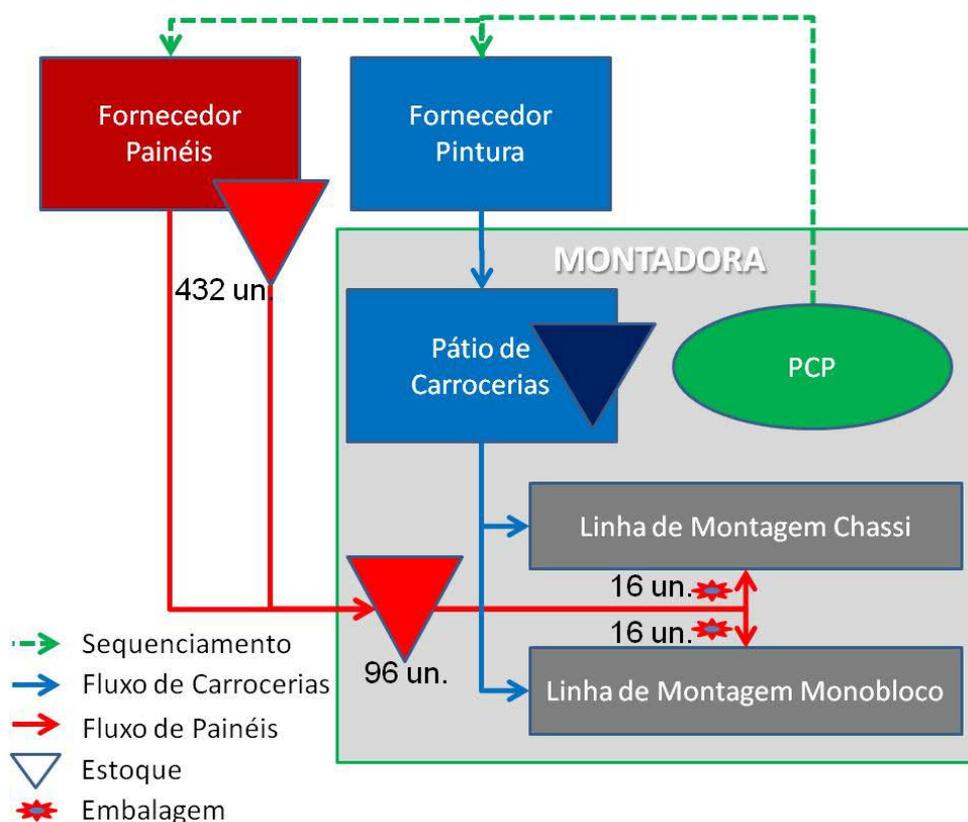
No entanto, ao executar o sequenciamento no dia seguinte verifica-se que em função de problemas de qualidade na pintura ou falta de algum item para a montagem somente 80% do sequenciamento inicial é mantido.

Para atendimento desta alteração do sequenciamento, em 2012, a fornecedora de painéis mantinham 3 funcionários e um estoque médio de 88 painéis (mínimo 48 e no

máximo 128 painéis) em um espaço reservado ao lado das linhas de montagem para disponibilização dos painéis. Estes funcionários eram responsáveis por organizar os painéis na embalagem de acordo com o novo sequenciamento para entrada na linha de produção. Destaca-se que a produção média na linha de veículos do tipo chassi era de 162 veículos por dia, com possibilidades de 7 tipos de modelos de painéis diferentes, e na linha de veículos do tipo monobloco era de 48 veículos por dia, com possibilidades de 4 tipos de modelos de painéis diferentes.

A FIGURA 6.12 esquematiza a dinâmica utilizada pelas empresas para coordenação do fluxo de produção.

FIGURA 6.12 – Fluxo de produção do fornecedor de painel



Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando tal dinâmica verificam-se alguns aspectos que merecem destaque: primeiro, a manutenção integral de funcionários da empresa fornecedora no espaço físico da montadora, podendo originar problemas trabalhistas no futuro; segundo, para atendimento do sequenciamento o fornecedor mantém um estoque de painéis muito grande e com 3 pontos de estocagem (estoque no fornecedor, na montadora e na linha de montagem).

A partir da análise do cenário atual desenvolveu-se a proposta apresentada a seguir. O principal objetivo da proposta é fazer com que os painéis saiam do fornecedor com o mesmo sequenciamento das carrocerias que entram na linha de produção, reduzindo assim os níveis de estoque, sem interferir nos outros relacionamentos da cadeia de suprimentos. Para tanto, utilizou-se o modelo apresentado no Capítulo 5 para a tomada de decisão em termos dos sistemas e práticas mais adequados para a situação em questão.

Etapa 1: Analisar as características do relacionamento na Cadeia de Suprimentos:

O produto em questão é um item classe A, de variedade alta (são 11 variedades do produto). O processo de fabricação do item é do tipo *job shop* em um ambiente semi-repetitivo. A estabilidade da demanda é moderada e o grau de previsibilidade da mesma é muito alto. O *set up* é baixo e os itens são padronizados. O *lead times* de produção do item é menor que o do processo de montagem. As ordens devem circular entre células de produção. Há a restrição de capacidade de WIP na linha de montagem da montadora. A comunicação atualmente é realizada via email ou telefone, porém verifica-se como interessante o uso de TI. Para este tipo de produto não existe de Centros de Distribuição (CDs) intermediários. O fornecedor tem acesso ao MPS, porém há a necessidade do acesso ao sequenciamento. Não há necessidade de sistemas de otimização, sistemas integrados com pontos de vendas, necessidade de notificação imediata do *status* de cada objeto, bem como, possibilidade de postergação.

Etapa 2: Escolher o Sistema de Coordenação de Ordens:

Dentre as características mencionadas anteriormente as que principalmente auxiliam na escolha do SCO estão mencionadas no QUADRO 6.5. A seleção dos SCOs foi realizada baseada no QUADRO 5.1.

QUADRO 6.5 – Escolha do SCO para a Proposta 2

Características	SCOs Possíveis
Job Shop	POLCA e LOOR/WLC
Variedade Alta	POLCA e LOOR/WLC
Limitação de Capacidade	CONWIP, POLCA e LOOR/WLC
Ambiente Semi-repetitivo	CONWIP e POLCA
Coordenação entre células	Kanban e POLCA

Fonte: Elaborado pelo autor.

Dentre as características deste sistema de produção pode-se destacar: tipo de processo *job shop*, variedade alta de produtos, limitação da capacidade de célula seguinte, ambiente semi-repetitivo e a coordenação realizada entre células. Os SCOs que se adequam a pelo menos uma das características são: POLCA, LOOR/WLC, CONWIP e *Kanban*. Destaca-se que o único SCO que atende todas as características é o POLCA.

Etapa 3: Escolher a Prática utilizada na Gestão da Cadeia de Suprimentos:

Neste caso não havia nenhuma prática já sendo utilizada. Desta forma, por meio da observação das características mencionadas na Etapa 1, as que principalmente auxiliam na escolha das práticas de GCS estão mencionadas no QUADRO 6.6. A seleção das práticas foi realizada baseada nos QUADROS 5.2 e 5.3.

Dois características principais auxiliaram na escolha das práticas: a necessidade do conhecimento do sequenciamento (garantido via JIS) e a necessidade do conhecimento de tal conhecimento em tempo real. Para tanto, diversas práticas poderiam ser aplicadas para tal necessidade. No entanto, por motivos culturais da montadora, não ocorre uma integração dos sistemas com os fornecedores, tendo-se então optado por um sistema de troca de informações, mas que não ocorra uma integração intensiva.

QUADRO 6.6 – Escolha das práticas utilizadas na GCS para a Proposta 2

Características	Práticas de utilizadas na GCS Possíveis
Necessidade de TI	ERP, DRP, EDI, WMS, APS, RFID, TMS e Comércio Eletrônico
Relação direta fornecedor e cliente	ERP, RFID e EDI
Não há necessidade de conhecimento do <i>status</i> dos itens	ERP e EDI
Não há possibilidade de integração dos sistemas	EDI
Necessidade de conhecimento do sequenciamento	JIS

Fonte: Elaborado pelo autor.

Etapa 4: Propor alternativas de uso combinado:

A partir das etapas 2 e 3 sugere-se o uso combinado das práticas de GCS **EDI**, **JIS** com o SCO **POLCA**. Desta forma, verifica-se 3 alternativas: a) EDI com POLCA; b) JIS com POLCA; c) EDI e JIS com POLCA. Para tanto, neste primeiro momento, optou-se em analisar a consistência da alternativa c, por acreditar que ela atenderia as necessidades deste relacionamento.

Etapa 5: Analisar a consistência da alternativa escolhida:

A complementariedade destas práticas e este sistema de dá a medida que o JIS define o mecanismo de funcionamento das operações nesta relação, o EDI envia o MPS e o sequenciamento para o fornecedor, e o POLCA autoriza e libera a produção e a movimentação dos produtos. Pois, o principal objetivo da proposta é eliminar a necessidade de um ponto de estocagem de painel na montadora para sequenciamento dos mesmos na embalagem.

Assim, há a necessidade da informação *on line* do sequenciamento a ser executado e a autorização do mesmo para o fornecimento no momento da necessidade.

Para informação *on line*, sugere-se a implantação de um **EDI** que integre a montadora e o fornecedor de painel para que o segundo consiga visualizar *on line* as mudanças do sequenciamento para a próxima hora. Também, há a necessidade do congelamento do sequenciamento para a próxima hora.

Para garantir que a linha de produção não pare, sugere-se a manutenção de um estoque de painéis no fornecedor de 16 unidades (correspondente a uma embalagem completa) de cada uma das 11 variedades. Totalizando um estoque de 176 unidades.

Destaca-se que a produção do fornecedor seria para reposição de seu estoque final, e não mais para atendimento da linha de produção da montadora. Para tanto, através da programação que foi enviada no dia anterior, têm-se a autorização de todos os itens que serão produzidos no dia, porém não se sabe em que sequencia. Através do acompanhamento via EDI têm-se o sequenciamento congelado para a próxima hora, possibilitando assim, maior exatidão da sequencia das variedades de painéis que serão produzidos.

Outro indicador dos materiais que devem ser produzidos na próxima hora é através do relatório de reposição de estoque. Eles funcionarão como o cartão que autoriza a produção.

Em termos de movimentação, sugere-se a organização do espaço disponibilizado para painéis na linha de produção com capacidade de recebimento de 2 embalagens (32 painéis). Destaca-se que esse número de painéis é suficiente para a produção durante cerca de 95 minutos (1,6 horas) da linha de produção do tipo chassi e 320 minutos (5,3 horas) da linha monobloco.

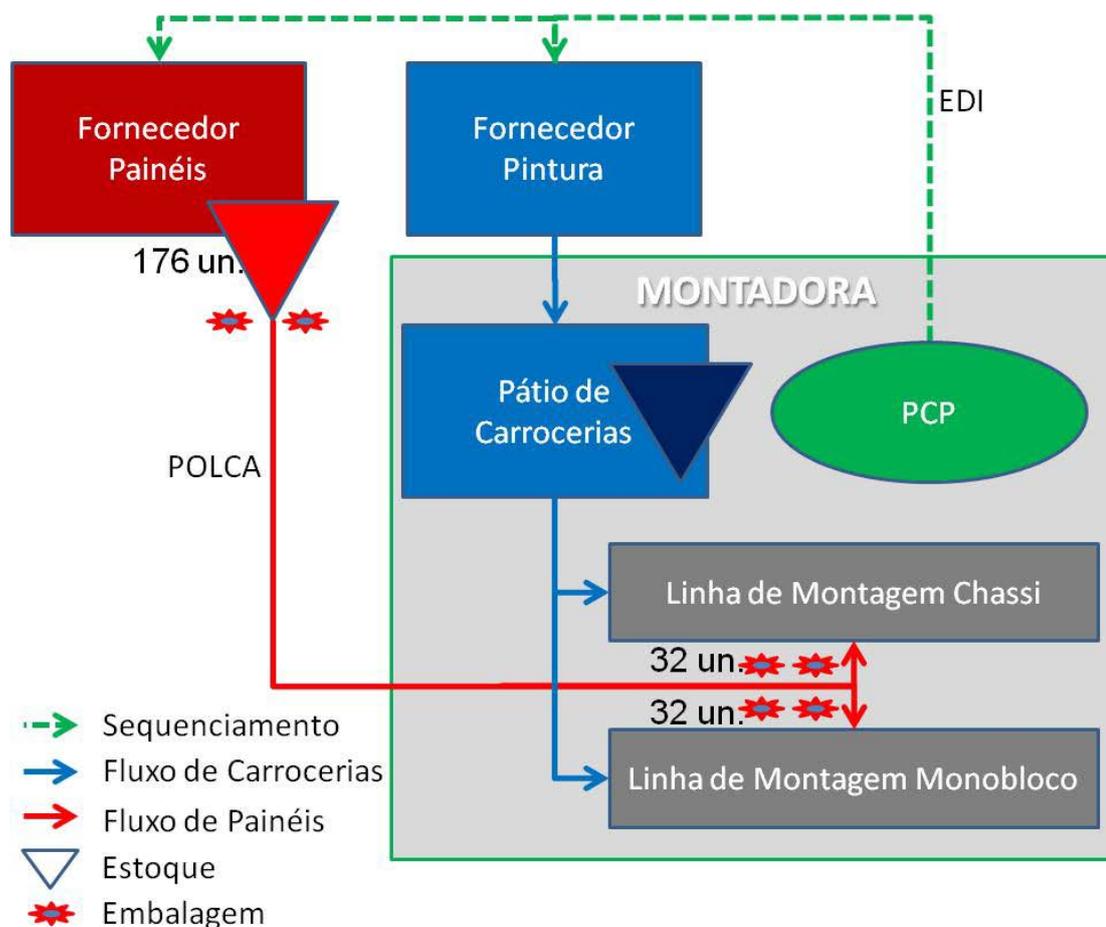
Assim, no momento que a primeira embalagem fica vazia, ela voltaria para o estoque do fornecedor autorizando que a próxima embalagem já carregada com o sequenciamento congelado da próxima hora seja enviada para a montadora. Assim, a

embalagem vazia serviria como um cartão de liberação (POLCA) da entrega da próxima embalagem.

Desta forma, haveria a necessidade de apenas 6 embalagens (3 para cada linha de produção) para funcionamento do sistema.

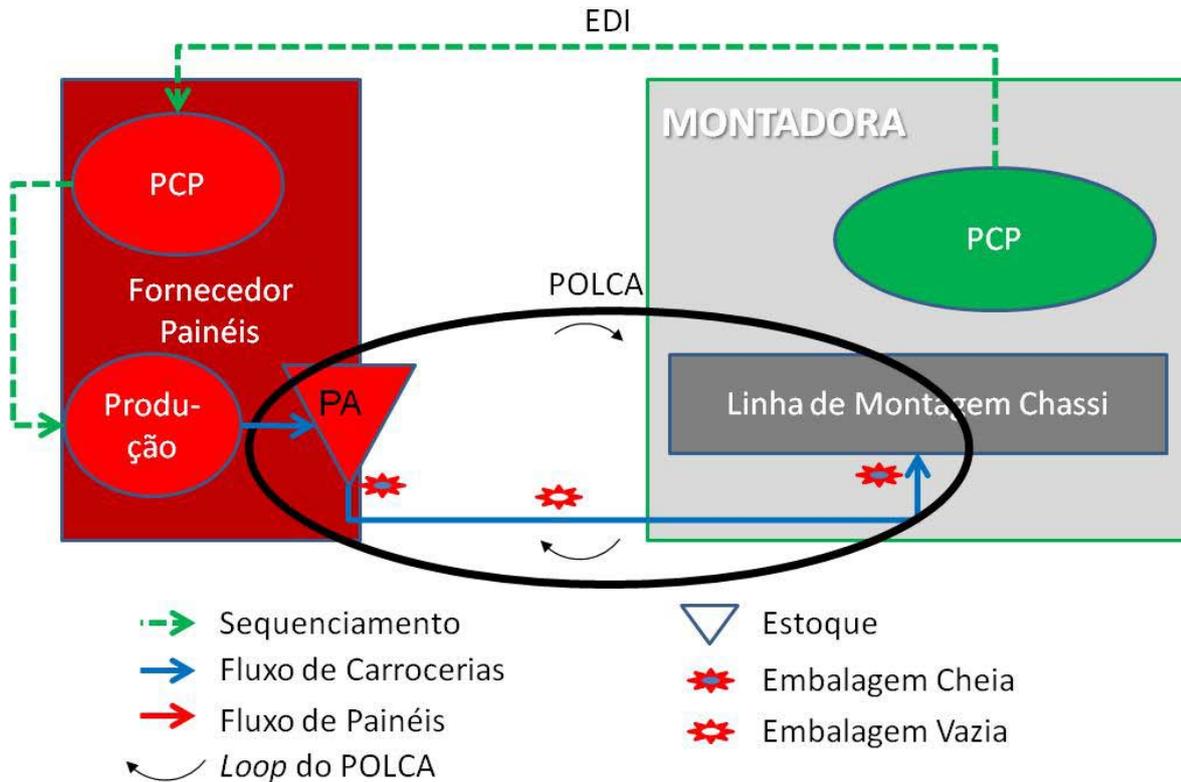
No sentido de contribuir com a compreensão da proposta, a FIGURA 6.13 apresenta um esquema do mecanismo de coordenação da proposta enquanto a FIGURA 6.14 apresenta uma esquematização do *loop* do sistema POLCA. Também, o QUADRO 6.7 apresenta uma simulação do número de peças disponíveis na linha de montagem de veículos tipo chassi a cada instante e os momentos de chegada e saída das embalagens. Para o tipo monobloco não foi simulado visto que seria uma simplificação do modelo proposto para a linha tipo chassi.

FIGURA 6.13 – Proposta de coordenação de fluxo de produção do fornecedor de painel através do uso combinado de EDI com POLCA.



Fonte: Elaborado pelo autor.

FIGURA 6.14 – Representação do loop do POLCA na proposta para o fornecedor tipo E



Fonte: Elaborado pelo autor.

Destaca-se que para o funcionamento do sistema a última entrega de cada dia será com número de painéis faltantes para que as operações do dia seguinte iniciem com 32 painéis (2 embalagens completas).

Etapa 6: Avaliar qualitativamente e quantitativamente o impacto na coordenação do fluxo de produção:

Para validação da proposta, foi elaborado um modelo simulado da situação no *software* PROMODEL, construído com os parâmetros apresentados no ANEXO B.

A FIGURA 6.15 apresenta a interface gráfica do modelo de simulação construído para a Proposta 2.

Conforme mencionado anteriormente, a análise é realizada com base em aspectos qualitativos (baseada no MFMP) e quantitativos (baseada em alguns indicadores de desempenho).

Quanto à análise qualitativa verifica-se que a proposta elaborada atende alguns aspectos do MFMP. Dentre eles, pode-se destacar:

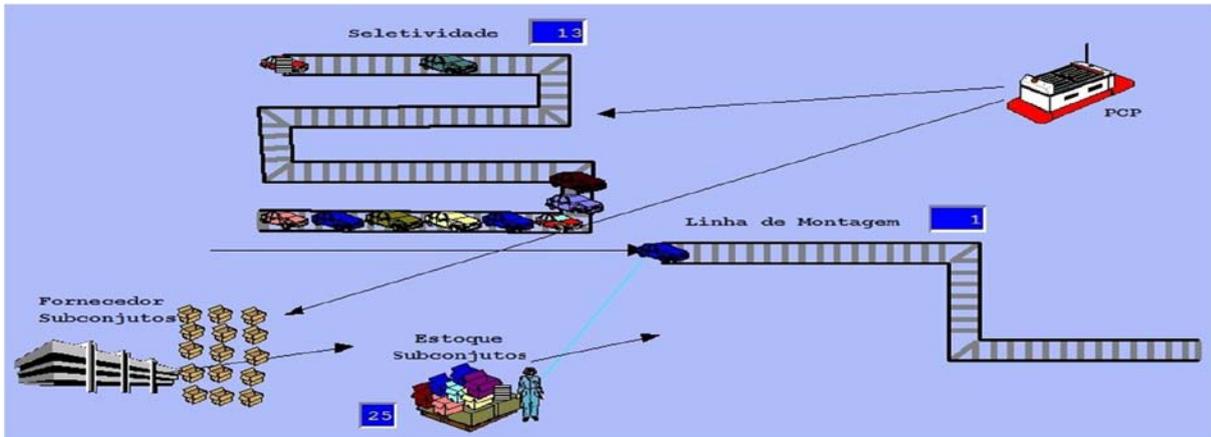
QUADRO 6.7 – Dados da proposta JIS e EDI associado ao POLCA para o fornecedor de painéis

Hora	Minutos	Estoque na Linha	Saída Embalagem Vazia	Chegada de Embalagens (16 un.)
0	0	32		
	15	27		
	30	22		
	45	17	X	
1	60	28		X
	75	23		
	90	18	X	
	105	29		X
2	120	24		
	135	19	X	
	150	20		X
	165	25		
3	180	20	X	
	195	31		X
	210	26		
	225	20	X	
4	240	31		X
	255	26		
	270	21		
	285	16	X	
5	300	27		X
	315	22		
	330	17	X	
	345	28		X
6	360	23		
	375	18	X	
	390	29		X
	405	24		
7	420	19	X	
	435	30		X
	450	25		
	465	20	X	
8	480	32		18 un.

Fonte: Elaborado pelo autor.

- **SPE 1:** para que o fornecedor consiga abastecer a linha de produção com os painéis com o mesmo sequenciamento da carroceria faz-se necessário um alinhamento da estratégia de produção. Para tanto, ao propor a mudança em termos de indicador para movimentação de materiais, bem como, como ordem de produção do fornecedor, se realiza uma revisão das estratégias de produção, fornecimento e logística neste relacionamento;

FIGURA 6.15 – Interface gráfica da simulação da Proposta 2



Fonte: Elaborado pelo autor.

- **SPE 2:** através da integração da informação por meio de um sistema EDI, permitindo que o fornecedor conheça *on line* as mudanças no sequenciamento, garante que ao longo da cadeia de suprimentos seja conhecido o grau de flexibilidade da produção necessário para cada dia; além disso, através do estudo para a implantação do POLCA, são determinados a tolerância de tempo do cliente (montadora), os tamanhos de lotes (16 unidades por embalagem) e tempo de ciclo mínimo; por fim, quando planeja-se alterações nos painéis de veículos, tal mudança é definida conjuntamente;
- **SPE 3:** a proposta prevê a alteração do número e dos locais de pontos de estocagem. Passam de 3 (estoque final do fornecedor, no pátio da montadora e na linha de produção) para 2 (estoque final do fornecedor e na linha de produção);
- **SPE 4:** para elaboração da proposta foram levantados e documentados as capacidades produtivas. Além disso, a proposta não prevê alteração em nenhum outro relacionamento. A única alteração prevista em termos de capacidade da montadora é no local na linha de produção para que seja permitida a entrada de 2 embalagens ao invés de 1; nesta proposta foram definidas as quantidades a serem estocadas nos 2 locais de estocagem. Por fim, através do EDI e da embalagem se estabelece o mecanismo de comunicação entre as empresas da cadeia de suprimentos;
- **SPE 5:** atualmente a empresa possui um SMD, porém como este fornecedor tem um sistema de abastecimento mais fino, outras medidas de desempenho poderia ser incorporadas. No entanto, tal proposta não as prevê;
- **SPO 1:** nesta proposta está previsto a manutenção do sistema atual de definição do MPS, enviado no máximo até o dia 25 de cada mês o programa de produção mensal, e

suas devidas atualizações ao longo do mês. Com isto, é possível o fornecedor realizar seu planejamento agregado com antecipação. No caso deste fornecedor, como os pedidos de suas matérias-primas são realizados pelo departamento de importação da montadora, permite que o fornecedor apenas se preocupe com o planejamento de capacidade;

- SPO 2: nesta proposta, também está previsto a manutenção da informação do sequenciamento com um dia de antecipação, tal informação prevê um acerto médio de 20%. Assim, permite que o fornecedor tenha condições de realizar um planejamento prévio de sua produção do dia seguinte. Por meio do sistema EDI a informação congelada para a próxima hora permite um planejamento da produção e do fluxo de materiais preciso, atendendo inclusive *rush-orders*;
- SPO 3: a proposta prevê que a gestão de estoques ocorra de duas formas: no estoque final do fornecedor através do sistema EDI; o estoque para abastecimento da linha de montagem da montadora através do sistema POLCA;
- SPO 4: como mencionado anteriormente a empresa já utiliza um SMD, no entanto, para este relacionamento por se tratar de um relacionamento mais coordenado necessitaria de indicadores específicos, que não são apresentados nesta proposta.

No que tange a análise quantitativa, os cenários atual e o proposto foram simulados no *software* PROMODEL. O QUADRO 6.8 apresenta os principais indicadores de ambos cenários.

Como pode ser observado no QUADRO 6.8 o número de veículos produzidos e o número de paradas por falta de painéis foram mantidos, o que permite afirmar que tal proposta não interfere nas outras relações na cadeia de suprimentos.

QUADRO 6.8 – Indicadores de desempenho das simulações do cenário atual e do cenário proposto para o fornecedor Tipo E para a linha de montagem tipo chassi.

Variável de Análise	Cenário Atual	Cenário Proposto
Número de Veículos Produzidos	162	162
Pontos de Estocagem	3	2
Número de Embalagens	6	3
Número de Funcionários do Fornecedor na Montadora	3	0
Número de paradas por falta de painéis	0	0
WIP máximo na linha de montagem	16	32
WIP máximo na montadora	96	0
Estoque de segurança no fornecedor	432	176
Tempo médio que cada painel permanece no sistema	187 minutos	78 minutos

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por outro lado, os indicadores pontos de estocagem, número de embalagens, número de funcionários do fornecedor na montadora, WIP máximo na montadora, estoque de segurança no fornecedor e tempo médio que cada painel permanece no sistema, são menores que na proposta atual. Isto sugere que a coordenação de fluxo de produção na proposta é maior.

O único indicador que desfavorece a proposta é WIP máximo na linha de montagem. No entanto, conforme pesquisa de campo realizada, foi verificado a disponibilidade de espaço físico para tal embalagem adicional na linha de montagem.

Por fim, através das análises qualitativa e quantitativa é possível admitir nas situações analisadas, a proposta de uso combinado de EDI com POLCA em uma relação *In Plant Representatives* permite maior coordenação de fluxo de produção na cadeia de suprimentos.

6.5 Considerações sobre as propostas elaboradas

Este capítulo teve por objetivo verificar a aplicabilidade do modelo conceitual elaborado. Para tanto, foi realizado um estudo detalhado de uma cadeia de suprimentos nas relações com seus fornecedores que de modo ideal deveriam ser de modo puxado.

Por meio do uso do modelo conceitual pode-se identificar práticas utilizadas na GCS e SCO mais adequadas que poderiam ser implementadas de modo conjunto em cada situação. Posteriormente a identificação foi necessário realizar o planejamento da implantação e verificar os aspectos que sofreriam mudanças caso as propostas fossem implementadas. Para verificação da funcionalidade das propostas, as mesmas foram simuladas. Destaca-se que em função da limitação da versão *student* do *software* utilizado (PROMODEL) foi necessário fazer algumas adaptações nos modelo de simulação. No entanto, o cerne da proposta foi mantido mesmo com as adaptações. Por fim, foram avaliados os impactos qualitativos e quantitativos do uso das propostas elaboradas.

Ressalta-se que em ambas propostas a coordenação de fluxo de produção tanto em aspectos quantitativos como qualitativos foi melhorada. A justificativa de tal fato é a complementaridade derivada do uso combinado de práticas utilizadas na GCS e SCOs.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral desta tese foi propor a utilização do uso combinado de SCOs com lógica de funcionamento puxada e práticas utilizadas na GCS para coordenação fluxo de produção (materiais e informações) no âmbito da Cadeia de Suprimentos que atendem mercados que exigem responsividade do sistema de produção.

Assim, uma primeira questão que surgiu foi qual é o significado de coordenação de fluxo de produção para a GCS. Ao realizar uma revisão bibliográfica aprofundada no assunto verificou-se que diversos autores afirmam a necessidade de realizar tal coordenação e da importância da mesma, mas raramente apresentam como desenvolvê-la. Quando tal apresentação ocorre, ela é realizada de modo abstrato e superficial. Possíveis justificativas para tal fato podem ser, primeiro pelo tema ser recente (cerca de 20 anos) e ainda estar em construção, e segundo pela dificuldade em se realizar generalizações em função da diversidade de situações quando se analisa os casos. No entanto, um referencial encontrado que traz tal definição, apesar de estar em um nível de abstração alto, é o do Processo de Gestão de Fluxo de Manufatura (MFMP) desenvolvido por Goldsby e García-Dastugue (2003), apresentado no Capítulo 2 desta tese. Desta forma, uma primeira contribuição deste trabalho foi apresentar de modo detalhado o conjunto de atividades para a coordenação de fluxo de produção baseado no MFMP. Tal descrição se demonstra útil como um referencial para a academia e para os profissionais da área, no sentido de avaliar o grau de coordenação de fluxo de produção que os casos a serem analisados se encontram e identificar quais as atividades que devem (ou deveriam) ser desenvolvidas para melhorar tal coordenação. Uma limitação da análise realizada é a de que tal descrição foi realizada com uma vertente exclusivamente teórica-conceitual. Desta forma, ressalta-se a necessidade da realização de um estudo empírico para confirmação dos resultados teórico-conceituais apresentados. Para tanto, como trabalhos futuros, sugere-se a realização do mesmo.

Para atendimento dos objetivos deste trabalho foi necessário identificar as práticas utilizadas na GCS existentes na literatura que auxiliam a coordenação do fluxo de produção em sistemas de produção puxados. Assim, no Capítulo 3 fez-se a identificação das práticas citadas na literatura de modo recorrente e o agrupamento das mesmas por categorias em termos de função das mesmas. Após o detalhamento do mecanismo de funcionamento de cada e a identificação das situações em que tais práticas têm seu uso recomendado pela literatura, realizou-se uma avaliação conceitual em que aspectos tais grupos de práticas contribuem para a coordenação de fluxo de produção com base no MFMP. Como

contribuição deste capítulo pode-se destacar a metodologia de análise quanto à coordenação de fluxo de produção de cada prática utilizada na GCS, bem como, o resultado da análise conceitual realizada. Quanto à metodologia, ela se demonstra promissora no sentido que permite ao indivíduo que está utilizando-se a identificar de modo claro qual a real contribuição da prática analisada quanto a coordenação do fluxo de produção. No entanto, por mais que se buscou realizar o detalhamento das atividades de cada subprocesso, ainda trata-se de uma análise abstrata e que depende da interpretação do indivíduo que está realizando a análise. Quanto ao resultado da análise, por meio do modo em que está organizado nesta tese, permite ao leitor identificar de modo imediato a prática utilizada na GCS ou grupo de práticas que mais contribuem para a atividade de coordenação de fluxo de produção de interesse para cada caso. Outra contribuição deste capítulo é a de que apresenta um referencial interessante sobre práticas utilizadas na GCS, podendo ser um material didático interessante para as disciplinas relacionadas à Logística e Gestão da Cadeia de Suprimentos. Ressalta-se que não foram apresentadas e analisadas todas as práticas utilizadas na GCS, sugerindo-se como trabalho futuro realizá-las para as práticas não mencionadas nesta tese. Outra limitação deste trabalho é a de que não foram realizadas pesquisas experimentais para comprovação das afirmações realizadas neste capítulo quanto à contribuição em termos de coordenação de fluxo de produção, sendo sugerido como trabalho futuro realizá-las para cada caso.

No mesmo sentido que para as práticas utilizadas na GCS, no Capítulo 4 foram identificados na literatura os SCOs mais adequados para os sistemas de produção puxados. Desta forma, foram destacados os ambientes em que cada SCO é mais adequado e detalhado o mecanismo de funcionamento de cada um. Também se buscou na literatura aplicações de tais SCOs nas relações em cadeias de suprimentos. Dentre as principais contribuições deste capítulo pode-se destacar: um material didático sobre SCOs puxados que apresenta os mecanismos de funcionamento de modo detalhado (material escasso na literatura em língua portuguesa); o relato claro de que há a necessidade de analisar o ambiente para a escolha do SCO mais adequado para cada situação; a identificação e sistematização de relatos na literatura de casos de utilização de SCOs no âmbito da cadeia de suprimentos; e a verificação de que o uso de SCOs para coordenar o fluxo de produção entre operações alocadas em diferentes empresas em uma mesma CS podem trazer resultados significativos. Como limitação deste trabalho, ele restringiu-se a apenas 7 SCOs puxados, necessitando em trabalhos futuros que tal análise se estenda à outros SCOs, tanto outros aplicados à sistemas de produção puxados, como os demais.

Outra questão de pesquisa a ser respondida neste trabalho foi de como tomar a decisão em termos da escolha das práticas utilizadas na GCS e dos SCOs, verificar a viabilidade do uso combinado dos mesmos e avaliar o impacto em termos de coordenação. Para tanto, elaborou-se o modelo conceitual de tomada de decisão apresentado no Capítulo 5. Destaca-se que tal modelo foi elaborado para o uso exclusivo em ambientes de produção puxados, para itens de maior importância e relacionamentos mais complexos e relevantes, e que demandam responsividade. O modelo foi elaborado tendo como base as principais contribuições dos capítulos 2, 3 e 4. Assim, a partir de uma caracterização adequada do relacionamento a ser analisado, realiza-se a escolha de SCO (baseado nos resultados do Capítulo 4), realiza-se a escolha das práticas utilizadas na GCS (baseado nos resultados do Capítulo 3), elaboram-se alternativas de soluções de uso combinado, analisa-se a consistência das alternativas, faz-se o plano de implementação e as devidas avaliações qualitativas e quantitativas (as avaliações baseadas nos resultados do capítulo 2). Considera-se este modelo conceitual como a principal contribuição desta tese. Pois, por meio do uso deste modelo é possível identificar soluções para melhorar a coordenação do fluxo de produção adequadas aos relacionamentos em análise. Apesar de ser um modelo de fácil uso, se faz necessário que o indivíduo que está realizando a análise faça a caracterização correta do relacionamento da CS em questão. Caso estas informações estejam equivocadas, a escolha também será equivocada. No modelo proposto, buscou-se apresentar de modo detalhado e claro as situações em que cada mecanismo de coordenação de fluxo é mais adequado. No entanto, a escolha é realizada também de modo abstrato pelo indivíduo, podendo originar soluções não satisfatórias. Destaca-se também, que tal modelo contribui para identificar o papel de cada mecanismo utilizado para coordenação do fluxo de produção na cadeia de suprimentos. Ressalta-se que o modelo foi elaborado tendo como foco ambiente de produção puxada, desta forma, questiona-se se tal modelo poderia ser também utilizado em ambientes empurrados, itens de menor importância e/ou relacionamentos menos complexos e relevantes. Assim, recomenda-se, como trabalhos futuros, a avaliação de tal modelo para tais situações.

Com o intuito de se avaliar a efetividade do modelo elaborado, fez-se um estudo empírico em uma cadeia de suprimentos em dois relacionamentos imediatos de fornecimento. Para os casos estudados o modelo se mostrou efetivo e os resultados obtidos foram satisfatórios em termos de melhoria da coordenação do fluxo de produção. Ressalta-se que as soluções apresentadas tiveram a análise somente em termos de simulação, não tendo sido aplicado na prática. Tais aplicações são sugeridas como trabalhos futuros. Destaca-se, ainda, a necessidade em trabalhos futuros de se avaliar o modelo e a proposição deste trabalho

para os outros tipos de relacionamento na cadeia de suprimentos estudada (fornecedor tipo A, C e D), para além dos elos imediatos, e em outras cadeias de suprimentos.

No sentido de sistematização pode-se destacar as seguintes contribuições deste trabalho: a) o detalhamento no nível de atividades do MFMP contribuindo para avaliação qualitativa e quantitativa quanto o grau de coordenação de fluxo de produção de uma cadeia de suprimentos; b) uma indicação dos aspectos que cada uma das práticas utilizadas na GCS contribuem em termos de coordenação de fluxo de produção; c) um diagnóstico de relato do uso de SCOs puxados nas relações da cadeia de suprimentos; d) um modelo conceitual de tomada de decisão em termos do uso combinado de SCOs puxados e práticas utilizadas na GCS.

Por fim, esta tese de doutorado teve por proposição que o uso combinado de práticas utilizadas na GCS com SCOs puxados propicia melhor coordenação de fluxo de produção (materiais e informação) em cadeias de suprimentos. Destaca-se que a partir dos resultados obtidos neste trabalho é possível confirmar tal proposição.

REFERÊNCIAS

- ALBERTIN, A. L. Comércio eletrônico: benefícios e aspectos de sua aplicação. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 52-63, jan./mar. 1998.
- ALDERSON, W. Marketing efficiency and the principle of postponement. **Cost and profit outlook**, n. 3, p. 15-18, 1950.
- AL-MUDIMIGHA, A. S.; ZAIRIB, M.; AHMED, A. M. M. Extending the concept of supply chain: the effective management of value chains. **International Journal of Production Economics**, v. 87, p. 309-320, 2004.
- ANDERSON, D. L.; BRITT, F. E.; FAVRE, D. J. The Seven Principles of Supply Chain Management. **Supply Chain Management Review**, Spring, 1997. Disponível em: <<http://www.manufacturing.net/magazine/logistic/archives/1997/scmr/11princ.htm>>. Acesso em: 16/08/2012.
- ANDRASKI, J. C. Foundations for successful continuous replenishment programs. **The International Journal of Logistics Management**, v. 5, n. 1, p. 1-8, 1994.
- ARAÚJO, F. O.; DALCOL, P. R. T. Quase-integração: características, configurações e tendências. Uma análise com base na evolução da indústria automobilística. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27., 2007, Foz do Iguaçu. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2007.
- AROZO, R. Softwares de supply chain management: Definições, principais funcionalidades e implantação por empresas brasileiras. In: FIGUEIREDO, K. F.; FLEURY, P. F.; WANKE, P. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: Planejamento do fluxo de produtos e dos recursos**. São Paulo: Atlas, 2003.
- BANZATO, E.; **WMS – warehouse management system: sistema de gerenciamento de armazéns**. São Paulo: IMAM, 1998.
- BARROS FILHO, J. R. Integração na Supply Chain: Ainda há muito caminho para ser percorrido! In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008.
- BEAMON, B. M. Measuring supply chain performance. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 9, n. 3, p. 275-292, 1999.
- BETTERTON, C. E.; COX III, J. F. Espoused drum-buffer-rope flow control in serial lines: a comparative study of simulation models. In: **International Journal of Production Economics**, v. 117, p. 66-79, 2009.
- BIDAULT, F.; DESPRES, C.; BUTLER, C. New product development and early supplier involvement (ESI): the drivers of ESI adoption. In: PRODUCT DEVELOPMENT MANAGEMENT ASSOCIATION INTERNATIONAL CONFERENCE, 1996. Orlando. **Proceedings...** Orlando, 1996, p. 2-21.

BLATHERWICK, A. Vendor-managed inventory: fashion fad or important supply chain strategy? **Supply Chain Management**, v. 3, n. 1, p. 10-11, 1998.

BONAT, D. **Metodologia de pesquisa**. Curitiba: IESDE Brasil S. A., 2009.

BONFATTI, M.; CARIDI, M.; SCHIAVINA, L. A fuzzy model for load-oriented manufacturing control. **International Journal of Production Economics**, v. 104, p. 502–513, 2006.

BONVIK, A. M.; COUCH, C. E.; GERSHWIN, S. B. A comparison of production-line control mechanisms. **International Journal of Production Research**, v. 35, n. 3, p. 789-804, 1997.

BOONE, C. A.; CRAIGHEAD, C. W.; HANNA, J. B. Postponement: an evolving supply chain concept. **International Journal of Physical. Distribution & Logistics Management**. v. 37, N. 8, p. 594-611, 2007.

BOWERSOX, D. J., CLOSS, D. J. **Logistical Management: The Integrated Supply Chain Process**. New York, New York: McGraw-Hill, 1996.

BREITHAUPT, J.; LAND, M.; NYHUIS, P. The workload control concept: theory and practical extensions of load-oriented order release. **Production Planning & Control**, v. 13, n. 7, p. 625-638, 2002.

BREMER, C. F.; MENEGUSSO, C. C.; Sistemas de planejamento integrado. In: **Tecnológica on line**, 2011. Disponível em: <<http://www.tecnologica.com.br/artigos/sistemas-de-planejamento-integrado/>>, Acessado em: 11/10/2012.

BREWER, P. C.; SPEH, T. W. Adapting the balanced scorecard to supply chain management. **Supply Chain Management Review**, v. 5, n. 2, p. 48-56, 2001.

BURBIDGE, J. L. **The Introduction of Group Technology**. Heinemann London, 1975.

CACHON, G. P. Exact evaluation of batch-ordering inventory policies in two-echelon supply chains with periodic review. **Operations Research**, v. 49, n. 1, p. 79-98, 2011.

CARDOSO, F. APS: a última palavra na administração da cadeia logística. **Revista Tecnológica**, n. 60, nov. 2000.

CHAHARSOOGHI, S. K.; HEYDARI, J. Supply chain coordination for the joint determination of order quantity and reorder point using credit option. **European Journal of Operational Research**, n. 204, p. 86-95, 2010.

CHAHARSOOGHI, S. K.; HEYDARI, J.; KAMALABADI, I. N. Simultaneous coordination of order quantity and reorder point in a two-stage supply chain. **Computer & Operations Research**, n. 38, p. 1667-1677, 2011.

CHAKRAVORTY, S. S.; ATWATER, J. B. The impact of free goods on the performance of drum-buffer-rope scheduling systems. **International Journal of Production Economics**, v. 95, p. 347-357, 2005.

CHASE, R. B.; JACOBS, F. R.; AQUILANO, N. T.; **Administração da produção para a vantagem competitiva**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CHEN, H.; DAUGHERTY, P. J.; ROATH, A. S. Defining and operationalizing supply chain integration. **Journal of Business Logistics**, v. 30, n. 1, 2009.

CHIANG, C. Optimal replenishment for a periodic review inventory system with two supply modes. **European Journal of Operational Research**, n. 149, p. 229-244, 2003.

CHIANG, C. Periodic review inventory models with stochastic supplier's visit intervals. **International Journal of Production Economics**, v. 115, p. 433-438, 2008.

CHOI, T.; SETHI, S. Innovative quick response programs: a review. **International Journal of Production Economics**, v. 127, p.1-12, 2010.

COLIN, J. O controle dos processos logísticos, uma condição prévia para uma política do global sourcing: o caso da indústria automobilística e do varejista mundial. **Revista Produção**, v. 16, n. 3, p. 387-393, 2006.

CORRÊA, H. L. **Gestão de redes de suprimento: integrando cadeias de suprimento no mundo globalizado**. São Paulo: Atlas, 2010.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação**. São Paulo: Atlas, 2006.

CRAVENS, K.; PIERCY, N.; CRAVENS, D. Assessing the performance of strategic alliances: matching metrics to strategies. **European Management Journal**, v. 18, n. 5, p. 529-541, out. 2000.

CRISPIM, S.; TOLEDO, R. M. Mudanças no cenário competitivo do setor automobilístico e o caso único de consórcio modular: a VW Resende. In: ENCONTRO NACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO, 27., 2003, Atibaia. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPAD, 2003.

CROXTON, K. L.; GARCÍA-DASTUGUE, S. J.; LAMBERT, D. M.; ROGERS, D. S. The supply chain management processes. **The International Journal of Logistics Management**, v. 12, n. 2, 2001.

CSCMP - COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS CSCMP **Supply Chain Management Definitions**. Disponível em: <http://cscmp.org/aboutcscmp/definitions.asp>. Acessado em: 28/09/2012.

DANIEL, V.; GUIDE JÚNIOR, R. Scheduling with priority dispatching rules and drum-buffer-rope in a recoverable manufacturing system. **International Journal of Production Economics**, v. 53, p. 101-116, 1997.

DEL BIANCO, V. S. **Sistemas de Coordenação de Ordens de Produção Baseado na Estratégia Bata de Manufatura**. 2008. 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

DIAS, A. V. C. **Consórcio modular e condomínio industrial: elementos para análise de novas configurações produtivas na indústria automobilística**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

DIAS, A. V. C.; SALERNO, M. S. Novos padrões de relacionamento entre montadoras e autopeças no Brasil: algumas proposições. IN: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 18., 1998, Niterói. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 1998.

DOWLATSHASI, S. Implementing early supplier involvement: a conceptual framework. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 18, n. 2, 1998.

DREYER, D. E. Performance measurement: a practitioner's perspective. **Supply Chain Management Review**, v. 4, n. 4, p. 63-68, set./out. 2000.

ELVANDER, M. S.; SARPOLA, S.; MATTSON, S. Framework for characterizing the design of VMI systems. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 37, n. 10, p. 782-798, 2007.

FATRIAS, D.; SHIMIZU, Y. Multi-objective analysis of periodic review inventory problem with coordinated replenishment in two-echelon supply chain system through differential evolution. **Journal of advanced mechanical design, systems, and manufacturing**, v. 4, n. 3, p. 637-650, 2010.

FAWCETT, S. E.; MAGNAN, G. M.; MCCARTER, M. W. A three-stage implementation model for supply chain collaboration. **Journal of Business Logistics**, v. 29, n. 1, 2008.

FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. **Planejamento e controle da produção: dos fundamentos ao essencial**. São Paulo: Atlas, 2010.

FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. Sistemas de coordenação de ordens: revisão, classificação, funcionamento e aplicabilidade. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 14, n. 2, 2007.

FERNANDES, N. O.; CARMO-SILVA, S. Generic POLCA - a production and materials flow control mechanism for quick response manufacturing. **International Journal of Production Economics**, v. 104, p.74-84, 2006.

FIRMO, A. C. C.; LIMA, R. S. Gerenciamento da cadeia de suprimentos no setor automobilístico: iniciativas e práticas. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 11., 2004, Bauru. **Anais...** Bauru: UNESP, 2004.

FIRMO, A. C. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos no setor automobilístico: um estudo de caso no consórcio modular**. 2005. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2005.

FRAMINAN, J. M.; GONZÁLEZ, P. L.; RUIZ-USANO, R. The CONWIP production control system: review and research issues. **Production Planning & Control**, v. 14, n. 3, p. 255-265, 2003.

FRAUZINO, C. I.; PEIXOTO, A. A.; SEVERINO, M. R.; Análise conceitual dos termos coordenação, colaboração e integração na gestão da cadeia de suprimentos. In: ENCONTRO GOIANO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2., 2010, Catalão. **Anais...** Catalão: UFG, 2010.

FREITAS FILHO, P. **Introdução à modelagem e simulação de sistemas – com aplicações em Arena**. Florianópolis: Visual Books, 2001.

FUGATE, B.; SAHIN, F.; MENTZER, J. T. Supply chain management coordination mechanisms. **Journal of Business Logistics**, v. 27, n. 2, p. 129-162, 2005.

GARCÍA-DASTUGUE, S. J.; LAMBERT, D. M. Interorganizational Time-Based Postponement in The Supply Chain. **Journal of Business Logistics**, v. 28, n. 1, p. 57-81, 2007.

GELDERS, L. F.; WASSENHOVE, L. N. Capacity Planning in MRP, JIT and OPT: a critique. **Engineering Costs and Production Economics**, v. 9, p. 201-209, 1985.

GERMS, R., RIEZEBOS, J. Workload balancing capability of pull systems in MTO production. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 8, p. 2345-2360, 2010.

GHSI, F.; SILVA, A. Implantação do Efficient Consumer Response (ECR): um Estudo Multicaso com Indústrias, Atacadistas e Varejistas. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 10, n. 3, p.111-132, jul./set. 2006.

GIL, A. C.; **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 2009.

GLASSEY, C. R., RESENDE, M. G. C. A closed-loop job release control for VLSI circuit management. **IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing**, v. 1, p. 36-46, 1988.

GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F. C. F.; Paradigmas estratégicos de gestão da manufatura (PEGEMs): elementos-chave e modelo conceitual. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 12, n. 3, p. 333-345, set./dez., 2005.

GOLDRATT, E. M.; COX, J. **The goal: excellence in manufacturing**. North River Press: New York, 1984.

GOLDSBY, T. J.; GARCÍA-DASTUGUE, S. J. The manufacturing flow management process. **The International Journal of Logistics Management**, v. 14, n. 2, 2003.

GONZÁLEZ, R. P. L., FRAMINAN, J. M. The pull evolution: from Kanban to customised token-based systems. **Production Planning & Control**, v.20, n. 3, p. 276-287, 2009.

GRAVES, R. J.; KONOPKA, J. M.; MILNE, R. J. Literature review of material flow control mechanisms. **Production Planning & Control**, v. 6, n. 5, p. 395-403, 1995.

GRAZIADIO, T. **Estudo comparativo entre os fornecedores de componentes automotivos de plantas convencionais e modulares**. 2004, 185 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

GUARNIERI, P.; CHRUSCIACK, D.; OLIVEIRA, I. L. de; HATAKEYAMA, K.; SCANDELAR, K. WMS – Warehouse Management System: adaptação proposta para o gerenciamento da logística reversa. **Revista Produção**, v. 16, n. 1, p. 126-139, jan.-abr. 2006.

GUARNIERI, P.; HATAKEYAMA, K.; RESENDE, L. M. Estudo de caso de um condomínio industrial na indústria automobilística: caso GM Gravataí. **Revista Produção Online**, v. 9, n. 1, p. 48-72, mar. 2009.

GUNASEKARAN, A.; PATEL, C.; TIRTIROGLU, E. Performance measures and metrics in a supply chain environment. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 21, n. 1/2, p. 71-87, 2001.

GUPTA, M.; SNYDER, D. Comparing TOC with MRP and JIT – a literature review. **International Journal of Production Research**, v. 47, n. 13, p. 3705-3739, 2009.

HAN, C.; POTERFIELD, T.; LI, X. Impact of industry competition on contract manufacturing: An empirical study of U.S. manufacturers. **International Journal of Production Economics**, v. 138, p. 159-169, 2012.

HARREL, C. R.; MOTT, J. R. A.; BATEMAN, R. E.; BOWDEN, R. G.; GOGG, T. J. **Simulação: Otimizando os sistemas**. Belge Engenharia e Sistemas Ltda, Instituto IMAM, São Paulo, 2002.

HAUTANIEMI, P.; PIRTTILÄ, T. The choice of replenishment policies in an MRP environment. **International Journal of Production Economics**, v. 59, p. 85-92, 1999.

HENDRY L; LAND, M.; STEVENSON, M.; GAALMAN, G. Investigating implementation issues for workload control (WLC): A comparative case study analysis. **International Journal of Production Economics**, v. 112, p. 452-469, 2008.

HENDRY, L. C.; KINGSMAN, B. G. A decision support system for job release in make-to-order companies. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 11, n. 6, p. 6-16, 1991.

HENRICH, P.; LAND, M.; GAALMAN, G. Exploring applicability of the workload control concept. **International Journal of Production Economics**, v. 90, p. 187-198, 2004.

HENRICH, P.; LAND, M.; GAALMAN, G. Grouping machines for effective workload control. **International Journal of Production Economics**, v. 104, p. 125-142, 2006.

HINES, P.; LAMMING, R.; JONES, D.; COUSINS, P.; RICH, N. **Value Stream Management: Strategy and Excellence in the Supply Chain**, Financial Times. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2000.

HOLMBERG, S. A systems perspective on supply chain measurements. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 30, n. 10, p. 847-868, 2000.

HUANG, M.; IP, W. H.; YUNG, K. L.; WANG, X; WANG, D. Simulation study using system dynamics for a CONWIP-controlled lamp supply chain. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 32, n. 1-2, p.184-193, 2007.

HUANG, M; WANG, D.; IP W. H. Simulation and comparative study of the CONWIP, Kanban and MRP production control systems in a cold rolling plant. **Production Planning & Control**, v. 9, n. 8, p. 803-812, 1998.

ILGIN, M. A.; GUPTA, S. M. Performance improvement potential of sensor embedded products in environmental supply chains. **Resources, Conservation and Recycling**, n.55, p. 580-592, 2011.

JACOBS, F. R.; WHYBARK, D. C. A comparison of reorder point and material requirements planning inventory control logic. **Decision Sciences**, v. 23, n. 2, p. 332-342, 1992.

JIN, Z.; YU, J. Analysis of Electronic Commerce impacting on Supply Chain Link. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, MANAGEMENT SCIENCE AND ELECTRONIC COMMERCE (AIMSEC), 2., 2011, Zhengzhou. **Anais...** Zhengzhou: AIMSEC, 2011, p. 2799-2802.

JODLBAUER, H.; HUBER, A. Service-level performance of MRP, kanban, CONWIP and DBR due to parameter stability and environmental robustness. **International Journal of Production Research**, v. 46, n. 8, p. 2179-2195, 2008.

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

JONSSON, P.; MATTSSON, S. The selection and application of material planning methods. **Production Planning and Control**, v. 13, n. 5, p. 438-450, 2002.

JUVELLA, S. B.; VANALLE, R. Merge in Transit – uma nova ferramenta logística. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2002, Curitiba. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2002.

KINGSMAN, B. G. Modelling input-output workload control for dynamic capacity planning in production planning systems. **International Journal of Production Economics**, v. 68, p. 73-93, 2000.

KOJIMA, M.; NAKASHIMA, K.; OHNO, k. Performance evaluation of SCM in JIT environment. **International Journal of Production Economics**, v. 115, p. 439-443, 2008.

KRALJIC, P. Purchasing must become supply management. **Havard Business Review**, v. 61, n. 5, p. 109-117, 1983.

KRISHNAMURTHY, A.; SURI, R. Planning and implementing POLCA: a card-based control system for high variety or custom engineered products. **Production Planning & Control**, v. 20, n. 7, p. 596–610, 2009.

KUMAR, C. S.; PANNEERSELVAM, R. Literature review of JIT-KANBAN system. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 32, p. 393–408, 2007.

LACERDA, L. Armazenagem estratégica: analisando novos conceitos. In: FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. **Logística empresarial. A perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas, 2000.

LAGE JUNIOR, M.; GODINHO FILHO, M. Evolução e avaliação da utilização do sistema Kanban em empresas paulistas. **Revista de Administração (FEA-USP)**, v. 44, p. 380-395, 2009.

LAGE JUNIOR, M.; GODINHO FILHO, M. Variations of kanban system: literature review and classification. **International Journal of Production Economics**, v. 125, p. 13-21, 2010.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 1985.

LAMBERT, D. M. **Supply chain management: process, partnerships, performance**. 3 edição. SCMI: Flórida, 2008.

LAMBERT, D. M. The eight essential supply chain management processes. **Supply Chain Management Review**, v. 8, n. 6, set. 2004.

LAMBERT, D. M.; POHLEN, T. L. Supply Chain Metrics. **The International Journal of Logistics Management**, v. 2, n. 1, p.1-19, 2001.

LAMBERT, D. M.; STOCK, J. R.; ELLRAM, L. M. **Fundamentals of logistics management**. Boston: Irwin/McGraw-Hill, 1998.

LAMBRECHT, M.; SEGAERT, A. Buffer stock allocation and assembly type production lines. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 10, n. 2, p. 47-61, 1990.

LEE, J. H.; CHANG, J. G.; TSAI, C. H.; LI, R. K. Research on enhancement of TOC Simplified Drum-Buffer-Rope system using novel generic procedures. **Expert Systems with Applications**, n. 37, p. 3747-3754, 2010.

LEE, J.; SCHWARZ, L. B. Leadtime management in a periodic-review inventory system: a state-dependent base-stock policy. **European Journal of Operational Research**, v. 199, n. 1, p. 122-129, 2009.

LEJEUNE, M. A.; YAKOVA, N. On characterizing the 4 C's in supply chain management. **Journal of Operations Management**, v. 23, p. 81-100, 2005.

LI, J.; Simulation study of coordinating layout change and quality improvement for adapting job shop manufacturing to CONWIP control. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 3, p. 879-900, 2010.

LÖDDING, H.; YU, K. W.; WIENDAHL, H. P. Decentralized WIP-oriented manufacturing control (DEWIP). **Production Planning & Control**, v. 14, n. 1, p. 42-54, 2003.

MACCARTHY, B. L.; FERNANDES, F. C. F. A multi-dimensional classification of production systems for the design and selection of production planning and control systems. **Production planning & control**, v. 11, n. 5, p. 481-496, 2000.

MADDAH, B. S.; JABER, M. Y.; ABOUD, N. E.; Periodic review (s, S) inventory model with permissible delay in payments. **Journal of the Operational Research Society**, v. 55, n. 2, p. 147-159, 2004.

MARQUES, V.; Utilizando o TMS (transportation management system) para uma gestão eficaz de transportes. In: **Instituto de Logística e Supply Chain**, 2002. Disponível em: <http://www.ilos.com.br/web/index.php?option=com_content&task=view&id=1100&Itemid=74&lang=br>; Acessado em: 11/10/2012.

MARX, R.; ZILBOVICIUS, M.; SALERNO, M. The modular consortium in a new VW truck plant in Brazil: new forms of assembler and supplier relationship. **Integrated Manufacturing Systems**, v. 8, n. 5, 1997.

MCIVOR, R.; HUMPHREYS, P.; MCCURRY, L. Electronic commerce: supporting collaboration in the supply chain? **Journal of Materials Processing Technology**, v. 139, p. 147–152, 2003.

MENTZER, J. T.; DeWITT, W.; KEEBLER, J. S.; MIN, S.; NIX, N. W.; SMITH, C. D.; ZACHARIA, Z. G. Defining supply chain management. **Journal of Business Logistics**, v. 22, n. 2, p. 1-25, 2001.

MIRANDA, C.; CAZARINI, E. O uso de ferramentas Data Mining como suporte as estratégias de ECR. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 7., 2000, Bauru. **Anais...** Bauru: UNESP, 2000.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

NASCIMENTO NETO, R. V. do; OLIVEIRA, J. R. A. de; GHINATO, P. Supply chain management – aplicações e ferramentas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2002, Curitiba. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2002.

OOSTERMAN, B. J.; LAND, M. J.; GAALMAN, G. J. C. The influence of shop characteristics on Workload Control. **International Journal of Production Economics**, v. 68, p. 107-119, 2000.

OVALLE, O. R.; MARQUEZ, A. C.; Exploring the utilization of a CONWIP system for supply chain management. A comparison with fully integrated supply chains. **Internacional Journal of Production Economics**, v. 83, p. 195-215, 2003.

PERUNOVIC, Z; MEFFORD, R.; CHRISTOFFERSEN, M. Impact of information technology on vendor objectives, capabilities, and competences in contract electronic manufacturing. IN: **International Journal of Production Economics**, v. 139, p. 207–219, 2012.

PETTERSEN, J.; SEGERSTEDT, A. Restricted work-in-process: a study of differences between Kanban and Conwip. **International Journal of Production Economics**, v. 118, p. 199-207, 2009.

PIRES, S. R. I. ; MUSETTI, M. A. Logística Integrada e Gestão da Cadeia de Suprimentos. In: ROSENFELD, H.; OLIVEIRA, J. F. G. de (Org.). **Fábrica do Futuro**. 1ed. São Paulo: Editora Banas, 2000.

PIRES, S. R. I. **Gestão da cadeia de suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos**. São Paulo: Atlas, 2009.

RAMOS, A. S. M.; MELO, R. L. de; Impactos da implantação do WMS: um estudo a partir da percepção dos funcionários de uma indústria têxtil de grande porte. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2003, Ouro Preto. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2003.

REIS, A. C.; DALCOL, P. R. T. Produção de ônibus e caminhões no Brasil: Análise comparativa da evolução do market share e do posicionamento do consórcio modular. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 11., 2009, Bauru. **Anais...** Bauru: UNESP, 2009.

RESENDE, A. P.; COSTA, F. W. A.; RUTKOWSKI, J.; CARVALHO, L. J. L.; ALMEIDA, R. J. S. de; SILVA, W. da Consórcio modular: o novo paradigma do modelo de produção. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2002, Curitiba. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2002.

RIEZEBOS, J. Design of POLCA material control systems. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 5, p. 1455-1477, 2010.

RODRIGUES, D. M.; SELITTO, M. A. Práticas logísticas colaborativas: o caso de uma cadeia de suprimentos da indústria automobilística. **Revista de Administração**, v. 43, n. 1, p. 97-111, jan./mar. 2008.

SABINO, M. A.; CASTRO, E. R. M. de; ANJOS, L. B. dos; FERREIRA, K. A.; Outsourcing na cadeia de suprimentos: estudo de caso em uma empresa do setor moveleiro. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30., 2010, São Carlos. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2010.

SADJADI, S. J.; JAFARI, M.; AMINI, T. A new mathematical modeling and a genetic algorithm search for milk run problem (an auto industry supply chain case study). **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 44, n. 1-2, p. 194-200, 2009.

SAHIN, F.; ROBINSON, E. P. Flow coordination and information sharing in supply chains: review, implications, and directions for future research. **Decision Sciences**, v. 33, n. 4, p. 505-536, 2002.

SALERNO, M. S.; ZILBOVICIUS, M.; ARBIX, G.; DIAS, A. V. C. Mudanças e persistências no padrão de relações entre montadoras e autopeças no Brasil, **Revista de Administração**, São Paulo, v. 33, n. 3, p.16-28, jul./set. 1998.

SALERNO, M.S. The characteristics and the role of modularity in the automotive business. **International Journal of Automotive Technology and Management**, v. 1, n. 1, p. 92-107, 2001.

SANTA EULALIA, L. A.; BREMER, C. F.; PIRES, R. S. I. Outsourcing Estratégico como uma prática essencial para uma efetiva Supply Chain Management. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 20., 2000, São Paulo. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2000.

SANTOS, A. C. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de produtos em um ambiente de SCM**. 2008. 408f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de São Catarina, Florianópolis, 2008.

SHARADAPRIYADARSHINI, R. C. Scheduling in kanban-controlled flow shop with dual blocking mechanisms and missing operations for part types. **International Journal of Production Research**, v.35, n. 11, p. 3133–3156, 1997.

SCC – SUPPLY CHAIN COUNCIL **Supply chain operations reference (SCOR) model – overview – version 10.0**. Disponível em: <http://supply-chain.org/f/SCOR-Overview-Web.pdf>, Acessado em: 20/08/2012.

SEIFERT, D. **Collaborative planning, forecasting, and replenishment: how to create a supply chain advantage**. Nova Iorque: Amacom, 2003.

SEVERINO, M. R.; GODINHO FILHO, M. Processo de gestão do fluxo de manufatura - identificação de suas atividades, inputs e outputs. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30., 2010, São Carlos. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2010.

SILVA, D. O; VACCARO, G. L. R.; LIMA, R. C. S; AZEVEDO, D. C.; Estruturação de sistema kanban de produção a partir de um estudo de simulação computacional. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 29., 2009, Salvador. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2009.

SILVA, P. S. F. da; COLENCI JÚNIOR, A. C. Elementos de logística integrada. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 17., 1997, Gramado. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 1997.

SIMON, A. T.; PIRES, S. R. I. Metodologia para análise da gestão da cadeia de suprimentos: estrutura, processos de negócios e componentes de gestão. **Revista de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 22, p. 57-66, 2003.

SIPPER, D.; BULFIN JÚNIOR, R. L. **Production: planning, control and integration**, New York: McGraw Hill, 1997.

SIVASUBRAMANIAN, R.; SELLADURAI, V.; RAJAMRAMASAMY, N. The effect of the drum-buffer-rope (DBR) approach on the performance of a synchronous manufacturing system (SMS). **Production Planning & Control**, v. 11, n. 8, p. 820-824, 2000.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2007.

SLOMP, J.; BOKHORST, J. A. C.; GERMS, R. A lean production control system for high variety/low volume environments: a case study implementation. **Production Planning and Control**, v. 20, n. 7, p. 586-595, 2009.

SO, K. C. The impact of buffering strategies on the performance of production line systems. **International Journal of Production Research**, v. 28 p. 2293-2307, 1990.

SOARES, R. A.; LIMA, R. S. Gerenciamento da cadeia de suprimentos na indústria automobilística: análise e proposição de melhorias entre uma autopeças e seus fornecedores. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27., 2007, Foz do Iguaçu. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2007.

SOUZA, F. B. de; RENTES, A. F.; AGOSTINHO, O. L. A interdependência entre sistemas de controle de produção e critérios de alocação de capacidades. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 9, n. 2, p. 215-234, ago. 2002.

SOUZA, F. B. Do OPT à Teoria das Restrições: avanços e mitos. **Revista Produção**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 184-197, mai./ago. 2005.

SOUZA, F. B.; TAKAO, E. L.; SILVA, M. A. C.; ANTONIOLLI, P. D.; VINCENTINI, J. P. Utilização do sistema de produção da teoria das restrições na gestão da cadeia de suprimentos: Uma revisão conceitual. **Maringá Management: Revista de Ciências Empresariais**, v. 1, n.1, p. 19-26, jan./dez. 2004.

SPEARMAN, M. L. Customer service in pull production systems. **Operations Research**, v. 40, p. 53-63, 1992.

SPEARMAN, M. L.; WOODRUFF, D. L.; HOPP, W. J. CONWIP – a pull alternative to Kanban. **International Journal of Production Research**, v.28, n. 5, p. 879-894, 1990.

STANK, T. P.; FRANKEL, R.; FRAYER, D. J.; GOLDSBY, T. J.; KELLER, S. B.; WHIPPLE, J. M. Supply chain integration: tales from the trenches. **Supply Chain Management Review**, v. 5, n. 3, p. 62-69, mai./jun. 2001.

STEELE, D. C.; MALHOTRA, M. K (1997). Factors affecting performance of period batch control systems in cellular manufacturing. *International Journal of Production Research* 35 (2): 421-446.

STEVENSON, M.; HENDRY, L. C. Aggregate load-oriented workload control: a review and a re-classification of a key approach. **International Journal of Production Economics**, v. 104, p. 676-693, 2006.

STEVENSON, M.; HUANG, Y.; HENDRY, L. C.; SOEPENBERG, E. The theory and practice of workload control: A research agenda and implementation strategy. **International Journal of Production Economics**, v. 131, p. 689-700, 2011.

STEWART, G. Supply chain performance benchmarking study reveals keys to supply chain excellence. **Logistics Information Management**, v. 8, n. 2, p. 38-44, 1995.

SURI, R. **Quick response manufacturing – a companywide approach to reducing lead time**. Portland: Productivity Press, 1998.

TEIXEIRA, A. R. **A Competitividade Internacional da Indústria Automobilística Brasileira**. 2004. 85 p. Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica de Negócios) – Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

THURER, M.; GODINHO FILHO, M. Redução do lead time e entregas no prazo em pequenas e médias empresas que fabricam sob encomenda: a abordagem Workload Control (WLC) para o Planejamento e Controle da Produção (PCP). **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 19, n. 1, p. 43-58, 2012.

THURER, M.; SILVA, C.; STEVENSON, M.; Workload control release mechanisms: from practice back to theory building. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 12, p. 3593-3617, 2010.

TOWILL, D. R.; DEL VECCHIO, A. The application of filter theory to the study of supply chain dynamics. **Production Planning & Control**. v. 5, n. 1, p. 82-96, 1994.

TROQUE, W. A.; PIRES, S. R. I. Influência das práticas da Gestão da Cadeia de Suprimentos na Gestão da Demanda. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2003, Ouro Preto. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2003.

VAN HOEK, R. I. The rediscovery of postponement a literature review and directions for research. **Journal of Operations Management**, v. 19, n. 2, p. 161-184, 2001.

VANDAELE, N.; CLAERHOUT, D.; VAN NIEUWENHUYSE, I.; CREMMERY, R. E-POLCA to control multi-product, multi-machine job shops. **UA Research Paper 2005-007**, Faculty of Applied Economics, University of Antwerp, 2005.

VANDAELE, N.; NIEUWENHUYSE, I. V.; CLAERHOUT, D.; CREMMERY, R. Load-Based POLCA: An Integrated Material Control System for Multiproduct, Multimachine Job Shops. **Manufacturing & Service Operations Management**, v. 10, n. 2, p. 181-197, 2008.

VIEIRA, J. G. V.; LUSTOSA, L. J. Gestão da cadeia de suprimento de um laticínio: um estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2001, Salvador. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2001.

VIVALDINI, M.; PIRES, S. R. I. **Operadores logísticos: integrando operações em cadeias de suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2010.

VIVALDINI, M.; SOUZA, F. B. de; PIRES, S. R. I. Implementação de um sistema Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment em uma grande rede de fast food por meio de um prestador de serviços logísticos. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 15, n. 3, p. 477-489, 2008.

VIVALDINI, M.; SOUZA, F. B. de; PIRES, S. R. I.; Processos componentes no CPFR (Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment) – estudo de dois casos práticos. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 12., 2009. São Paulo. **Anais...** São Paulo: FGV, 2009.

VOLLMANN, T. E.; BERRY, W. L.; WHYBARK, D. C.; JACOBS, F. R. **Sistemas de planejamento e controle da produção para gerenciamento da cadeia de suprimentos**. 5 ed, Porto Alegre: Bookman, 2006.

WALKER, W. T. Practical application drum-buffer-rope to synchronize a two-stage supply chain. **Production and inventory management journal**, v. 43, n. 3-4, p.13-23, 2002.

WALLER, M.; JOHNSON, M. E.; DAVIS, T. Vendor-managed inventory in the retail supply chain. **Journal of Business Logistics**, v. 20, n. 1, p. 183-203, 1999.

WANG, S.; SARKER, B. R. A single-stage supply chain system controlled by kanban under just-in-time philosophy. **Journal of the Operational Research Society**, n. 55, p. 485-494, 2004.

WANG, S.; SARKER, B. R. Optimal models for a multi-stage supply chain system controlled by kanban under just-in-time philosophy. **European Journal of Operational Research**, n. 172, p.179-200, 2006.

WANG, S.; SARKER, B. R.; An assembly-type supply chain system controlled by kanbans under a just-in-time delivery policy. **European Journal of Operational Research**, n. 162, p. 153-172, 2005

WANKE, P.; Uma revisão dos programas de respostas rápidas: ECR, CRP, VMI, CPFR, JIT II. In: **Instituto de Logística e Supply Chain**, 2004. Disponível em: <http://www.ilos.com.br/web/index.php?option=com_content&task=view&id=726&Itemid=74&lang=br>; Acessado em: 16/08/2012.

WHITE, R. E.; PRYBUTOK, V. The relationship between JIT practices and type of production system. **Omega, The International Journal of Management Science**, v. 29, n. 2, p. 113-124, 2001.

WIENDAHL, H. P.; GLÄSSNER, J.; PETERMANN, D. Application of load-oriented manufacturing control in industry. **Production Planning & Control**, v. 3, n. 2, p. 118-129, 1992.

WISNER, J. D.; TAN, K.-C.; LEONG, G. K. **Principles of supply chain management: a balanced approach**. Mason: South-Western Cengage Learning, 2009.

WU, H. H.; LIU, J. Y. A capacity available-to-promise model for drum-buffer-rope systems. **International Journal of Production Research**, v. 46, n. 8, p. 2255-2274, 2008.

YANG, B.; BURNS, N.D.; BACKHOUSE, C. J. Postponement : review and an integrated framework. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 24, n. 5, p. 268-487, 2004.

YANG, K. K. Managing a flow line with Single-Kanban, Dual-Kanban or CONWIP. **Production and Operations Management**, v. 9, n. 4, p. 349-366, 2000.

ZAPFEL, G.; MISSBAUER, H. Production Planning and Control Systems including load-oriented order release: problems and research perspectives. **International Journal of Production Economics**, v. 30-31, p. 107-122, 1993.

ZINN, W. O retardamento da montagem final de produtos como estratégia de marketing e distribuição. **Revista de Administração de Empresas**, v. 4, p. 53-59, 1990.

ZINN, W.; BOWERSOX, D. J. Planning physical distribution with the principle of postponement. **Journal of Business Logistics**, v. 19, n. 2, p. 117-136, 1988.

ANEXO A: Parâmetros de simulação da Proposta 1

Proposta 1.MOD (Normal Run - Rep. 1)	
Name	Value
Run Date/Time	11/12/2012 9:17:29
Model Title	Normal Run
Model Path/File	C:\Users\Maico\Documents\ProModel\Models\Proposta 1.MOD
Warmup Time (HR)	0
Simulation Time (HR)	8

Proposta 1

```
*****
*
*                               Formatted Listing of Model:
*                               C:\Users\Maico\Documents\ProModel\Models\Proposta 1.MOD
*
*****
```

Time Units: Minutes
Distance Units: Feet

```
*****
*                               Locations
*****
```

Name	Cap	Units	Stats	Rules	Cost
Estoque_de_Rodas	7350	1	Time Series	Oldest, FIFO,	
Estoque_de_Pneus	7350	1	Time Series	Oldest, FIFO,	
Maquina_de_Montar_Conjunto_Rod	1	1	Time Series	Oldest, FIFO,	
Estoque_Conjunto_Rodas_Chassi_	1470	1	Time Series	Oldest, ,	
Estoque_Conjunto_5_Rodas_Chass	378	1	Time Series	Oldest, ,	
PCP	42	1	Time Series	Oldest, ,	
Estoque_Conjunto2_Chassi_Monta	96	1	Time Series	Oldest, ,	
Estoque_Conjunto2_Monobloco_Mo	32	1	Time Series	Oldest, ,	
Linha_Chassi	2	1	Time Series	Oldest, FIFO,	
Linha_Monobloco	2	1	Time Series	Oldest, FIFO,	

```
*****
*                               Entities
*****
```

Name	Speed (fpm)	Stats	Cost
Pneu	150	Time Series	
Roda	150	Time Series	
Rodas_Montadas	150	Time Series	
Conjunto_5_Rodas	150	Time Series	
CONWIP	150	Time Series	
Conjunto2	150	Time Series	
Chassi	150	Time Series	
Monobloco	150	Time Series	

```
*****
*                               Path Networks
*****
```

Proposta 1

Name	Type	T/S	From	To	BI	Dist/Time	Speed Factor
Rede_Fornecedor	Passing	Speed & Distance	R1	R2	Bi	7.63	1
			R3	R2	Bi	18.88	1
			R4	R2	Bi	13.40	1
Rede_Caminhão	Passing	Speed & Distance	R1	R2	Bi	62.05	1
			R3	R2	Bi	10.43	1
			R4	R1	Bi	48.33	1
VMI	Passing	Speed & Distance	R1	R2	Bi	20.80	1
			R3	R4	Bi	21.60	1
			R1	R3	Bi	21.50	1

* Interfaces *

Net	Node	Location
Rede_Fornecedor	R1	Estoque_de_Rodas
	R2	Maquina_de_Montar_Conjunto_Rod
	R3	Estoque_Conjunto_Rodas_Chassi_
	R4	Estoque_de_Pneus
Rede_Caminhão	R1	PCP
	R2	Estoque_Conjunto2_Chassi_Monta
	R3	Estoque_Conjunto2_Monobloco_Mo
	R4	Estoque_Conjunto_5_Rodas_Chass
VMI	R1	Estoque_Conjunto2_Monobloco_Mo
	R2	Linha_Chassi
	R3	Estoque_Conjunto2_Chassi_Monta
	R4	Linha_Monobloco

* Mapping *

Net	From	To	Dest
Rede_Fornecedor	R2	R1	
	R2	R3	
	R2	R4	

Proposta 1

* Resources *

Name	Units	Stats	Res Search	Ent Search	Path	Motion	Cost
Fornecedor	5	By Unit	Closest	Oldest	Rede_Fornecedor Home: R2 (Return)	Empty: 150 fpm Full: 150 fpm	
Caminhão	1	By Unit	Closest	Oldest	Rede_Caminhão Home: R1 (Return)	Empty: 150 fpm Full: 150 fpm	
Operador	1	By Unit	Closest	Oldest	VMI Home: R2 (Return)	Empty: 150 fpm Full: 150 fpm	

* Processing *

Process

Routing

Entity	Rule	Location Move Logic	Operation	Blk	Output	Destination
Pneu		Estoque_de_Pneus		1	Pneu	
Maquina_de_Montar_Conjunto_Rod	JOIN 1		MOVE WITH Fornecedor then free			
Roda		Estoque_de_Rodas		1	Roda	
Maquina_de_Montar_Conjunto_Rod	FIRST 1		MOVE WITH Fornecedor THEN FREE			
Roda		Maquina_de_Montar_Conjunto_Ro	JOIN 1 Pneu WAIT 1 min			
Estoque_Conjunto_Rodas_Chassi_	FIRST 1		MOVE WITH Fornecedor THEN FREE	1	Rodas_Montadas	
Rodas_Montadas		Estoque_Conjunto_Rodas_Chassi	GROUP 5 AS Rodas_Montadas	1	Conjunto_5_Rodas	
Estoque_Conjunto_5_Rodas_Chass	FIRST 1		MOVE FOR 1 min			

Proposta 1

```

CONWIP      PCP
Estoque_Conjunto_5_Rodas_Chass FULL 42 MOVE WITH Caminhão then free 1 CONWIP

CONWIP      Estoque_Conjunto_5_Rodas_Chass JOIN 1 Conjunto_5_Rodas
Estoque_Conjunto2_Chassi_Monta FIRST 1 MOVE WITH Caminhão 1 Conjunto2
then free

Estoque_Conjunto2_Monobloco_Mo FIRST MOVE WITH Caminhão 1 Conjunto2
then free

Conjunto2  Estoque_Conjunto2_Chassi_Mont 1 Conjunto2 Linha_Chassi
JOIN 1 MOVE WITH Operador
then free

Conjunto2  Estoque_Conjunto2_Monobloco_M 1 Conjunto2 Linha_Monobloco
JOIN 1 MOVE WITH Operador

Chassi     Linha_Chassi JOIN 1 Conjunto2 1 Chassi EXIT
FIRST 1
Monobloco  Linha_Monobloco JOIN 1 Conjunto2 1 Monobloco EXIT
FIRST 1
Conjunto_5_Rodas Estoque_Conjunto_5_Rodas_Chass 1 Conjunto_5_Rodas
Estoque_Conjunto_5_Rodas_Chass JOIN 1

```

* Arrivals *

Entity	Location	Qty Each	First Time	Occurrences	Frequency	Logic
Pneu	Estoque_de_Pneus	5	0	210	2.29 min	
Roda	Estoque_de_Rodas	5	0	210	2.29 min	

				Proposta	1	
Conjunto_5_Rodas	Estoque_Conjunto_5_Rodas_Chass	294	0	0	1	
CONWIP	PCP	42	0	1		
Conjunto2	Estoque_Conjunto2_Chassi_Monta	96	0	0	1	
Conjunto2	Estoque_Conjunto2_Monobloco_Mo	32	0	0	1	
Chassi	Linha_Chassi	1	0	162		2.96 min
Monobloco	Linha_Monobloco	1	0	48		10 min

ANEXO B: Parâmetros de simulação da Proposta 2

Proposta 2.MDD (Normal Run - Rep. 1)	
Name	Value
Run Date/Time	11/12/2012 9:19:19
Model Title	POLCA
Model Path/File	C:\Users\Maico\Documents\ProModel\Models\Proposta 2.MDD
Warmup Time (HR)	0
Simulation Time (HR)	8

Proposta 2

```
*****
*
*                               Formatted Listing of Model:
*                               C:\Users\Maico\Documents\ProModel\Models\Proposta 2.MOD
*
*****
```

??????:

```
#
#ksapoksapoks apos kaos kapos
Time Units:           Minutes
Distance Units:      Meters
Initialization Logic: ANIMATE 45
```

```
*****
*                               Locations
*****
```

Name	Cap	Units	Stats	Rules	Cost
Seletividade	123	1	Time Series	Oldest, FIFO,	
Linha_de_Montagem	1	1	Time Series	Oldest, FIFO,	
Fornecedor_Paineis	INF	1	Time Series	Oldest, ,	
PCP	1	1	Time Series	Oldest, ,	
Espera_Montagem	32	1	Time Series	Oldest, ,	

```
*****
*                               Entities
*****
```

Name	Speed (mpm)	Stats	Cost
Painel	50	Time Series	
Carroceria	50	Time Series	
Scheduling	50	Time Series	
Liberaçao	50	Time Series	

```
*****
*                               Processing
*****
```

Process

Routing

Entity	Location	Operation	Proposta 2 Blk	Output	Destination	Rule	Move Logic
Carroceria	Seletividade		1	Carroceria	Linha_de_Montagem	FIRST 1	
Carroceria	Linha_de_Montagem	JOIN 1 Painel INC X, 1 WAIT 2.25 MIN					
Painel	Fornecedor_Paineis	WAIT UNTIL X = 16 OR X = 32 OR X = 48 OR X = 64 OR X = 80 OR X = 96 OR X = 112 OR X = 128 OR X = 144 OR X = 160	1	Carroceria	EXIT	FIRST 1	
			1	Painel	Espera_Montagem	FIRST 1	
Painel	Espera_Montagem		1	Painel	Linha_de_Montagem	JOIN 1	
Scheduling	PCP		1	Scheduling	Fornecedor_Paineis	FIRST 1	MOVE FOR 10 MIN
Scheduling	Fornecedor_Paineis		1	Scheduling	EXIT	FIRST 1	
Painel	Linha_de_Montagem						
Liberação	Espera_Montagem	WAIT UNTIL X = 16 OR X = 32 OR X = 48 OR X = 64 OR X = 80 OR X = 96 OR X = 112 OR X = 128 OR X = 144 OR X = 160	1	Liberação	Fornecedor_Paineis	FIRST 1	MOVE FOR 10 MIN
Liberação	Fornecedor_Paineis		1	Liberação	EXIT	FIRST 1	

* Arrivals *

Entity	Location	Qty	Each	First Time	Occurrences	Frequency	Logic
Painel	Fornecedor_Paineis	1		0	5	1.65 HR	GRAPHIC 1 a_Painel = d_Porcentagem(1)
Painel	Fornecedor_Paineis	1		0	50	0.16 HR	GRAPHIC 2a_Painel = d_Porcentagem(2)
Painel	Fornecedor_Paineis	1		0	21	0.38 HR	GRAPHIC 3a_Painel = d_Porcentagem(3)
Painel	Fornecedor_Paineis	1		0	19	0.41 HR	GRAPHIC 4a_Painel = d_Porcentagem(4)
Painel	Fornecedor_Paineis	1		0	2	4.94 HR	GRAPHIC 5a_Painel = d_Porcentagem(5)
Painel	Fornecedor_Paineis	1		0	16	0.49 HR	GRAPHIC 6a_Painel = d_Porcentagem(6)
Painel	Fornecedor_Paineis	1		0	5	1.65 HR	GRAPHIC 7a_Painel = d_Porcentagem(7)
Painel	Fornecedor_Paineis	1		0	18	0.45 HR	GRAPHIC 8a_Painel = d_Porcentagem(8)
Painel	Fornecedor_Paineis	1		0	10	0.82 HR	GRAPHIC 9a_Painel = d_Porcentagem(9)
Painel	Fornecedor_Paineis	1		0	16	0.49 HR	GRAPHIC 10a_Painel =
d_Porcentagem(10)							
Carroceria	Seletividade	1		0	2	3.01 HR	GRAPHIC 1 a_Carroceria = d_Porcentagem(1)
Carroceria	Seletividade	1		0	27	0.3 HR	GRAPHIC 2a_Carroceria =
d_Porcentagem(2)							
Carroceria	Seletividade	1		0	11	0.75 HR	GRAPHIC 3a_Carroceria =

Proposta 2

d_Porcentagem(3) Carroceria Seletividade	1	0	11	0.75 HR	GRAPHIC 4a_Carroceria =
d_Porcentagem(4) Carroceria Seletividade	1	0	2	3.01 HR	GRAPHIC 5a_Carroceria =
d_Porcentagem(5) Carroceria Seletividade	1	0	8	1 HR	GRAPHIC 6a_Carroceria =
d_Porcentagem(6) Carroceria Seletividade	1	0	3	3 HR	GRAPHIC 7a_Carroceria =
d_Porcentagem(7) Carroceria Seletividade	1	0	8	1 HR	GRAPHIC 8a_Carroceria =
d_Porcentagem(8) Carroceria Seletividade	1	0	5	1.51 HR	GRAPHIC 9a_Carroceria =
d_Porcentagem(9) Carroceria Seletividade	1	0	8	1 HR	GRAPHIC 10a_Carroceria =
d_Porcentagem(10) Carroceria Seletividade	77	0	1	1 HR	a_Carroceria = d_Porcentagem() IF a_Carroceria = d_Porcentagem(1)
THEN					{ GRAPHIC 1 }
THEN					IF a_Carroceria = d_Porcentagem(2) { GRAPHIC 2 }
THEN					IF a_Carroceria = d_Porcentagem(3) { GRAPHIC 3 }
THEN					IF a_Carroceria = d_Porcentagem(4) { GRAPHIC 4 }
THEN					IF a_Carroceria = d_Porcentagem(5) { GRAPHIC 5 }
THEN					IF a_Carroceria = d_Porcentagem(6) { GRAPHIC 6 }
THEN					IF a_Carroceria = d_Porcentagem(7)

Proposta 2

```

THEN
    {
    GRAPHIC 7
    }
THEN
    IF a_Carroceria = d_Porcentagem(8)
    {
    GRAPHIC 8
    }
THEN
    IF a_Carroceria = d_Porcentagem(9)
    {
    GRAPHIC 9
    }
THEN
    IF a_Carroceria = d_Porcentagem(10)
    {
    GRAPHIC 10
    }

```

Scheduling	PCP	1	0	8	1 HR	
Painel	Espera_Montagem	32	0	1		a_Painel = d_Porcentagem()
Liberação	Espera_Montagem	1	45 MIN	10	45 MIN	

```

*****
*                               Attributes                               *
*****

```

ID	Type	Classification
-----	-----	-----
a_Porcentagem	Integer	Entity
a_Painel	Integer	Entity
a_Carroceria	Integer	Entity

```

*****
*                               variables (global)                       *
*****

```

ID	Type	Initial value	Stats
-----	-----	-----	-----
X	Integer	0	None

Proposta 2

* User Distributions *

ID	Type	Cumulative	Percentage	Value
d_Porcentagem	Discrete	No	3	1
			31	2
			13	3
			12	4
			1	5
			10	6
			3	7
			11	8
			6	9
			10	10