

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

UM MÉTODO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA ENXUTO DE
ABASTECIMENTO SHIP TO LINE: UM ESTUDO DE CASO

Dissertação submetida à

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

para obtenção do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA MECÂNICA

JONATHAS BEBER

Florianópolis, Junho de 2009.

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

UM MÉTODO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA ENXUTO DE
ABASTECIMENTO SHIP TO LINE: UM ESTUDO DE CASO

JONATHAS BEBER

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de

MESTRE EM ENGENHARIA
ESPECIALIDADE ENGENHARIA MECÂNICA

sendo aprovada em sua forma final.

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

Prof. Eduardo Alberto Fancello, D.Sc. – Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA

Prof. João Carlos Espíndola Ferreira, Ph.D. – Presidente

Prof. Fernando Antônio Forcellini, Dr.Eng. (EPS)

Adrian Guillermo Ricardo Lucero, Dr.Eng. (Taktica)

Ao meu pai Venceslau e
à minha mãe Lourdes,
com muito amor.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos ao professor Abelardo Alves de Queiroz por sua paciência, confiança, dedicação e amizade que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus pais Venceslau e Lourdes que através de seus exemplos de vida inspiraram-me a ser um indivíduo de caráter e persistente em minhas ações. Sem vocês nada disso seria possível.

Agradeço igualmente ao meu irmão Klystenes e minhas irmãs Saskya e Karline que tinham sempre uma palavra de incentivo. Da mesma forma agradeço à minha companheira Janara pelo indubitável apoio e paciência nos momentos de ausência.

Aos amigos que fiz na UFSC e no GETEQ: Darlei, Luciano, Carlão, Fausto, Kleber, Gustavo, Rodrigo, Gece, Ricardo, Claudio, Pinguim, Vanessa, Juliana, Lisiane e Aline.

Agradeço em especial a empresa por demandar o motivo desta pesquisa. Dessa forma agradeço ao time do BPS por patrocinar o projeto: Dabague, Ademir e Brenda. Em especial aos amigos do CRIN pelo apoio e desafios que me fizeram crescer profissionalmente: Angelo, Dominik, Valmir, Dirceu, Gean, Mocelin, Edenilso, Daniel, Eder, Nicolas, Thiago, Diogo, Vilseki, Pisseti, Vitor, Camargo, Sara, Jaqueline, Sabine, Marco, Volmar, Linhares, Luiz Fernandes, Bacin, Osmar, Eduardo, Tiago, Luiz, David. Ao time CRIP igualmente: Juliana, Oguz, Daniel, Eduardo e Julio. Aos amigos da Engenharia de Logística: Zanini, Cavet, Fernando, Fernanda, Freire, Josiel, Ricardo, Cássio e Fabio.

Aos amigos de residência e de longa data: Túlio, Alessandro e Paulo.

A todos os professores do POSMEC que através das aulas ministradas contribuíram para o meu desenvolvimento profissional.

Não poderia esquecer de mencionar o professor Gérson Tontini que possibilitou o meu ingresso no POSMEC, encorajando-me a fazer o mestrado.

“É fazendo que se aprende a fazer aquilo
que se deve aprender a fazer”

Aristóteles

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE TABELAS	XII
LISTA DE ABREVIATURAS	XIII
LISTA DE TERMOS ESTRANGEIROS	XIV
RESUMO	XVI
ABSTRACT	XVII
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 CONTEXTO DA PESQUISA.....	1
1.2 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA	2
1.3 QUESTÃO DA PESQUISA.....	5
1.4 OBJETIVOS	5
1.4.1 Objetivo Geral.....	5
1.4.2 Objetivos Específicos	5
1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	6
1.6 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	7
1.6.1 Classificação da Pesquisa	7
1.6.2 O Processo da Pesquisa	8
1.7 ESTRUTURA DA PESQUISA.....	9
CAPÍTULO 2	11
2. REVISÃO DA LITERATURA	11
2.1 MANUFATURA ENXUTA: ORIGENS	11
2.1.1 Os Princípios Administrativos da Manufatura Enxuta.....	13
2.1.2 Os Princípios do Pensamento Enxuto.....	15

2.2	A CADEIA DE SUPRIMENTOS E A MANUFATURA ENXUTA	17
2.2.1	Conceitos e Definições da Cadeia de Suprimentos Enxuta	17
2.2.2	Amplificação da Demanda	22
2.2.3	Nivelamento da Produção	24
2.2.4	Estratégia na Cadeia de Suprimentos.....	25
2.3	LOGÍSTICA ENXUTA.....	29
2.3.1	Objetivos	29
2.3.2	Os Princípios Básicos	32
2.4	LOGÍSTICA DE ABASTECIMENTO E O JUST IN TIME	33
2.4.1	O Sistema <i>Kanban</i>	34
2.4.2	O Sistema <i>Milk Run</i>	38
2.4.3	Puxando e Entregando Materiais em Ambiente de Manufatura Enxuta.....	40
2.5	ABASTECENDO MATERIAIS NO SISTEMA SHIP TO LINE	43
2.5.1	JIT – Diretamente na Linha.....	44
2.5.2	JIS – Diretamente na Linha.....	45
2.5.3	Benefícios do Abastecimento <i>Ship to Line</i>	47
2.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO 2.....	49
	CAPÍTULO 3	51
	3. MÉTODO PROPOSTO.....	51
3.1	DIAGNÓSTICO DE VIABILIDADE DO SHIP TO LINE.....	53
3.2	DEFINIÇÃO DO PROJETO.....	54
3.2.1	Formar Equipe do Projeto	54
3.2.2	Selecionar Itens e Fornecedores Potenciais.....	55
3.2.3	Análise de Capacitação dos Fornecedores.....	58
3.2.4	Negociação com o Fornecedor	59
3.3	MAPEAMENTO ESTENDIDO	60

3.3.1	Mapeamento Estendido do Estado Atual.....	60
3.3.2	Mapeamento Estendido do Estado Futuro	61
3.3.3	Definição de Indicadores do Projeto.....	63
3.4	PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO.....	64
3.4.1	Adequação do Fornecedor e do Operador Logístico.....	64
3.4.2	Padronização das Embalagens e dos Dispositivos de Movimentação.....	66
3.4.3	Dimensionamento do <i>Kanban</i> de Fornecedor	69
3.4.4	Processo de Entrega dos Materiais.....	72
3.4.5	Fluxo de Informação e Embalagens.....	77
3.4.6	Procedimentos de Controle.....	81
	CAPÍTULO 4	83
4.	PESQUISA DE CAMPO.....	83
4.1	VISÃO GERAL DA EMPRESA	83
4.1.1	Apresentação da “Empresa A”	83
4.1.2	Descrição da Linha de Produção Estudada	84
4.2	APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO – DIAGNÓSTICO DE VIABILIDADE DO <i>SHIP TO LINE</i>	85
4.3	APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO – DENIÇÃO DO PROJETO.....	85
4.3.1	Formar Equipe do Projeto	85
4.3.2	Seleção dos Itens e Fornecedores Potenciais.....	85
4.3.3	Análise de Capacitação dos Fornecedores.....	87
4.3.4	Negociar com o Fornecedor.....	88
4.4	APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO – MAPEAMENTO ESTENDIDO	88
4.4.1	Mapa Estendido do Estado Atual	88
4.4.2	Mapa Estendido do Estado Futuro	90
4.4.3	Definição de Indicadores do Projeto.....	93

4.5	APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO – PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO.....	94
4.5.1	Adequação do Fornecedor e Operador Logístico	94
4.5.2	Padronização das Embalagens e Dispositivos de Movimentação	96
4.5.3	Dimensionamento dos Supermercados <i>Kanban</i>	98
4.5.4	Processo de Entrega dos Materiais	101
4.5.5	Fluxo de Informação e Embalagens	107
4.5.6	Procedimentos de Controle.....	108
4.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O PROJETO	111
4.6.1	Estratégia de Implementação e Problemas Encontrados.....	111
4.6.2	Resultado Final dos Indicadores do Projeto.....	114
4.6.3	Passos Futuros	119
	CAPÍTULO 5	121
5.	CONCLUSÕES	121
5.1	SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	124
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
	APÊNDICE	130

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Foco da Pesquisa. Fonte: Elaborado pelo Autor (2009).....	7
Figura 2.1 – “Casa” do Sistema Toyota de Produção. Fonte: Léxico Lean (2007).	12
Figura 2.2 – Pirâmide do Modelo Toyota. Fonte: Liker (2005).....	15
Figura 2.3 – Pressupostos da Gestão da Cadeia de Suprimentos. Fonte: Alves Filho <i>et al.</i> (2004).	21
Figura 2.4 – Qualificadores e Ganhadores de Mercado das Políticas Eficientes e Responsivas da Cadeia de Suprimentos. Fonte: Adaptado de Mason-Jones <i>et al.</i> (2000).	27
Figura 2.6 – <i>Trade-off</i> entre Custos Totais Logísticos e Nível de Serviço ao Cliente. Fonte: Adaptado de Faria & Costa (2007).....	30
Figura 2.7 – Logística Integrada. Fonte: Moura (2005).....	31
Figura 2.8 – Princípios da Logística Enxuta. Fonte: Elaborado pelo autor (2009).	33
Figura 2.9 – Principais Tipos de <i>Kanban</i> . Fonte: Adaptado de Monden (1998).	36
Figura 2.10 – Fun�es e Regras do Sistema <i>Kanban</i> . Fonte: Elaborado pelo autor (2009).	37
Figura 2.11 – Sistema Convencional de Coleta versus Milk Run. Fonte: Adaptado de Baudin (2004).....	39
Figura 2.12 – Entrega de Materiais Através de um Centro de Consolida�o. Fonte: Adaptado de Baudin (2004).	40
Figura 2.13 – Processo de Puxada de Materiais Através do <i>Kanban</i> . Fonte: Elaborado pelo autor (2009).....	41
Figura 2.14 – Sistemática de Abastecimento <i>Ship to Line</i> segundo os Conceitos JIT e JIS. Fonte: Elaborado pelo Autor (2009).	46
Figura 3.1 – Visão Esquemática do Método Proposto. Fonte: Elaborado pelo Autor (2009).	52
Figura 3.2 – Rela�o entre o Volume de Entrega e a Distância do Fornecedor. Fonte: Moura (2000).	63
Figura 3.3 – Dinâmica do Sistema <i>Kanban</i> . Fonte: Adaptado de Favaro (2003).	71
Figura 3.4 – Processo de Entrega dos Materiais por meio de Uma ou Duas Etapas de Movimenta�o. Fonte: Elaborado pelo Autor (2009).	73

Figura 3.5 – Exemplos de Entregas Diretas na Linha do Cliente. Fonte: Elaborado pelo Autor (2009).....	75
Figura 3.6 – Exemplos de Procedimento de Puxada de Materiais dos Fornecedores. Fonte: Elaborado pelo Autor (2009).	78
Figura 3.7 – Exemplos de Procedimento de Puxada de Materiais dos Fornecedores. Fonte: Elaborado pelo Autor (2009).	79
Figura 4.2 – Mapa Estendido do Estado Atual. Fonte: Dados da Empresa (2008).....	90
Figura 4.3 – Mapa Estendido do Estado Futuro. Fonte: Dados da Empresa (2008).	92
Figura 4.4 – Processo de Carga e Descarga dos <i>Rollers-kanban</i> . Fonte: Dados da Empresa (2008).	95
Figura 4.5 – Identificação dos <i>Rollers-kanban</i> . Fonte: Dados da Empresa (2008).....	98
Figura 4.6 – Supermercado dos Corpos de Injetor A e B. Fonte: Dados da Empresa (2008).	100
Figura 4.7 – Resumo do Processo de Entrega dos <i>Rollers-kanban</i> . Fonte: Dados da Empresa (2008).	103
Figura 4.8 – Sistemática de Abastecimento das Células de Usinagem (Corpo A). Fonte: Dados da Empresa (2008).	106
Figura 4.9 – Quadro de Controle para Recebimento e Envio de <i>Rollers-kanban</i> . Fonte: Dados da Empresa (2008).	110
Figura 4.10 – <i>Lead Time</i> dos Corpos “A” vs. Cenários do Projeto. Fonte: Dados da Empresa (2008).	115
Figura 4.11 – <i>Lead Time</i> dos Corpos “B” vs. Cenários do Projeto. Fonte: Dados da Empresa (2008).	116
Figura 4.12 – Nível de Estoque dos Corpos “A” vs. Cenários do Projeto. Fonte: Dados da Empresa (2008).....	116
Figura 4.13 – Nível de Estoque dos Corpos “B” vs. Cenários do Projeto. Fonte: Dados da Empresa (2008).....	116
Figura 4.14 – Área de Armazenagem vs. Cenários do Projeto. Fonte: Dados da Empresa (2008).	117
Figura 4.15 – Nível de Serviço (OTIF) vs Meses do Projeto. Fonte: Dados da Empresa (2008).	118

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Extrato da Tabela de Seleção dos Componentes da Linha A. Fonte: Dados da Empresa (2008).....	86
Tabela 4.2 – Extrato da Tabela de Seleção dos Componentes da Linha B. Fonte: Dados da Empresa (2008).....	86
Tabela 4.3 – Resumo dos Dados Levantados dos Mapas Estendidos do Estado Atual e Futuro. Fonte: Dados da Empresa (2008).....	93
Tabela 4.4 – Horário das Janelas de Entrega dos Fornecedores. Fonte: Dados da Empresa (2008).	96
Tabela 4.5 – Total de Embalagens e Corpos por <i>roller-kanban</i> . Fonte: Dados da Empresa (2008).	97
Tabela 4.7 – Dimensionamento dos Supermercados de <i>Rollers-kanban</i> . Fonte: Dados da Empresa (2008).....	100
Tabela 4.8 – Resultado dos Indicadores do Projeto. Fonte: Dados da Empresa (2008).	115

LISTA DE ABREVIATURAS

BOM – *Bill of Material* (Lista de Materiais, Estrutura dos Produtos).

CIF – *Cost, Insurance and Freight* (Custo, Seguro e Frete).

DRP – *Distribution Requirements Planning* (Planejamento das Necessidades de Distribuição).

EDI – *Electronic Data Interchange* (Troca Eletrônica de Dados).

FIFO – *First In, First Out* (Primeiro que Entra, Primeiro que Sai).

FMEA – *Failure Mode and Effect Analysis* (Análise de Modo e Efeito da Falha).

FOB – *Free on Board* (Livre a Bordo).

JIS – *Just in Sequence* (Exato na Sequência).

JIT – *Just in Time* (Exato no Tempo).

MRP – *Materials Requirements Planning* (Planejamento das Necessidades de Materiais).

OTIF – *On Time In Full* (Indicador de desempenho de entrega que mede se o produto certo é entregue no momento certo e na quantidade certa).

PPCP – Plano, Programação e Controle da Produção.

PPM – *Parts per Million* (Peças por Milhão).

SMED – *Single Minute Exchange of Die* (Troca de Ferramenta em Um Minuto).

SCM – *Supply Chain Management* (Gestão da Cadeia de Suprimentos).

STP – Sistema Toyota de Produção.

VMI – *Vendor Managed Inventory* (Gerenciamento de Inventário pelo Fornecedor).

VSM – *Value Stream Mapping* (Mapeamento do Fluxo de Valor).

WIP – *Work in Progress* (Material em Processo).

5S – Uma disciplina organizacional fundamentada em cinco pilares: *Seiri* (utilização), *Seiton* (organização), *Seiso* (limpeza), *Seiketsu* (asseio), *Shitsuke* (disciplina).

LISTA DE TERMOS ESTRANGEIROS

Andon – Ferramenta de Gerenciamento Visual.

Assembly to Order – Montar contra Pedido.

Backflush - Débito dos registros de estoque de peças e matérias primas, após a conclusão da fabricação ou montagem de um determinado modelo de produto final.

Benchmarking – Processo de mensuração e comparação de desempenho entre organizações.

Black Box Part Supplier – Responsabilidade de desenvolvimento do produto pelo fornecedor.

Buffer – Estoque de segurança.

Bullwhip Effect – Amplificação da Demanda ou Efeito Forrester.

Cross-Docking – Instalação que seleciona e combina uma variedade de itens advindos de diversos fornecedores para que sejam enviados rapidamente aos clientes.

Customer Order Decouple Point – Ponto de Desacoplamento do Pedido do Cliente.

Genchi-Genbutsu – Verificar a situação por si mesmo para compreendê-la completamente.

Hansei – Reflexão Incansável.

Heijunka – Nivelamento da Produção em volume e mix de produtos.

Inbound Logistics – Logística de Abastecimento.

Jidoka – Automação (automação com inteligência humana).

Kaizen – Melhoria Contínua.

Kanban – Cartão ou Sinal visível.

Lead Time – Tempo de Atravessamento.

Lean Enterprise – Empreendimento Enxuto.

Lean Manufacturing – Manufatura Enxuta.

Milestones – Os marcos ou pontos chaves de um projeto.

Milk Run – Coleta Programada de Peças.

Muda e Mura – Desperdício e Desnivelamento.

Nemawashi – Tomar decisões lentamente por consenso, considerando todas as opções; implementá-las com rapidez.

One-Piece-Flow – Fluxo de uma peça só.

Outsourcing – Terceirização das atividades não relativas às principais competências da empresa

Part Number – Número de identificação de um produto ou componente.

Poka-yoke – Métodos que ajudam os operadores a evitarem erros em seu trabalho.

Postponement – Postergação (retardamento das atividades de diferenciação do produto).

Setup – Tempo de preparação de um processo produtivo para mudança de produto.

Ship to Line – Sistema de abastecimento de materiais no qual o fornecedor entrega os materiais diretamente na linha do cliente, sem armazenagem intermediária.

Stockouts – Vendas Perdidas.

Synchronous Supply – Abastecimento Sincronizado.

Takt Time – Tempo Takt (tempo disponível para a produção dividido pela demanda do cliente).

Trade-Off – Comparação das vantagens e desvantagens entre duas situações.

RESUMO

Nas últimas décadas as relações entre as empresas participantes de uma cadeia de suprimentos sofreram consideráveis mudanças, forçando a criarem um relacionamento de proximidade e respeito com vistas a ampliarem seus ganhos além das fronteiras organizacionais. Nesse contexto, destaca-se a logística como instrumento fundamental na conexão entre os parceiros de uma cadeia produtiva, transportando e movimentando materiais ao mesmo tempo em que disponibiliza as informações necessárias para o cumprimento esperado dos sistemas produtivos. No mesmo sentido, percebe-se que à luz da Manufatura Enxuta as atividades logísticas buscam desempenhar suas atividades com custos reduzidos e elevado nível de serviço ao cliente, significando que apenas quantidades mínimas de produtos devem ser transportadas e entregues no momento e lugar solicitado. Partindo dessas considerações, a presente dissertação apresenta um método para implementação de um sistema de abastecimento *Ship to Line*, cujo objetivo é integrar cliente e fornecedor através do abastecimento frequente de materiais em pequenos lotes diretamente na linha produtiva do cliente. O método proposto ilustra em detalhes todas as ações necessárias para implementação de tal sistema logístico, estruturando-as segundo quatro fases principais: 1) Diagnóstico de Viabilidade do *Ship to Line*; 2) Definição do Projeto; 3) Mapeamento Estendido; e 4) Plano de Implementação. Por meio de uma pesquisa-ação realizada em uma empresa de grande porte do segmento de autopeças, pôde-se aplicar o método proposto bem como agregar maior conhecimento sobre o tema da pesquisa. A aplicação do método justificou-se pelo fato de ter servido como instrumento norteador de criação do sistema *Ship to Line* na empresa estudada, o que resultou na redução do tempo de atravessamento (*lead time*), diminuição dos estoques e ganhos de área de armazenagem. Destacam-se, ainda, os ganhos de transparência e simplicidade no processo como um todo, haja vista a eliminação das atividades de conferência de recebimento, transações no sistema de informação e manuseios desnecessários. Portanto, a presente pesquisa vem contribuir tanto para a comunidade acadêmica como para o meio empresarial através de uma fonte teórica e prática dos conceitos e métodos da Manufatura Enxuta.

Palavras-chave: Manufatura Enxuta, *Ship to Line*, Logística, Abastecimento na Linha.

ABSTRACT

The relationships among the companies in a supply chain suffered notable changes in the last decades, urging them to establish a respective and closely relationship in order to amplify the profits beyond the companies' boundaries. In this context, logistics has a key role as a connective instrument among the companies in a supply chain, which, with the transport of materials and the control of informations, guarantees the expected performance of the productions systems. At the same sense, Lean Manufacturing aim to perform the logistics activities with the lowest cost and the highest service level, which means that only the requirement quantities of materials and goods must be delivered at the right place and at the right time. Based on these considerations, this dissertation presents a method to implement a "Ship to Line" supply system that has the objective to integrate customers and suppliers through frequently supplying of materials with small lots directly to the customer production line. This method presents in details every step needed to implement the system, which are distributed in four phases: 1) Diagnostic of Ship to Line Viability; 2) Project's Definitions; 3) Extended Value Stream Mapping; and 4) Implementation Planning. Through an action-research, which took place in a big company of the automotive sector, it was possible to apply and enrich the proposed method and, besides, to understand better the research subject. The method was validated because it served as a guide to implement the "Ship to Line" system at the company and, as a result, compressed the lead time of the entire process, reduced the level of stocks and eliminated material storage area. Others benefits like transparence and simplicity all over the logistics process were noted, so that the incoming procedures, the transactions at the technology information system and the materials handling were eliminated. Thus, the present dissertation contributes either to the academic community and either to industrial community as a theoretical and practical source of the concepts and the techniques of Lean Manufacturing.

Key-words: Lean Manufacturing, Ship to Line, Logistics, Supply in the line.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO DA PESQUISA

Nas últimas décadas presenciamos uma conjuntura econômica de acirrada concorrência, na qual somente empresas eficientemente gerenciadas e que assumam uma abordagem de aprendizado e mudança contínua, são capazes de alcançar o sucesso.

Nesse contexto, a filosofia e as práticas da Manufatura Enxuta destacam-se por possibilitar excelentes resultados às empresas, mesmo em períodos de baixo crescimento econômico, alta competitividade e frequentes mudanças. No entanto, para que esses resultados sejam ainda mais expressivos, faz-se necessário disseminar e estender tais conceitos enxutos por toda a cadeia de fornecedores e distribuidores, visando com isso, os ganhos sistêmicos da cadeia (WOMACK & JONES, 2004; OHNO, 1998).

Desse modo, por meio da adoção dos princípios da Manufatura Enxuta ao longo de cada organização participante da cadeia, criar-se-ia um relacionamento de proximidade entre estas a fim de atender aos requisitos dos clientes com o máximo de eficiência, ou seja, com tempos de atravessamento (*lead time*) e estoques reduzidos. Segundo Phelps *et al.* (2003), isso pode significar o aumento de estoques em um ponto da cadeia e a diminuição em outro, visto que o foco está na melhoria da performance de todo o fluxo de valor.

Portanto, um dos fatores decisivos para o cumprimento eficaz de tal abordagem é a logística. De acordo com Moura (2005), a logística compreende todas as ações relativas à movimentação e armazenagem de materiais no que tange o suprimento dos

fornecedores, movimentação interna da fábrica e distribuição aos clientes. O autor estima que a movimentação de materiais representa entre 15% e 20% do custo total de um produto fabricado, e certamente, é uma das primeiras áreas em que se pode procurar por reduções de custo.

Apesar de tratar-se de uma atividade que não está diretamente relacionada com a transformação física do produto, a logística tem por objetivo criar valor ao cliente nas esferas de tempo, lugar e apresentação (BAUDIN, 2004). Assim, busca-se prover aos consumidores os produtos ou serviços no momento desejado, no lugar requerido e nas condições esperadas.

Bowersox *et al.* (2002), nesse sentido, sugerem que abordar a logística sob a ótica da Manufatura Enxuta resume-se em atingir tais objetivos com o máximo de eficiência, movimentando e armazenando materiais de modo a disponibilizá-los no lugar certo, no momento certo, nas condições certas e pelo custo certo, ao longo de toda cadeia produtiva.

Para isso, busca-se reduzir a volatilidade da demanda por meio do gerenciamento holístico de todo o fluxo de informação, bem como pela movimentação e armazenagem dos produtos de maneira compassada e consistente, segundo o pedido do cliente. Em termos simples, a logística enxuta busca essencialmente menores tempos de resposta por meio de estoques reduzidos, o que significa maior rapidez e flexibilidade com custos minimizados.

1.2 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

A estrutura e a sistemática de abastecimento dos materiais aos processos produtivos desempenham papel fundamental na efetividade de um sistema de manufatura, buscando disponibilizar os recursos necessários às operações produtivas na quantidade, no local e no tempo requerido.

De forma geral, o processo de abastecimento dos materiais inicia-se com a entrega destes nas docas de recebimento do cliente, onde são, por conseguinte, separados,

inspecionados e armazenados em um local de estocagem. Por fim, quando solicitados pelos processos produtivos, são movimentados e entregues nos lugares especificados. Isso normalmente acontece pelo fato de os processos anteriores (fornecedor) e posteriores (cliente) não manterem uma conexão direta e frequente entre si, o que difere de uma produção sincronizada com as reais necessidades do processo cliente. Assim, sem perceber a causa raiz do problema, maximiza-se a capacidade de transporte a fim de reduzir os custos de frete, supondo que, desse modo, obter-se-ia grandes benefícios ao sistema produtivo.

Considerando a cadeia de suprimentos como um todo, tal abordagem estaria na realidade causando perdas significativas com a necessidade da construção de um armazém e, naturalmente, de toda a mão-de-obra e infraestrutura para sua manutenção (TAKEUCHI, 2006). Complementando esse cenário, o excesso de produção necessário para suprir as desconexões entre fornecedores e clientes, bem como o capital estagnado na forma de estoques extras, corroboram a ineficiência desse sistema de suprimentos.

Com base na filosofia da Manufatura Enxuta, uma solução plausível para esse tipo problema caracteriza-se em estabelecer uma logística de abastecimento *Ship to Line*, ou seja, uma logística segundo a qual os fornecedores entreguem os materiais diretamente na linha produtiva do cliente, criando um canal de comunicação ágil entre os processos produtivos e instituindo uma relação de proximidade entre estes. Dessa maneira, permitir-se-ia eliminar o armazém de materiais recebidos e alimentar diretamente o processo cliente com um mínimo de estoque.

Spear & Bowen (1999) relatam que uma das regras essenciais do Sistema Toyota de Produção no tocante as conexões cliente-fornecedor (internas ou externas), é a determinação de um caminho inequívoco entre o envio de solicitações e o recebimento de respostas. As conexões devem ser padronizadas e diretas, especificando claramente as pessoas envolvidas, a forma e a quantidade de produtos a serem fornecidos, o modo como as solicitações são feitas por cada cliente, e o tempo previsto de seu andamento.

Todavia, tornar realidade um sistema de abastecimento de materiais cujo fornecedor esteja em perfeita sincronia com seu cliente, abastecendo peças e componentes em quantidades mínimas e sem problemas de qualidade, com entregas frequentes e confiáveis, exige dos envolvidos a adoção das práticas enxutas e, sobretudo, da filosofia enxuta. Desse modo, cliente e fornecedor devem estabelecer uma relação de respeito e parceria com o intuito de usufruírem os ganhos sistêmicos e ampliados da cadeia de suprimentos, e não dos ganhos individuais e insustentáveis de sua única organização.

Não obstante, vale destacar que, em certas situações, o sistema *Ship to Line* não se traduz em benefícios aos envolvidos, o que torna o abastecimento por meio de um armazém de materiais recebidos a solução mais assertiva.

De fato, em ocasiões nas quais o fornecedor encontra-se distante do cliente, o abastecimento frequente direto na linha implicaria elevados custos de transporte, inviabilizando os ganhos oriundos da redução dos estoques. Outra situação seria quando componentes de baixo valor agregado – como porcas, arruelas e parafusos – fossem utilizados no sistema, já que o lucro na forma de estoques reduzidos seria mínimo (BAUDIN, 2004; MONDEN, 1998).

Tendo em vista, entretanto, os ganhos que um sistema de abastecimento de materiais direto na linha pode oferecer quando aplicado apropriadamente, a proposta desta pesquisa visa ao desenvolvimento de um método para implementação de um sistema de abastecimento *Ship to Line*, no qual os materiais provenientes dos fornecedores sejam entregues diretamente nas células e linhas de manufatura, em um fluxo contínuo segundo a puxada do cliente, a fim de eliminar estoques intermediários, inspeções de recebimento e movimentações desnecessárias.

Faz-se necessário mencionar que nesta pesquisa o termo “*Ship to Line*” ou “abastecimento na linha” será utilizado para designar a conexão direta entre cliente e fornecedor externo, excluindo qualquer abastecimento direto na linha entre processos internos de uma mesma organização.

1.3 QUESTÃO DA PESQUISA

Com base no contexto e na justificativa da pesquisa dos quais salientou-se a importância de se enxergar a logística de abastecimento de materiais à luz da Manufatura Enxuta, formula-se a seguinte questão norteadora do estudo:

“Quais são os pressupostos e os passos necessários para se implementar um sistema logístico de abastecimento de peças e componentes diretamente no processo produtivo cliente, sem armazenagem intermediária e inspeções de recebimento?”

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Desenvolver um método para implementação de um sistema de abastecimento *Ship to Line*, ou seja, que os materiais sejam entregues diretamente na linha do cliente, sem armazenagem intermediária e inspeções de recebimento.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar pesquisas bibliográficas sobre os aspectos teóricos e práticos da Manufatura Enxuta no que tange à Cadeia de Suprimentos e à Logística de Abastecimento;
- Identificar e analisar as características fundamentais que norteiam um sistema de entrega de materiais diretamente no processo produtivo do cliente (*Ship to Line*);
- Apresentar e validar o método proposto por meio da aplicação prática em uma empresa;
- A partir dos resultados obtidos, apontar as vantagens, peculiaridades e limitações do sistema.

1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O foco desta pesquisa abrange as atividades pertinentes à logística de abastecimento (*inbound logistics*) e à logística interna. Entende-se por logística de abastecimento todas as atividades realizadas para colocar materiais e componentes disponíveis à produção, englobando os processos de transporte externo do fornecedor, recebimento, inspeção, movimentação interna e estocagem. A logística interna, por sua vez, diz respeito a todas as atividades realizadas no suporte logístico à produção, envolvendo todo o fluxo de materiais e informações na manufatura dos produtos em processo (FARIA & COSTA, 2007).

Vale destacar que, o processo de transportar e abastecer materiais diretamente na linha do cliente – *Ship to Line* – pode ser considerado como a integração dessas duas logísticas (de abastecimento e interna), ou simplesmente, uma extensão da logística de abastecimento.

No tocante à logística interna, a presente pesquisa se limitará ao suporte logístico do primeiro processo produtivo da produção, visto que é nesse ponto em que se faz a conexão entre cliente e fornecedor. Portanto, o suporte logístico aos processos subsequentes da produção (materiais em processo – *WIP*) está fora do escopo desse estudo (Figura 1.1).

Outro ponto importante refere-se ao fato de que a aplicação e validação do método proposto se realizará em uma empresa do segmento de autopeças, de modo que a pesquisa vem contribuir como um exemplo prático da aplicação do sistema *Ship to Line* fora do ambiente de condomínio industrial, típico das relações entre as montadoras de automóveis e seus fornecedores de primeira camada.

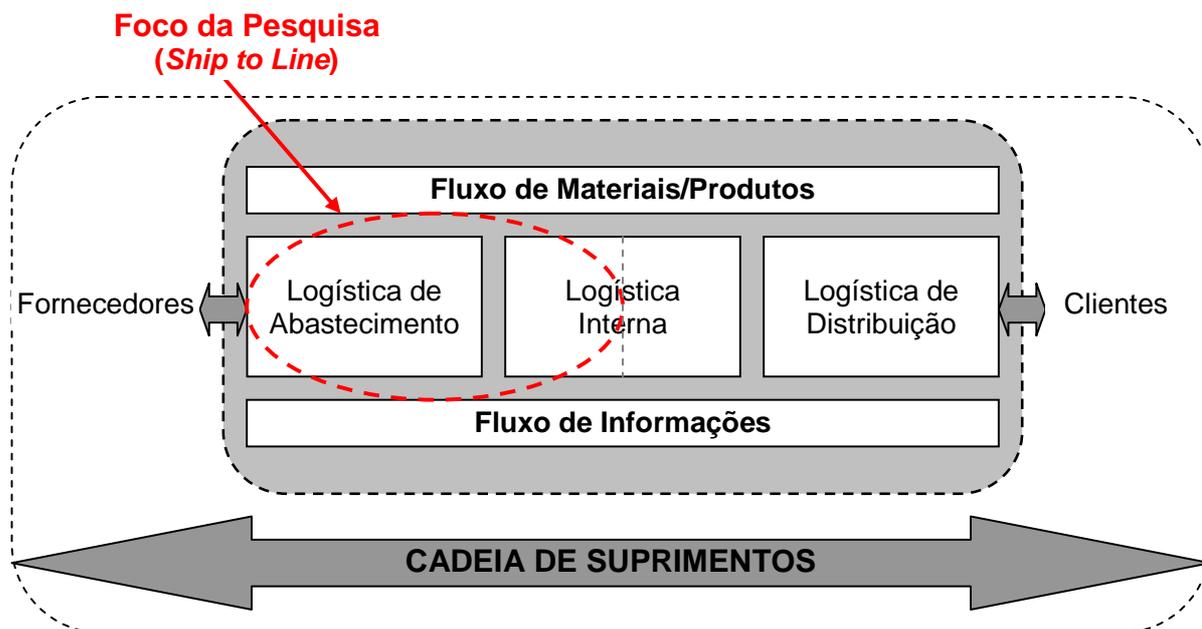


Figura 1.1 – Foco da Pesquisa. Fonte: Elaborado pelo Autor (2009).

1.6 METODOLOGIA DA PESQUISA

1.6.1 Classificação da Pesquisa

Com o intuito de garantir um melhor entendimento sobre o assunto do presente trabalho, realizou-se a classificação da pesquisa de acordo com os critérios da metodologia científica:

- Quanto à Natureza: do ponto de vista da sua natureza, esta pesquisa caracteriza-se por ser *aplicada*, pois tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos (SILVA & MENEZES, 2001);
- Quanto à Abordagem do Problema: sob a ótica da forma de abordagem do problema, a pesquisa é *qualitativa*, visto que requer a interpretação de fenômenos que não podem ser traduzidos em números, além de não necessitar de métodos e técnicas estatísticas (SILVA & MENEZES, 2001);

- Quanto aos Objetivos: em relação aos objetivos, a presente pesquisa é do tipo *exploratória*, pois tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou construir hipóteses (GIL, 1991);
- Quanto aos Procedimentos Técnicos: por fim, a metodologia de *pesquisa-ação* mostra-se a mais adequada à pesquisa em questão, haja vista que será concebida e realizada em estreita associação com uma ação e a resolução de um problema coletivo da empresa, na qual o presente autor e a equipe de participantes da empresa estão envolvidos de modo cooperativo e participativo (GIL, 1991).

1.6.2 O Processo da Pesquisa

Em linhas gerais, o processo da pesquisa foi estruturado de maneira a possibilitar maior discernimento sobre o assunto desta e a análise do método proposto. Desse modo, o processo metodológico do presente estudo foi estruturado de acordo com as quatro fases principais da metodologia de pesquisa-ação sugeridas por Thiollent (1997): 1) Fase Exploratória; 2) Fase de Aprofundamento; 3) Fase de Ação; e 4) Fase de Avaliação. A seguir, é apresentado o desenvolvimento desta pesquisa segundo a metodologia supracitada:

- 1) **Fase Exploratória:** nessa etapa, a empresa e o autor da pesquisa identificaram um problema real da empresa e definiram uma equipe de projeto para o estudo e a solução deste. O problema identificado tratava-se da necessidade de maior integração logística entre a empresa e seus fornecedores mediante a implementação de um sistema logístico de entregas de materiais em pequenos lotes diretamente na linha produtiva. Com base no problema observado e numa avaliação preliminar, a equipe definiu que o escopo do projeto seria a implementação de tal sistema logístico em uma determinada área da empresa;
- 2) **Fase de Aprofundamento:** de maneira a obter maior entendimento sobre o assunto do projeto, iniciou-se uma revisão bibliográfica a partir de livros,

dissertações, teses, periódicos e artigos científicos. De modo interativo ao processo de aprofundamento teórico, realizou-se a coleta de dados participativa do problema estudado, bem como a análise e a discussão dos aspectos importantes levantados. Fundado nisso, elaborou-se o método de implementação proposto no capítulo 3;

- 3) **Fase de Ação:** nessa fase efetuou-se a implementação do sistema logístico proposto, que será descrito no capítulo 4. No decorrer desse processo de confronto com a situação prática real, buscou-se a solução do problema da empresa bem como a validação do método de implementação;
- 4) **Fase de Avaliação:** com base nos resultados colhidos da implementação do projeto e no conhecimento adquirido, é realizada a avaliação final do projeto. Assim, observa-se a eficácia e funcionamento do sistema logístico implementado, a abrangência do método proposto, problemas não esperados, pontos em aberto e sugestões para trabalhos futuros. Formaliza-se essa fase por meio da elaboração e apresentação desta dissertação.

1.7 ESTRUTURA DA PESQUISA

Estruturada em cinco capítulos, a presente dissertação pretende possibilitar um entendimento facilitado com os conteúdos apresentados de acordo com a seguinte divisão:

Capítulo 1 – Introdução: Apresenta-se o contexto da pesquisa, bem como a justificativa, os objetivos geral e específicos, a delimitação, a metodologia da pesquisa e a estrutura da pesquisa.

Capítulo 2 – Revisão da Literatura: Nesse capítulo faz-se uma revisão da literatura sobre os aspectos de destaque da manufatura enxuta, da relação entre a Cadeia de Suprimentos e Manufatura Enxuta, da logística de abastecimento e o *just in time*, bem como da relevância do abastecimento de materiais diretamente no processo produtivo cliente (*Ship to Line*).

Capítulo 3 – Método Proposto: Descreve-se o método proposto por essa pesquisa, relatando de maneira sequencial e detalhada cada etapa deste.

Capítulo 4 – Pesquisa de Campo: Apresenta-se em detalhes a aplicação do método proposto em uma situação real, validando-o e adquirindo maior discernimento sobre o tema da pesquisa.

Capítulo 5 – Conclusões: No capítulo final, são discutidas as conclusões finais da dissertação e cita-se algumas recomendações para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 MANUFATURA ENXUTA: ORIGENS

A Manufatura Enxuta, também conhecida como Sistema Toyota de Produção (STP), surgiu em meados da década de 1930 no Japão, mais especificamente na *Toyota Motor Company*. Após ter superado um período de crise em 1949, a Toyota iniciou uma completa reestruturação na sua maneira de produzir automóveis, o que culminaria mais tarde em uma nova filosofia de negócio – a Manufatura Enxuta (WOMACK *et al.*, 2004).

O termo Manufatura Enxuta (*lean manufacturing*) foi cunhado em 1992, decorrente da publicação do livro dos autores Womack, Jones e Roos, intitulado: “A Máquina que Mudou o Mundo”. Nesse livro os autores puderam concluir, através de uma extensa pesquisa de *benchmarking*, a superioridade competitiva das indústrias automobilísticas japonesas – em especial a Toyota – frente às indústrias Norte Americanas e Européias.

O principal objetivo desse sistema é a redução dos custos e o aumento da produtividade através de uma busca incessante pela eliminação de vários tipos de desperdícios. Entende-se por desperdício como qualquer atividade que não agrega valor ao produto em relação aos requisitos do cliente (WOMACK & JONES, 2004). Esses são normalmente subdivididos em os sete desperdícios: superprodução; espera (de materiais ou pessoas); transporte desnecessário (materiais); processamento em si; estoques; movimentação desnecessária (pessoas); e produzir produtos defeituosos (OHNO, 1997).

Ohno (1997) definiu dois pilares fundamentais à sustentação do Sistema Toyota de Produção: *Jidoka* e *Just in time*. O primeiro, chamado também de autonomia, significa a transferência da inteligência humana à máquina, de modo que as mesmas

percebam a ocorrência de algum problema. Esse conceito aplica-se não somente às máquinas, mas também às linhas de produção e aos operários, que são capazes de parar a produção automaticamente no caso de anormalidades. O segundo consiste em, por exemplo, entregar as peças corretas requeridas de uma operação produtiva no momento necessário e na quantidade necessária. Essa representação do Sistema Toyota de Produção é comumente simbolizada por uma casa (Figura 2.1).

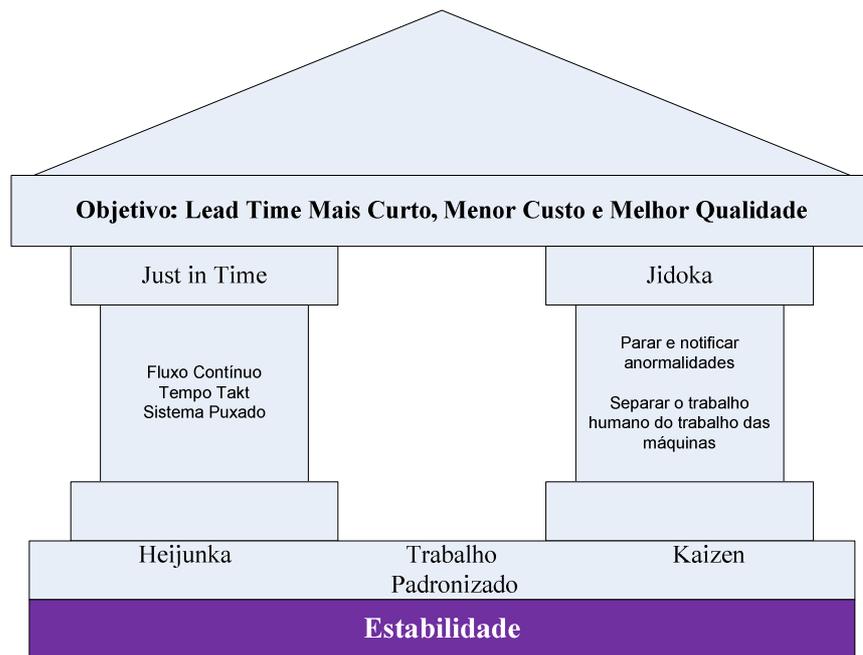


Figura 2.1 – “Casa” do Sistema Toyota de Produção. Fonte: Léxico Lean (2007).

A “Casa” começa com as metas de menor *lead time*, menor custo e melhor qualidade – o telhado. O pilar *Just in Time* através de práticas de fluxo contínuo, tempo *takt* e sistema puxado; em conjunto com o pilar *Jidoka*, que essencialmente significa nunca deixar que um defeito passe para a próxima estação e liberar as pessoas das máquinas, sustentam essas metas. O nivelamento da produção (*Heijunka*) que permite um mínimo de estoque, o trabalho padronizado que busca somente o acréscimo de valor, e o envolvimento das pessoas na melhoria contínua (*Kaizen*), possibilitam um desempenho efetivo do sistema. Por fim, como alicerce principal do Sistema Toyota de Produção está a estabilidade, tornando o sistema previsível e sem interrupções.

Contudo, Liker (2005) enfatiza que o Sistema Toyota de Produção não é apenas um conjunto de ferramentas enxutas como *kanban*, células, 5S, etc. Trata-se de um sistema sofisticado de produção em que todas as partes contribuem para o todo, concentrando-se em apoiar e estimular as pessoas para que continuamente melhorem os processos com que trabalham, e que seus princípios aplicam-se a todos os setores da empresa, como também, a qualquer tipo de negócio.

2.1.1 Os Princípios Administrativos da Manufatura Enxuta: O Modelo Toyota

Dentre os diversos modelos disponíveis na literatura, destaca-se o modelo proposto por Liker (2005), no qual defini um conjunto de 14 princípios para a gestão de processos enxutos. Chamado de “O Modelo *Toyota*”, esse categoriza os 14 princípios em quatro categorias básicas, os quatro P’s: Filosofia (*Philosophy*), Processos (*Process*), Pessoas e Parceiros (*People and Partners*) e Solução de Problemas (*Problem Solving*). A seguir, apresentam-se cada um desses princípios e os respectivos P’s:

- Filosofia

Ter um senso filosófico de propósito é a base para todos os outros princípios. Busca-se gerar constantemente valor para os clientes, a sociedade e a economia de maneira responsável e com autoconfiança. Assim, o primeiro princípio é definido da seguinte maneira:

1º – *Basear as decisões gerenciais em uma filosofia de longo prazo, mesmo em detrimento das metas financeiras de curto prazo.*

- Processos

Em termos simples, a *Toyota* considera que os processos certos produzirão os resultados certos. Nessa categoria encontra-se a maioria dos métodos e ferramentas do STP que visam à melhoria contínua dos processos de produção, desenvolvimento de produtos e operações de serviço. Reiterando o exposto no primeiro princípio, essas ferramentas são muito mais eficazes quando sustentadas por uma filosofia

administrativa de longo prazo em toda a empresa. O conjunto de sete princípios que compõem essa categoria são apresentados a seguir:

- 2º – *Criar um fluxo de processo contínuo para trazer os problemas à tona.*
- 3º – *Utilize sistemas puxados para evitar a superprodução.*
- 4º – *Nivelar a carga de trabalho (nivelamento da produção – heijunka).*
- 5º – *Construir uma cultura de parar e resolver problemas, obtendo a qualidade logo na primeira tentativa.*
- 6º – *Tarefas padronizadas são a base para a melhoria contínua e a capacitação dos funcionários.*
- 7º – *Utilizar controle visual para que nenhum problema fique oculto.*
- 8º – *Utilizar somente tecnologia confiável e completamente testada que atenda aos funcionários e processos.*

- **Pessoas e Parceiros**

Os funcionários e parceiros são o principal capital de uma organização, logo, os mesmos devem ser valorizados através do respeito, de desafios e do desenvolvimento. Os três princípios referentes a essa categoria são:

- 9º – *Desenvolver líderes que compreendam totalmente o trabalho, vivam a filosofia e a ensinem aos outros.*
- 10º – *Desenvolver pessoas e equipes que sigam a filosofia da empresa.*
- 11º – *Respeitar sua rede de parceiros e fornecedores, desafiando-os e ajudando-os a melhorar.*

- **Solução de Problemas**

O último P dos princípios *Toyota*, busca continuamente a solução dos problemas por meio da compreensão acurada das causas raízes. Esse é o pressuposto fundamental para se criar uma organização de aprendizagem. Os três últimos princípios são apresentados a seguir:

- 12º – *Verificar a situação por si mesmo para compreendê-la completamente (genchi-genbutso).*
- 13º – *Tomar decisões lentamente por consenso, considerando todas as opções; implementá-las com rapidez (nemawashi).*
- 14º – *Tornar-se uma organização de aprendizagem através de reflexão incansável (hansei) e da melhoria contínua (kaizen).*

Em suma, O Modelo Toyota é comumente representado por uma pirâmide que ilustra os 4 P's e, conseqüentemente, os 14 princípios de gestão (Figura 2.2). A base da pirâmide é fundamentada na filosofia de longo prazo que foca na agregação de valor aos clientes e sociedade. Suportado nisso, há os investimentos em processos enxutos que se concentram na redução do tempo de atravessamento (*lead time*) através da eliminação dos desperdícios. Por fim, a eliminação dos desperdícios é efetuada por pessoas que utilizam rigorosos métodos de resolução de problemas (LIKER & HOSEUS, 2008).

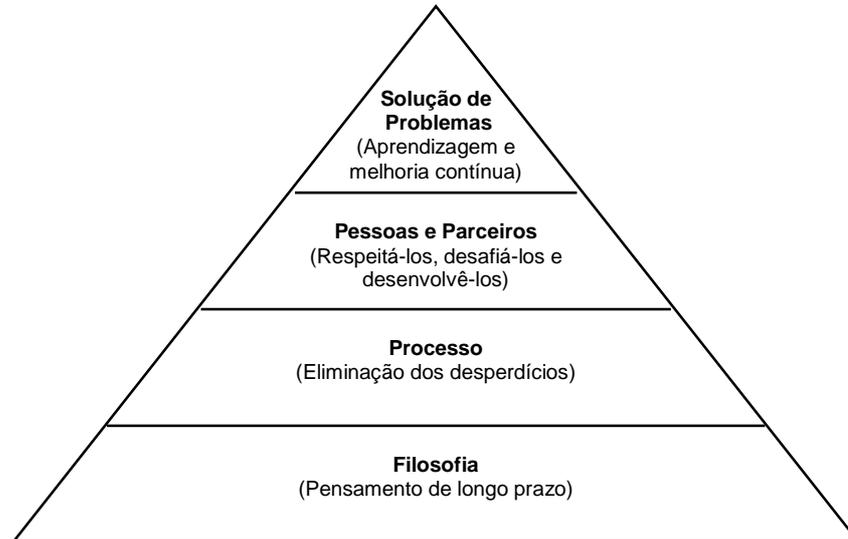


Figura 2.2 – Pirâmide do Modelo Toyota. Fonte: Liker (2005).

2.1.2 Os Princípios do Pensamento Enxuto

Os autores Womack & Jones (2004) estabelecem cinco princípios essenciais da filosofia da Manufatura Enxuta: valor, fluxo de valor, fluxo, puxar, e perfeição. A eliminação dos

desperdícios encontra-se em cada um desses princípios e, conseqüentemente, segui-los resulta em um poderoso antídoto no combate aos desperdícios. A seguir, apresentam-se cada um desses princípios:

1. Valor

Especificar o valor é o ponto de partida fundamental do Pensamento Enxuto. O valor deve ser definido através de diálogo com o cliente, expresso em termos de um produto específico, e que atenda às necessidades do mesmo a um preço específico em um momento específico. Isso exige que os produtores conversem de uma nova maneira com seus clientes e que as empresas ao longo da cadeia produtiva sigam um único valor, o desejado pelo cliente (WOMACK & JONES, 2004).

2. Fluxo de Valor

Fluxo de Valor é o conjunto de todas as ações necessárias para conduzir um produto ao longo dos três fluxos críticos de cada produto: (1) o fluxo de produção desde a matéria-prima até as mãos do cliente, (2) o fluxo do desenvolvimento do produto que vai da concepção até o lançamento do produto, e (3) o fluxo do pedido que se inicia no recebimento do pedido e termina com a entrega ao cliente. Com isso, considerar a perspectiva do fluxo de valor significa melhorar o todo, e não somente os processos individuais (ROTHER & SHOOK, 2003).

Na análise do fluxo de valor encontram-se frequentemente três tipos de ações, inicialmente apontadas por Ohno (1997): (1) ações que agregam valor ao produto, (2) ações que não agregam valor ao produto, mas em virtude das condições atuais não podem ser eliminadas, e (3) ações que também não agregam valor, mas que podem e devem ser eliminadas imediatamente (WOMACK & JONES, 2004).

3. Fluxo

O princípio do fluxo trata do alinhamento seqüencial – sem estoques ou interrupções – das etapas que criam valor ao produto na extensão de seus três fluxos de valor (produção, desenvolvimento de produto e pedido), ou seja, estabelecer onde for possível um fluxo contínuo (WOMACK & JONES, 2004). Dentro do mesmo contexto, o

autor Liker (2005) realça: “o fluxo está no centro da mensagem enxuta de que a redução do intervalo de tempo entre a matéria-prima até os produtos (ou serviços) acabados leva a uma melhor qualidade, a um menor custo e a um menor prazo de entrega”.

4. Puxar

Fazer com que somente o cliente puxe a produção de um bem ou serviço, é o propósito desse quarto princípio. Em termos simples, significa que um processo precedente só deve produzir um bem ou serviço quando for solicitado pelo seu processo cliente subsequente (WOMACK & JONES, 2004). Deixar o cliente puxar a produção faz com que o pior desperdício – a superprodução – seja evitado, visto que as oscilações da demanda e os estoques são diminuídos (LIKER, 2005).

5. Perfeição

O último princípio do Pensamento Enxuto busca “o ideal” da total eliminação dos desperdícios. Ele interage com os outros quatro princípios de maneira a criar um círculo poderoso no combate interminável ao desperdício, buscando sempre novas formas de especificar o valor, de definir o fluxo de valor, de criar fluxo, e de estabelecer a puxada (WOMACK & JONES, 2004).

2.2 A CADEIA DE SUPRIMENTOS E A MANUFATURA ENXUTA

Nesse item pretende-se fazer uma síntese dos principais pontos correlatos entre a Cadeia de Suprimentos e a Manufatura Enxuta.

2.2.1 Conceitos e Definições da Cadeia de Suprimentos Enxuta

Nas últimas três décadas tem se falado muito sobre as cadeias de suprimentos e seu papel estratégico na competitividade das organizações. De acordo com Christopher (1997), a principal mudança no cenário competitivo atual está no fato de que a concorrência ocorre cada vez mais entre cadeias produtivas, e não mais em nível de

unidades de negócios isoladas. Conseqüentemente, gerir de maneira eficiente e eficaz a cadeia de suprimentos representa uma vantagem competitiva em termos de serviço, redução de custos e velocidade de resposta às necessidades do mercado (BERTAGLIA, 2003).

Atrelado a essa nova conjuntura organizacional, vem se ressaltando a importância do conceito da Gestão da Cadeia de Suprimentos (*Supply Chain Management* – SCM) como instrumento norteador para um gerenciamento assertivo da cadeia de suprimentos. Dentre as várias definições presentes na literatura, a sugerida pelo Conselho dos Profissionais de Gestão da Cadeia de Suprimentos (2009) mostra-se bem aceita:

“A Gestão da Cadeia de Suprimentos abrange o planejamento e o gerenciamento de todas as atividades envolvidas na obtenção e fornecimento, transformação e todo o gerenciamento das atividades logísticas. Importante que, também, inclui a coordenação e colaboração com parceiros nos canais, que podem ser fornecedores, intermediários, provedores de serviços logísticos e clientes. Na essência, a SCM integra o gerenciamento do fornecimento e da demanda entre as empresas membros.”

Abordando essas atividades de maneira integrada, os parceiros de uma cadeia de suprimentos atuam de forma estratégica buscando os melhores resultados econômicos possíveis, na redução de custos e agregação de valor ao consumidor final, por meio de flexibilidade, agilidade, sincronização e pela gestão de suas complexidades e diferenciações (FARIA & COSTA, 2007).

Neste contexto, uma cadeia de suprimentos enxuta pode ser genericamente definida como o resultado da adoção da filosofia *lean* ao longo de todos os elos ou organizações que compõem um fluxo de valor, visto que esta sempre focou na visão sistêmica das atividades, no fluxo e sincronia dos processos e nas relações de longo prazo e parceria em uma cadeia produtiva. Em outras palavras, a Manufatura Enxuta procura disseminar os seus conceitos e princípios por toda a cadeia de suprimentos, reduzindo custos e aumentando o nível de serviço ao cliente, de maneira que todos os envolvidos usufruam os reais ganhos dessa filosofia de gestão (LIKER, 2005; WOMACK & JONES, 2004; MONDEN, 1998; OHNO, 1997).

Segundo Phelps *et al.* (2003), o objetivo básico da gestão da cadeia de suprimentos enxuta está em otimizar a performance da cadeia como um todo, aplicando de maneira inteligente e oportuna os conceitos da Manufatura Enxuta. Isso pode significar o aumento de estoques em um ponto da cadeia e a diminuição em outro, tendo em vista que o foco é a melhoria da performance de todo o fluxo de valor.

Womack & Jones (2004) ressaltam que o combate aos desperdícios, tão pregado por Ohno (1997), são igualmente desdobrados por toda cadeia de suprimentos. Os autores realçam a importância na redução de três formas de desperdícios em uma cadeia de suprimentos: 1) excesso de produção (ainda sendo o pior dos desperdícios); 2) estoques desnecessários (causados por fluxos inconstantes de informação e por processos de movimentação em lotes ao longo do fluxo); e 3) transporte desnecessário (ocasionado por decisões que buscam otimizar o desempenho em pontos individuais e não no fluxo total). Além disso, definem os princípios de um fluxo de valor enxuto na cadeia de suprimentos, chamado de fluxo de valor estendido enxuto:

- Todos os membros da cadeia devem ter consciência do ritmo de consumo do produto pelo cliente final. A produção em cada etapa do fluxo deve ocorrer em média dentro do mesmo tempo *takt*, ajustada de acordo com a quantidade disponível de tempo de produção em cada etapa e à necessidade de se fazer várias unidades de alguns produtos, a fim de incorporá-los a outros produtos na sequência do fluxo;
- O nível de estoque deve ser baixo e padronizado, ou seja, com limites claros e conhecidos, sejam de matéria-prima, estoque em processo ou produtos acabados;
- Menor número possível de conexões de transporte entre as etapas do processo de produção, buscando eliminar a movimentação, e não acelerá-la.
- Fluxo de informação eficiente, delegando ao nível de chão de fábrica a comunicação direta e sem ruído entre cada etapa do fluxo de valor estendido;
- Menor lead time possível, assegurando um tempo de resposta rápido ao cliente e detecção imediata de defeitos e problemas.

- Introduzir as melhorias anteriores através de ações de baixo custo ou nenhum custo.

Contudo, os fluxos de valores estendidos devem ser periodicamente avaliados através de reuniões com todas as empresas participantes, buscando a melhoria contínua por meio de ações que eliminem os desperdícios ao longo de toda cadeia de suprimentos e especificando corretamente o valor para o cliente. Womack & Jones (2004) chamam essa iniciativa de Empreendimento Enxuto ou *Lean Enterprise*.

Alves Filho *et al.* (2004) apresentam um modelo conceitual que define os pressupostos norteadores para uma gestão mais enxuta de uma cadeia de suprimentos. O modelo é subdividido em quatro grupos inter-relacionados (Figura 2.3):

Ambiente Competitivo – refere-se à reestruturação do cenário competitivo, no qual a competição ocorre entre cadeias inteiras, e não mais entre empresas isoladas.

Alinhamento Estratégico das Organizações e Repartição dos Ganhos – visto que a competição ocorre entre cadeias inteiras, as empresas devem ter suas estratégias alinhadas e uma distribuição de ganhos justa e proporcional aos esforços e investimentos feitos por cada uma.

Estrutura da Cadeia – estabelecer um pequeno número de fornecedores hierarquizados, a integração de processos e atividades através da cadeia (ex. desenvolvimento de produtos, produção e logística), a ocorrência de um fluxo bidirecional eficiente de produtos, serviços e informação, e esforços de cada empresa para reduzir sua própria complexidade (simplificando assim, a cadeia como um todo).

Relações entre as Empresas da Cadeia – para que haja alinhamento estratégico, integração de processos e funções faz-se necessário o estabelecimento de relações cooperativas e de longo prazo entre as empresas.

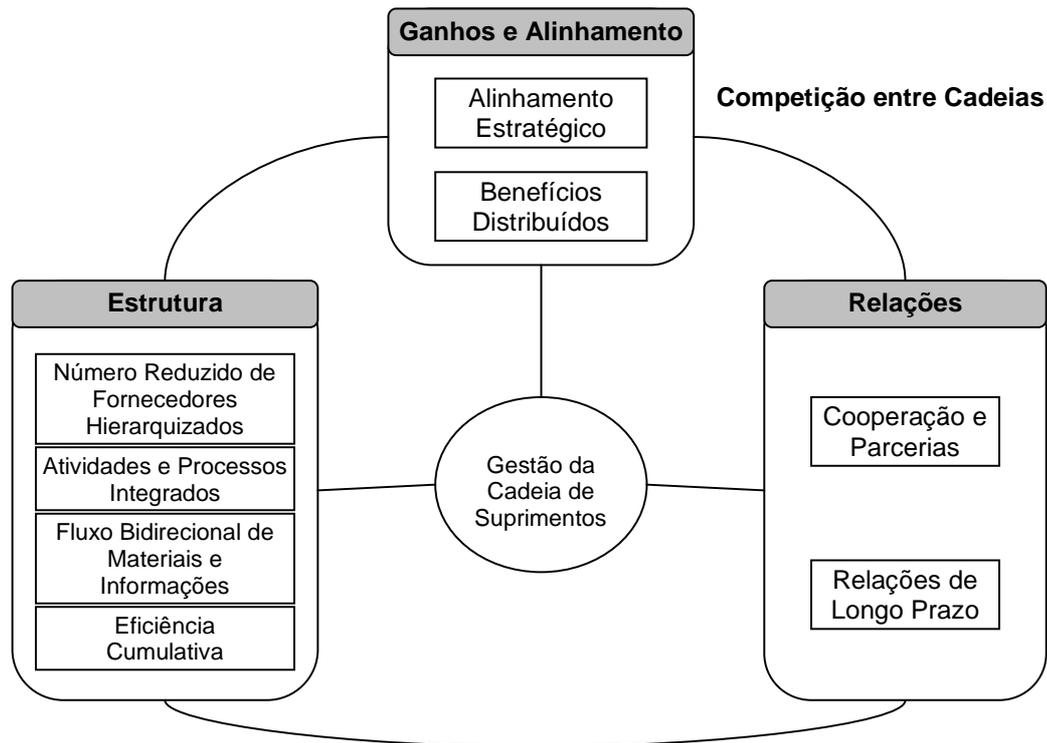


Figura 2.3 – Pressupostos da Gestão da Cadeia de Suprimentos. Fonte: Alves Filho *et al.* (2004).

Complementando o modelo apresentado, pode-se destacar outros fatores caracterizadores de cadeias de suprimentos enxutas (ROLDAN & MIYAKE, 2003; LAMMING, 1993 *apud* SLACK *et al.*, 2002; FUJIMOTO, 1999; TUBINO, 1999):

- Sistema puxado nivelado através do uso extensivo de *kanban* para sincronizar todo o fluxo de materiais e informações entre clientes e fornecedores;
- Utilização da tecnologia de informação para a troca ágil e responsiva de informações entre os participantes da cadeia;
- Planos de produção e o programa mestre de produção compartilhados entre todos os participantes, evitando-se atividades especulativas e planos baseados em previsões de demanda;
- Terceirização das atividades de produção não relativas às principais competências da empresa (*outsourcing*);

- Engenharia simultânea e responsabilidade dos fornecedores pelo desenvolvimento de determinados produtos (*black box part supplier*);
- Estrutura organizacional por fluxo de valor ou família de produtos;
- Competitividade não mais centrada em custos, mas com equilíbrio maior entre outros fatores como qualidade, rapidez, confiabilidade e flexibilidade;

2.2.2 Amplificação da Demanda

Pode-se dizer que a principal característica na dinâmica das cadeias de suprimentos é a existência de certa amplificação nas ordens de pedido, à medida que essas são comunicadas às empresas à montante da cadeia produtiva. Essa amplificação, também conhecida por efeito Forrester ou efeito chicote (*bullwhip effect*), é causada por mecanismos internos das organizações, e se faz presente mesmo em mercados caracterizados por demanda estável (TOWILL *et al.* 2007; SLACK *et al.*, 2002).

O resultado dessa amplificação na demanda acaba gerando grande ineficiência aos integrantes da cadeia de suprimentos, como por exemplo (LEE *et al.* 1997):

- Inventário excessivo;
- Previsões de demanda imprecisas;
- Capacidade excessiva ou insuficiente;
- Serviço ao cliente ineficaz devido à indisponibilidade de produtos ou pedido pendentes;
- Incertezas na programação da produção;
- Altos custos na correção da programação gerada.

Acompanhando o efeito chicote, Womack & Jones (2004) relatam que os defeitos de qualidade e as falhas nos processos logísticos (atrasos, antecipações ou divergências) são igualmente amplificados à medida que se sobe fluxo acima na cadeia de suprimentos.

No tocante às causas do efeito chicote, Lee *et al.* (1997) definem quatro causas principais:

- 1) **Atualização da previsão da demanda:** cada empresa na cadeia de suprimentos faz suas próprias previsões de demanda, planejamento de capacidade, controle de estoques e planejamento das necessidades de materiais. Os valores assumidos são baseados no bom senso e percepção das pessoas envolvidas, além de serem relacionadas somente ao cliente imediato. As ordens de pedido geralmente são repassadas com um certo atraso para os integrantes à montante da cadeia;
- 2) **Pedidos em lote:** ordens de pedido enviadas esporadicamente e sistemas de empurrar MRP (Planejamento das necessidades de materiais) ou DRP (Planejamento das necessidades de distribuição) são tipicamente formadores de lote;
- 3) **Flutuação de preço:** por meio de promoções e descontos (por quantidade ou por meta de vendas) os preços acabam flutuando drasticamente e, por conseguinte, a demanda;
- 4) **Falta de transparência na falta de produtos:** na ocorrência de uma falha de entrega ou falta de um item, o cliente tende a pedir mais do que a demanda necessária, resultando em um aumento nos estoques e a redução de pedidos no período subsequente.

Tendo em vista as causas do efeito chicote e as perdas que gera na cadeia de suprimentos, os autores definem três mecanismos para atenuar a variação da demanda: a) informações compartilhadas – que significa disponibilizar a informação da demanda do cliente final para todas as operações à montante da cadeia; b) alinhamento de canal – que significa a coordenação da programação, movimentos de material, níveis de estoque, preço e outras estratégias de vendas entre os participantes da cadeia; e c) eficiência operacional – referindo-se aos esforços que cada participante da cadeia deve fazer para reduzir os custos de suas operações e o tempo de atravessamento (*lead time*).

No mesmo sentido, os princípios do fluxo de valor estendido enxuto, relatados na seção 2.2.1, atuam de maneira análoga aos três mecanismos sugeridos por Lee *et al.* (1997), buscando atenuar as oscilações da demanda ao longo da cadeia de suprimentos. Ademais, a Manufatura Enxuta busca exatamente a suavização da variação da demanda, visto que os desperdícios (*muda*) que são constantemente combatidos em ambientes enxutos originam-se, de certa forma, das oscilações (*mura*) dos processos e operações produtivas (LIKER, 2005).

2.2.3 Nivelamento da Produção

Com o objetivo de atenuar a amplificação do efeito chicote na cadeia de suprimentos, as operações enxutas buscam nivelar a carga de trabalho em seus processos produtivos com vistas a criarem um ritmo suave e consistente em todo o fluxo de valor. De fato, através do nivelamento da produção pode-se reduzir o tempo de atravessamento dos produtos (*lead time*), o nível de inventário e melhorar a eficiência nos processos logísticos (LIKER, 2005).

Em termos simples, a produção nivelada significa produzir todos os itens dentro de um mesmo intervalo de tempo, sendo que quanto menor for esse intervalo – um mês, uma semana, um dia ou uma hora – mais nivelada será a produção (TARDIN, 2001). Desse modo, as variações na carga de trabalho são menores, os estoques se reduzem e a capacidade de resposta às mudanças de pedido do cliente são maiores (MONDEN, 1998).

Uma melhor compreensão do conceito de nivelamento pode ser obtida através de um exemplo fictício abordado por Favaro (2003). Imaginando uma fábrica de computadores que trabalhasse cinco dias por semana e que 40% da demanda fosse para um modelo de computador mais complexo, com o nivelamento da produção semanal o modelo mais complexo seria produzido durante dois dias da semana enquanto que nos outros três dias da semana seria produzido o restante da produção.

Nessa condição, a carga de trabalho no processo de montagem dos computadores como também nos processos que abastecem a montagem seria maior durante dois dias

da semana, pois a fabricação do computador mais complexo requereria mais componentes e maiores tempos de processamento. Assim, recursos extras seriam necessários para assegurar a produção durante toda a semana.

Por contraste, se o nivelamento fosse diário, operar-se-ia com menor desbalanceamento das atividades e reduzir-se-ia a necessidade de mão-de-obra. Além disso, se os componentes fossem entregues diariamente os estoques seriam reduzidos a 2/5 do estado original.

Vale ressaltar que a redução dos estoques em detrimento do nivelamento da produção são mais expressivos quando suportado por um sistema logístico que movimente e entregue com frequência os lotes reduzidos. Outro ponto apoiado pelo nivelamento é a melhoria na detecção das falhas, pois uma vez que se comprime o tempo de atravessamento (*lead time*) e os estoques, o sistema adquire maior sincronia e, por conseguinte os problemas são facilmente visualizados.

Tardin (2001) relata que as vantagens do nivelamento da produção são válidas tanto para o sistema de produção puxado como para o empurrado, e por isso deve ser sempre buscado.

Contudo, Monden (1998) ratifica a importância do nivelamento afirmando que a produção nivelada forma o alicerce primordial do Sistema Toyota de Produção, e trata-se do principal pressuposto para a utilização efetiva do sistema *kanban* e eliminação dos desperdícios.

2.2.4 Estratégia na Cadeia de Suprimentos

O principal objetivo de qualquer cadeia de suprimentos está em oferecer produtos e serviços que atendam as reais necessidades do cliente final, enquanto gera lucro e vantagem competitiva para cada participante da cadeia. No entanto, disponibilizar produtos e serviços com diferentes características e que atendam a uma diversidade de expectativas diferentes, faz com que as cadeias de suprimentos empreguem estratégias adequadas às necessidades de cada situação.

Fischer (1997) relata que a estratégia adotada em uma cadeia de suprimentos está diretamente correlacionada com o tipo de produto fornecido. O autor classifica os produtos em dois tipos:

- *Funcionais*: são produtos que possuem uma demanda relativamente estável e previsível, com uma baixa variedade de modelos, ciclo de vida longo e uma baixa margem de lucro (baixo valor agregado);
- *Inovadores*: são produtos com um padrão de demanda pouco previsível, com uma alta variedade de modelos, ciclo de vida curto e uma alta margem de lucro (alto valor agregado).

As estratégias da cadeia de suprimentos consideradas apropriadas para produtos funcionais são as que buscam redução de custos na cadeia (políticas eficientes), enquanto que para produtos inovadores são consideradas apropriadas as políticas responsivas, que enfatizam respostas rápidas ao consumidor final.

Políticas eficientes incluem baixos estoques, especialmente nas partes à jusante da cadeia, de modo a manter o tempo de atravessamento rápido e reduzindo os custos na forma de estoque. Com isso, o estoque existente na cadeia concentra-se principalmente nas operações de manufatura, mantendo-se a utilização alta e, portanto, os custos de manufatura baixos. Por contraste, políticas responsivas dispõem o estoque tão próximo quanto possível do consumidor final, possibilitando o suprimento mesmo quando mudanças dramáticas acontecem na demanda do consumidor. Os estoques à jusante são necessários para assegurar altos níveis de disponibilidade para os consumidores finais, ao passo que o tempo de atravessamento rápido faz-se também necessário para reabastecer os estoques à jusante (SLACK *et al*, 2002; FISCHER, 1997).

Portanto, Mason-Jones *et al.* (2000) ilustram as principais métricas de performance que diferenciam essas duas estratégias (Figura 2.4). As métricas são divididas em duas categorias: *Ganhadores de Mercado* – que representa o foco principal da cadeia; e *Qualificadores de Mercado* – que representa os requisitos mínimos para ser competitivo no mercado.

Políticas Responsivas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Qualidade ▪ Lead Time ▪ Custo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nível de Serviço
Políticas Eficientes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Qualidade ▪ Lead Time ▪ Nível de Serviço 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Custo
	Qualificadores de Mercado	Ganhadores de Mercado

Figura 2.4 – Qualificadores e Ganhadores de Mercado das Políticas Eficientes e Responsivas da Cadeia de Suprimentos. Fonte: Adaptado de Mason-Jones *et al.* (2000).

No entanto, em algumas situações abordar a cadeia de suprimentos à luz de uma única política estratégica (eficiente ou responsiva) pode não ser apropriado. Através do uso estratégico do conceito de postergação (*postponement*) pode-se combinar essas duas políticas estratégicas a fim de direcioná-las a correta situação e, assim, ampliar os ganhos na cadeia de suprimentos. Por meio da localização do ponto de desacoplamento do pedido do cliente (*customer order decouple point*) na cadeia de suprimentos, cria-se um divisor de águas nas quais as operações à montante desse ponto são regidas por políticas eficientes da cadeia de suprimentos, ao passo que as operações à jusante seguem políticas responsivas da cadeia de suprimentos (VONDEREMBSE *et al.*, 2006; CHILDERHOUSE & TOWILL, 2000; CHRISTOPHER & TOWILL, 2000; MASON-JONES *et al.*, 2000).

O ponto de desacoplamento do pedido do cliente é o ponto no qual a cadeia de suprimentos toma conhecimento do pedido do cliente e, conseqüentemente, o lugar onde ocorre a divisão da demanda baseada nos pedidos confirmados dos clientes (à jusante do ponto) e da demanda baseada em previsão ou planejamento (à montante do ponto). Coincidentemente, um estoque (*buffer*) de produtos semi acabados é mantido nesse ponto de maneira a proteger as operações à montante das oscilações da demanda do cliente, como também, reduzir os riscos de vendas perdidas (*stockouts*) e excesso de estoques nas operações à jusante. Em outras palavras, é nessa altura que

se realiza a postergação, ou seja, o retardamento das atividades de diferenciação de um produto ou serviço até o recebimento do pedido do cliente (CHILDERHOUSE & TOWILL, 2000; CHRISTOPHER & TOWILL, 2000; MASON-JONES *et al.*, 2000). A figura 2.5 ilustra o exposto acima.

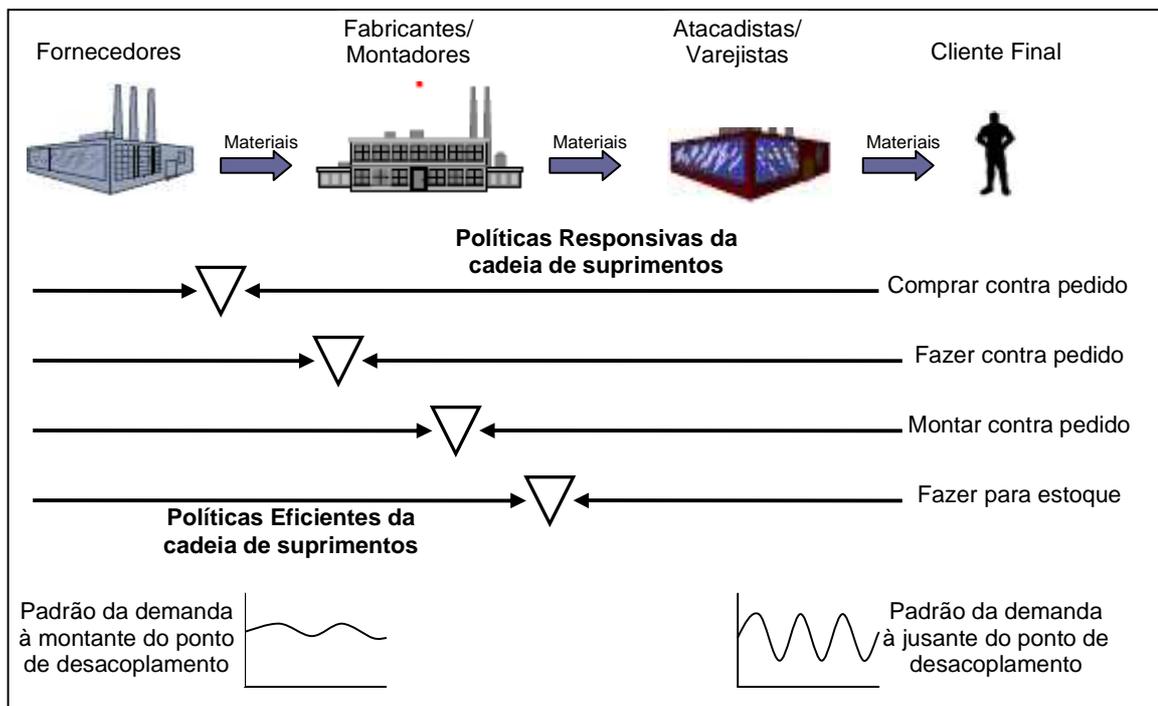


Figura 2.5 – Estrutura da cadeia de suprimentos e o ponto de desacoplamento do pedido do cliente. Fonte: adaptado de Christopher & Towill (2000); Mason-Jones *et al.* (2000).

De acordo com Bowersox *et al.* (2002), o conceito de postergação é igualmente utilizado nas operações de distribuição de produtos na cadeia de suprimentos. Chamada de postergação geográfica ou logística, essa consiste em manter produtos acabados estocados em apenas um ou alguns locais estratégicos, onde os produtos são deslocados a partir do pedido do cliente. Apesar deste tipo de postergação não influir na customização do produto, é por meio dela que se obtém redução dos níveis dos estoques ao longo da cadeia de suprimentos e diminuição do tempo compreendido entre o pedido e a entrega dos produtos para os clientes.

Desta forma, a execução do conceito de postergação ao longo da cadeia de suprimentos permite obter benefícios associados à redução da complexidade da

manufatura, menor dependência do sistema de distribuição em relação à previsão da demanda, aumento da flexibilidade e redução tanto dos custos de transporte como de manutenção de estoques (MACHADO & MORAES, 2008).

Por fim, baseado em Hines *et al.* (2004), o fato de se adequar a estratégia da cadeia de suprimentos de acordo com as características específicas de seus produtos e nicho de mercado, está em perfeita sintonia com o enfoque enxuto, pois relaciona-se diretamente com o conceito de “valor” para o cliente. Portanto, uma vez definido o que é valor para o cliente, pode-se então adotar a estratégia que melhor atenda aos seus desejos, seja ela uma política eficiente, responsiva, ou híbrida.

2.3 LOGÍSTICA ENXUTA

2.3.1 Objetivos

O termo “logística” pode ser definido como o conjunto de ações necessárias para a movimentação e armazenagem de materiais, abrangendo as atividades de suprimento dos fornecedores, movimentação interna da fábrica e distribuição aos clientes (MOURA, 2005). Em uma perspectiva mais ampla, a logística atua como os elos de uma cadeia de suprimentos, viabilizando os acordos estratégicos entre as parcerias e alianças de uma cadeia de valor (FARIA & COSTA, 2007).

Apesar de tratar-se de uma atividade que não está diretamente relacionada com a transformação física do produto e, portanto, não agregando valor ao cliente, a logística tem por objetivo disponibilizar ao cliente o produto certo, no lugar certo, no momento certo, nas condições certas e pelo custo certo (LAMBERT *et al.*, 1998). No mesmo sentido, Baudin (2004) estabelece que a logística enxuta é regida por dois objetivos principais:

- Entregar os materiais ou produtos requeridos pelo cliente, quando necessários, na exata quantidade necessária, e adequadamente apresentável;

- Executar com eficiência o processo de logística, ou seja, buscando eliminar continuamente os desperdícios.

No entanto, oferecer um alto nível de serviço ao cliente interfere diretamente nos custos logísticos, acarretando assim, no *trade-off* entre custo e serviço logístico, representado conforme figura 2.5. Nesse contexto, reduzir os custos logísticos totais e ainda melhorar o nível de serviço ao cliente por meio de ações que eliminem os desperdícios pode ser definido como o foco da logística enxuta. Procura-se, desse modo, deslocar a curva da figura 2.6 constantemente para a direita impactando na redução dos custos e melhorando o nível de serviço ao cliente (FARIA & COSTA, 2007; BOWERSOX *et al.*, 2002).

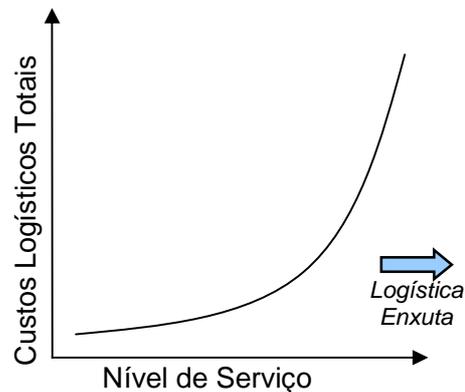


Figura 2.6 – *Trade-off* entre Custos Totais Logísticos e Nível de Serviço ao Cliente. Fonte: Adaptado de Faria & Costa (2007).

No tocante à abrangência da logística, o novo conceito de logística está voltado para uma idéia global mais ampla e integrada, onde no lugar de considerar as funções logísticas separadamente, busca-se integrá-las a fim de obter as vantagens inerentes de um gerenciamento holístico (MOURA, 2005; BALLOU, 1993). Essa abordagem condiz completamente com a Manufatura Enxuta, pois foca na visão sistêmica das operações através da integração dos processos.

Dessa forma, a “logística integrada”, como é chamada, é responsável pelo fluxo geral dos materiais e informações dentro da empresa e entre seus fornecedores, distribuidores e clientes. Moura (2005) destaca que as tarefas de planejamento,

programação e controle da produção (PPCP) bem como os sistemas de informações e comunicações, antes fora do escopo da logística, fazem parte do conceito de logística integrada. Dito isso, a integração dessas funções ao longo da cadeia de suprimentos sublinha a importância da logística como instrumento estratégico na busca de diferencial competitivo e maiores fatias de mercado. A figura 2.7 ilustra a abordagem da logística integrada.

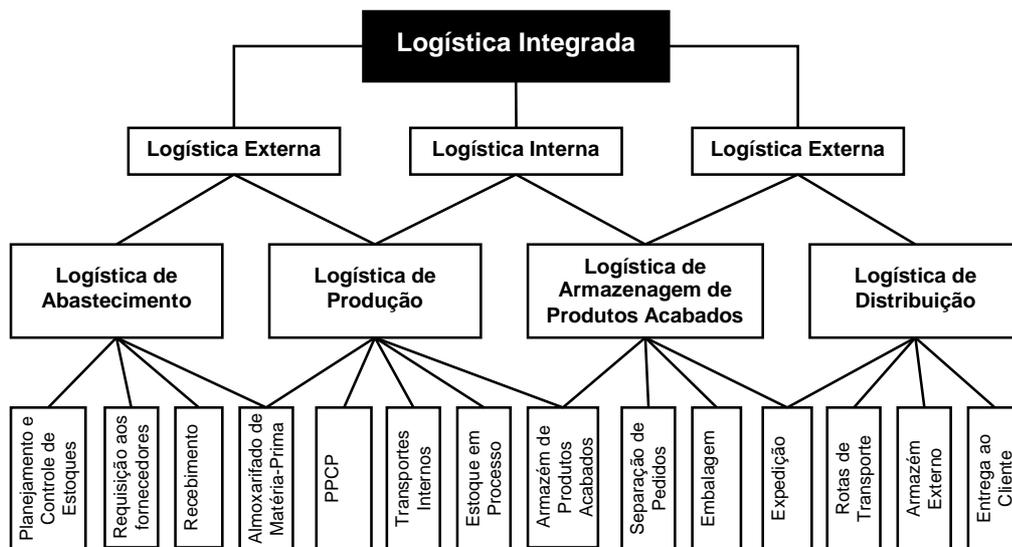


Figura 2.7 – Logística Integrada. Fonte: Moura (2005).

Em suma, a logística enxuta é uma consequência natural dos conceitos e métodos da Manufatura Enxuta. Trata-se da incorporação da filosofia enxuta nos processos logísticos, de maneira que esses dêem o suporte necessário aos processos que estão diretamente relacionados com a transformação de um produto ou serviço, objetivando menores custos e redução do tempo de atravessamento (*lead time*). Nesse sentido, conforme o autor Wu (2003), as técnicas enxutas contribuem diretamente para um melhor desempenho nos sistemas logísticos, o que vem acarretar ganhos e diferencial competitivo aos envolvidos.

2.3.2 Os Princípios Básicos

Como dito anteriormente, a logística engloba todas as atividades de abastecimento de materiais dos fornecedores, movimentação interna da fábrica e distribuição aos clientes. Por sua vez, em um ambiente com baixo nível de estoque, solicitar componentes dos fornecedores e entregá-los no lugar certo e momento certo, exige das operações logísticas rapidez e flexibilidade para responder a qualquer situação de não conformidade.

Operações enxutas devem ser suportadas por uma logística que possibilite tempos de atravessamento (*lead time*) curtos e baixos níveis de estoque. Para isso, uma logística enxuta deve ser fundamentada sobre quatro princípios básicos (Figura 2.8):

- a) **Sistema Puxado:** esse sistema é imprescindível para que haja um planejamento e controle dos estoques entre processos e operações produtivas (HOPP & SPEARMAN, 2004). Evita-se também a superprodução, pois os produtos só serão repostos e produzidos quando consumidos pelos clientes.
- b) **Nivelamento da carga:** através do nivelamento da produção e das ordens de compra, torna-se possível a diminuição dos tamanhos dos lotes ao mesmo tempo em que se cria um ritmo consistente e previsível em toda a cadeia produtiva. Com isso, aumenta-se a flexibilidade dos processos frente às mudanças de demanda e situações de não conformidade, como também a própria detecção dos problemas (SMALLEY, 2004; MONDEN, 1998).
- c) **Entregas Frequentes:** fazem-se necessário as entregas frequentes para se viabilizar um sistema puxado nivelado, caso contrário, a redução dos estoques não seria completamente percebida (WOMACK & JONES, 2004; SCHONBERGER, 1997).
- d) **Qualidade Assegurada:** os serviços logísticos devem desempenhar suas funções com eficácia e eficiência, movimentando e transportando produtos com segurança (sem danificá-los) e entregando-os no lugar e momento solicitado ao menor custo possível.

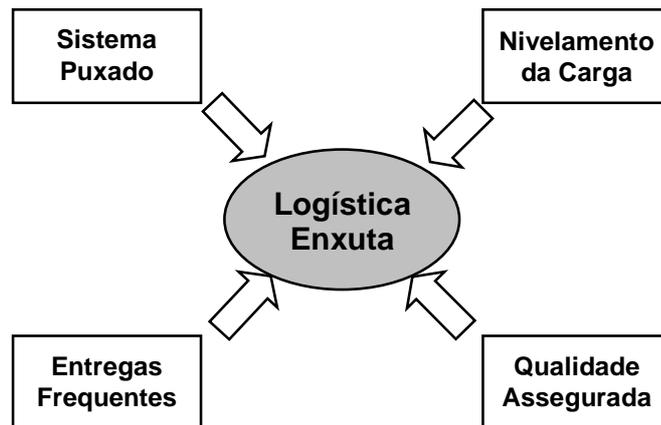


Figura 2.8 – Princípios da Logística Enxuta. Fonte: Elaborado pelo autor (2009).

Em linhas gerais, a logística enxuta significa: “movimentar materiais e processar informações em um sistema puxado com reposição frequente e nivelada em pequenos lotes, por meio de um serviço logístico de qualidade assegurada”.

2.4 LOGÍSTICA DE ABASTECIMENTO E O JUST IN TIME

Por definição, a logística de abastecimento engloba todas as atividades realizadas para colocar materiais e componentes disponíveis à produção, compreendendo os processos de transporte externo do fornecedor, recebimento, inspeção, movimentação interna e estocagem. Nesse contexto, em ambientes de manufatura regidos por sistemas de produção empurrado – característico da produção em massa – os fornecedores efetuam as entregas de materiais conforme as ordens de compra são autorizadas a cada rodada de programação dos *softwares* MRP.

Nesses casos, o departamento de logística, com base no programa mestre de produção, na lista de materiais (*Bill of Materials*) e nos estoques disponíveis, executa o programa MRP de maneira a gerar as ordens de compra de materiais aos fornecedores. Esses programas, além de serem rodados em base semanal ou diária, o que não condiz com a dinâmica real do chão de fábrica, criam estoques de segurança extras a cada etapa do processo. Estoques esses que acabam refletindo na amplificação do efeito chicote (SMALLEY, 2004; SLACK *et al*, 2002).

Por contraste, em ambientes de manufatura enxuta é o sistema *kanban* que tem o papel de gerenciar todo o fluxo de material e informação entre cliente e fornecedor. No entanto, o uso dos programas MRP faz-se ainda necessário para gerar previsões de demanda, manter a lista de materiais e planejar a capacidade produtiva (SMALLEY, 2004; WOMACK & JONES, 2004). Dito isso, Monden (1998) relata que a Toyota transmite dois tipos de informação aos seus fornecedores: a) Plano de produção para o mês seguinte – transmitido na metade do mês corrente; e b) Pedidos diários na forma de *kanban* ou de uma sequência de produção (*just in sequence* – JIS).

Noutras palavras, as informações com horizonte mais estendido, entre três a seis meses, têm por objetivo permitir aos fornecedores planejar seus recursos produtivos no que se refere à mão-de-obra, capacidade de máquina e aquisição de suprimentos, enquanto que as informações transmitidas diariamente através do *kanban* controlam as reais necessidades do chão de fábrica. Portanto, a grande diferença da manufatura enxuta está no uso extensivo do *kanban* para o controle das necessidades de materiais de médio e curto prazo.

Com o objetivo de adquirir uma visão mais abrangente dos principais pontos de funcionamento da logística de abastecimento em ambiente de manufatura enxuta, nas próximas seções serão abordados os seguintes temas: o sistema *kanban*, o sistema de coleta de materiais *milk run*, e o processo de pedido de materiais entre cliente e fornecedor através do sistema *kanban*.

2.4.1 O Sistema *Kanban*

De acordo com Ohno (1997), o sistema *kanban* é o método que operacionaliza o sistema Toyota de Produção, produzindo e fornecendo as peças necessárias, no momento solicitado e no lugar requerido. Dessa maneira, ele impede a superprodução e, conseqüentemente, a necessidade de gerenciar e manter estoques extras. O *kanban* é muitas vezes representado por um cartão, o qual serve para autorizar a produção ou movimentação de produtos entre dois processos.

Apesar de simples em seus conceitos, o sistema *kanban* requer práticas consolidadas em organização industrial de modo a possibilitar a correta organização dos supermercados, das rotas de abastecimento e dos sinais de puxada. Além disso, a capacidade de troca rápida de ferramentas (SMED) e de nivelamento da produção (*heijunka*) são extremamente importantes para a viabilidade do sistema, principalmente para a manipulação de pequenos lotes.

É notável, de fato, que o sistema *kanban* incorpora a essência da Manufatura Enxuta. Isso porque, primeiramente, o sistema necessita de estabilidade básica e de certo grau de nivelamento para que funcione, pois em ambientes instáveis e desnivelados resultaria em supermercados superdimensionados ocupando muito espaço físico. Em segundo lugar, o trabalho padronizado é fundamental para seu pleno desempenho, ao passo que a melhoria contínua (*kaizen*) visa a diminuir o número de *kanbans* até o ponto em que seja possível estabelecer um fluxo de uma peça só (*one-piece-flow*) entre o processo precedente e o subsequente. Além disso, a gestão visual é igualmente facilitada pelo fato de que o controle dos processos é realizado através da simples visualização dos quadros *kanban* ou de painéis luminosos (LIKER, 2005; MONDEN, 1998; OHNO, 1997; SHINGO, 1996).

Quando utilizado de maneira adequada, o sistema *kanban* possibilita algumas vantagens (SHINGO, 1996; MONDEN, 1998):

- Ajuda na sintonia fina das flutuações diárias, regulando o fluxo de itens;
- Mantém o estoque a um nível mínimo, evitando a superprodução;
- Proporciona controle visual, evidenciando situações anormais;
- Simplifica o trabalho operacional e da autonomia ao chão de fábrica, o que possibilita responder a mudanças com maior flexibilidade;
- Permite que a informação seja transmitida de forma organizada e rápida;
- Reduz os custos administrativos (custos de previsão), visto que o *kanban* funciona de maneira a puxar a produção.

Os sistemas *kanban* podem ser agrupados, segundo Monden (1998), em dois tipos: *kanban* de retirada e *kanban* de produção. O *kanban* de retirada autoriza que o processo cliente retire um item do supermercado do processo fornecedor, ao passo que o *kanban* de produção autoriza que o processo fornecedor produza um determinado item, abastecendo um supermercado. A figura 2.9 apresenta os principais tipos de *kanban* e suas subdivisões.

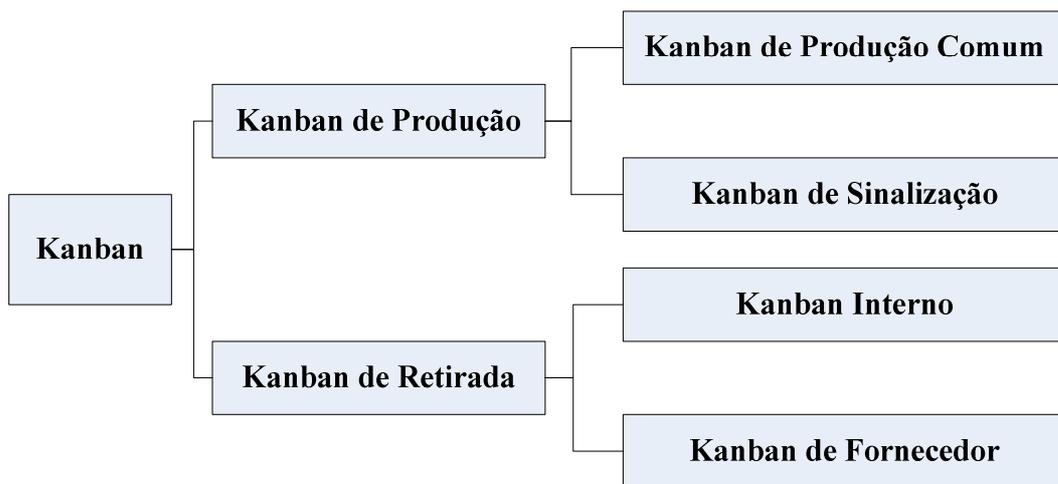


Figura 2.9 – Principais Tipos de *Kanban*. Fonte: Adaptado de Monden (1998).

O *kanban* de sinalização diferencia-se do *kanban* de produção comum pelo fato de ser usado para autorizar a produção de um lote de determinado item. Trata-se de um único cartão (em vez de um cartão por embalagem), que é posicionado segundo um ponto de reposição previamente determinado no supermercado. Ao se consumir a embalagem na qual ele se encontra, o cartão volta ao processo fornecedor, solicitando a produção do lote. Por outro lado, o funcionamento do *kanban* de fornecedor é similar ao do *kanban* interno, exceto pelo fato de ser utilizado com fornecedores externos.

Outra maneira de classificar o sistema *kanban* leva em conta o ponto em que ocorre o disparo do item. Duas formas são apresentadas a seguir (MONDEN, 1998):

- Quantidade constante e ciclo de retirada inconstante: quando o nível de inventário cai até um determinado ponto, solicita-se ao fornecedor a reposição de uma quantidade fixa;

- Ciclo de retirada constante e quantidade inconstante: independente do nível de inventário, o processo fornecedor repõe o material conforme a quantidade retirada pelo processo cliente em ciclos constantes de retirada.

Contudo, segundo Ohno (1997), a efetividade desse sistema só é demonstrada através da supervisão minuciosa e constante de suas regras de utilização, como num problema sem fim. As funções e regras do *kanban* são representadas na figura 2.10.

Funções do Kanban		Regras para Utilização
1	Fornecer informações sobre apanhar ou transportar.	O processo subsequente apanha o número de itens indicados pelo kanban no processo precedente.
2	Fornecer informações sobre a produção.	O processo inicial produz itens na quantidade e sequência indicada pelo kanban.
3	Impedir a superprodução e o transporte excessivo.	Nenhum item é produzido ou transportado sem um kanban.
4	Servir como uma ordem de fabricação afixada às mercadorias.	Serve para afixar um kanban às mercadorias.
5	Impedir produtos defeituosos pela identificação do processo que o produz.	Produtos defeituosos não são enviados para o processo seguinte.
6	Revelar problemas existentes e mantém o controle de estoques.	Reduzir o número de kanbans aumenta sua sensibilidade aos problemas.

Figura 2.10 – Funções e Regras do Sistema *Kanban*. Fonte: Elaborado pelo autor (2009).

Por fim, apesar do sistema *kanban* apresentar uma série de vantagens às operações de produção, tem-se verificado algumas limitações para uma aplicação geral em qualquer sistema produtivo. Com isso, a aplicação do *kanban* pode não se ajustar corretamente para as seguintes situações (ROTHER & SHOOK, 2003; SLACK *et al*, 2002):

- Itens com baixo volume de demanda e alta variedade de modelos;
- Demanda instável (alta flutuação da demanda);
- Produtos que possuam um roteiro de fabricação complexo bem como uma estrutura de produto complexa;

- Itens que tenham vida curta de armazenagem, tornando dispendiosa a sua manutenção em um supermercado *kanban*.

Dito isso, dependendo da intensidade de cada situação, o controle desses itens pode ser mais viável por intermédio do uso de sistemas MRP ou pela aplicação de sistemas puxados baseados na lógica FIFO (*First In, First Out*).

2.4.2 O Sistema *Milk Run*

O sistema de coleta programada de materiais, também chamado de *milk run*, é uma forma eficiente de coletar e entregar materiais entre fornecedores e cliente em ambientes enxutos. Em virtude dos sistemas enxutos manterem níveis baixos de estoque, o sistema *milk run* caracteriza-se por coletar pequenas quantidades de peças e componentes nos fornecedores e entregá-las ao cliente por meio de rotas e períodos predeterminados. Esse sistema diferencia-se do denominado “sistema convencional” – no qual as peças e componentes são entregues pelos fornecedores diretamente na fábrica do cliente. A figura 2.11 ilustra a diferença entre os dois sistemas (BAUDIN, 2004).

No sistema *milk run* os veículos utilizados para o transporte dos materiais deverão maximizar sua capacidade e otimizar a rota com o intuito de minimizar os custos de transporte da operação. Além disso, quando utilizado juntamente com o *kanban*, torna-se um vantajoso método de chamada de materiais em que se transporta e solicita as peças somente no momento e quantidade necessária (MOURA & BOTTER, 2002).

Algumas vantagens do sistema de coleta programada de materiais – *milk run* – são apresentadas a seguir (BAUDIN, 2004; MOURA & BOTTER, 2002):

- Reduz e facilita a visibilidade do nível de estoque, por meio das coletas frequentes com apenas as peças necessárias, nas quantidades necessárias, na hora solicitada e dentro de embalagens padronizadas;
- Reduz o número de veículos dentro da fábrica do cliente, melhorando a coordenação destes;

- Utiliza o mesmo veículo para a coleta em vários fornecedores;
- Nivelada e torna previsível o fluxo diário de recebimento de materiais;
- Melhora a administração das embalagens retornáveis, já que estas são padronizadas, e o fornecedor terá um número determinado de embalagens, o qual estará dentro do ciclo de coleta de materiais;
- Melhora a comunicação entre cliente e fornecedor, decorrente das frequentes coletas e entregas de materiais.

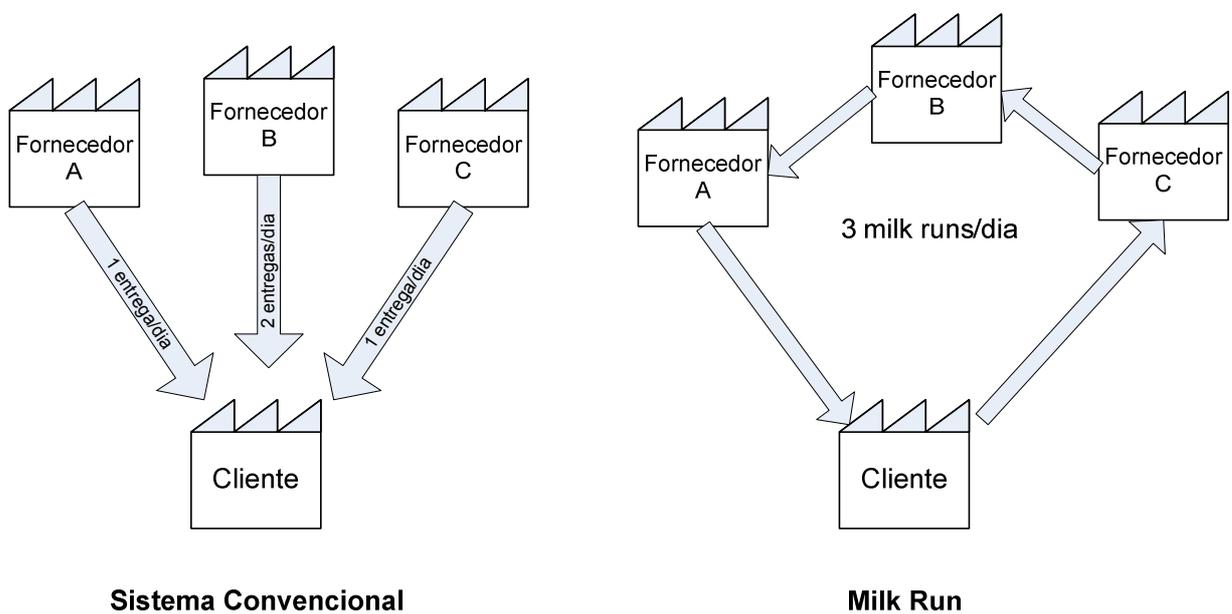


Figura 2.11 – Sistema Convencional de Coleta versus Milk Run. Fonte: Adaptado de Baudin (2004).

Entretanto, apesar do sistema *milk run* ser um eficiente método na aplicação dos conceitos enxutos, ele não é aplicável a todos os tipos de materiais e fornecedores. *A priori*, esse sistema é usado para materiais que tenham uma demanda frequente, necessários em quantidades moderadas e cujos fornecedores estejam localizados próximo ao cliente. A seguir são apresentadas algumas situações em que o sistema *milk run* não é aplicável (BAUDIN, 2004; MOURA & BOTTER, 2002):

- Quando o volume de entrega dos materiais é grande ou o tamanho do próprio material ocupa a capacidade total do veículo que executa a operação de coleta –

faz mais sentido dedicar veículos exclusivos para a entrega destes e deixar o fornecedor como responsável pelas entregas;

- Materiais que são solicitados esporadicamente, em pequenas quantidades, e de fornecedores que não fazem o abastecimento regularmente;
- Em situações nas quais o fornecedor não está localizado próximo ao cliente, o que acarreta um custo de transporte excessivo. Porém, através de centros de consolidação ou instalações *cross-docking*, é possível manter fornecedores no sistema *just-in-time* mesmo a centenas de quilômetros de distância (Figura 2.12).

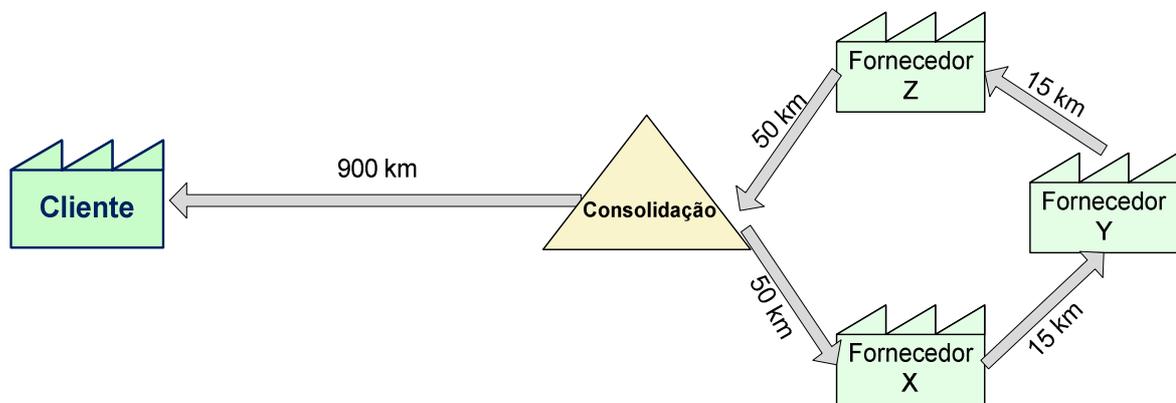


Figura 2.12 – Entrega de Materiais Através de um Centro de Consolidação. Fonte: Adaptado de Baudin (2004).

2.4.3 Puxando e Entregando Materiais em Ambiente de Manufatura Enxuta

Comumente encontrado em ambientes de manufatura enxuta, a figura 2.13 ilustra uma sistemática típica de solicitação de materiais aos fornecedores através do sistema *kanban*.

O processo inicia-se com o operador gerando um sinal de reposição após ter consumido o material no posto de trabalho (1). Esse sinal pode ser um cartão *kanban* de retirada que é depositado em uma caixa de coleta, uma luz que ascende em um quadro *andon*, sinais eletrônicos, ou simplesmente a embalagem vazia. Em seguida, tomando como exemplo os cartões *kanban* de retirada, o abastecedor de materiais – por meio de rotas de abastecimento predeterminadas e tempos fixos – coleta tais cartões e dirige-se ao supermercado de itens comprados (2). Chegando ao supermercado, ele deve localizar o item identificado nos cartões de retirada para, então,

retirar o cartão originalmente contido nas embalagens – *kanban* de compras do fornecedor – e substituí-lo pelo cartão de retirada (3). O material é levado até o processo produtivo com o *kanban* de retirada (4) enquanto que o cartão de compras é levado para um quadro *kanban* ou para uma caixa de compras de material (5). Por fim, em momentos pré-estabelecidos, é feita a contagem dos cartões de compra do quadro ou da caixa de compras para então ser realizado o pedido dos materiais aos fornecedores (6).

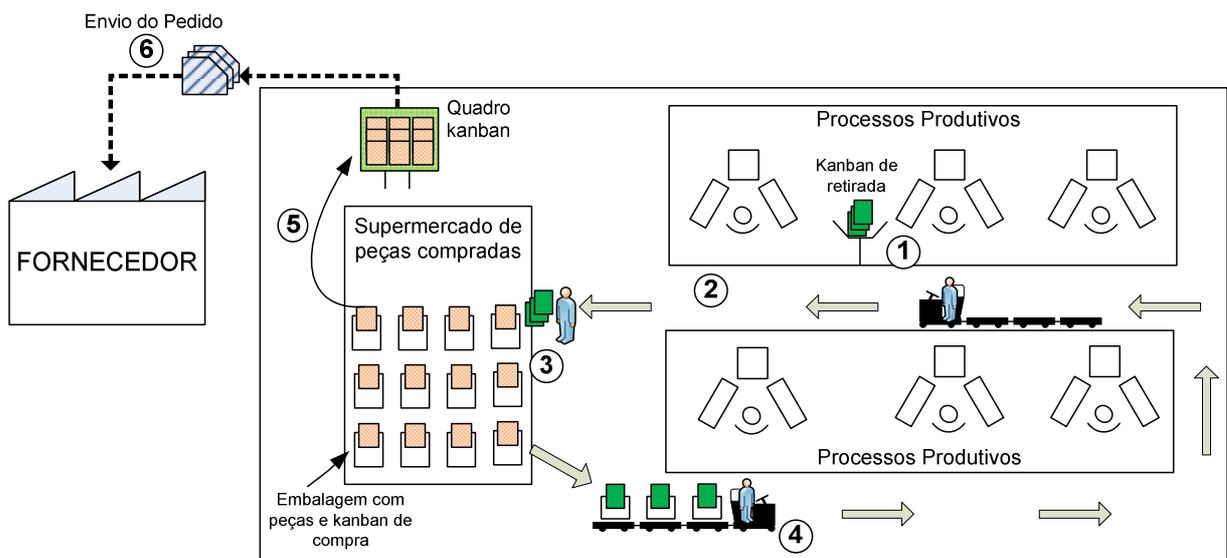


Figura 2.13 – Processo de Puxada de Materiais Através do Kanban. Fonte: Elaborado pelo autor (2009).

O envio dos pedidos aos fornecedores através do *kanban* de fornecedor pode ser realizado de inúmeras maneiras. Uma maneira comumente utilizada é, após a contagem dos cartões, transmitir o pedido ao fornecedor por telefone, fax ou *e-mail*. De modo mais simples, Monden (1998) relata que, quando as distâncias são curtas e as entregas frequentes, os cartões e embalagens vazias podem ser enviados pelos caminhões que estão trazendo as peças solicitadas no pedido anterior.

Antagonicamente, com o uso de um leitor de código de barras ou de etiquetas de rádio frequência, pode-se escanear os cartões *kanban* e enviá-los ao fornecedor por meio de uma rede de Intercâmbio Eletrônico de Dados (EDI), ou internet, da qual eles serão impressos e destinados à próxima entrega (BAUDIN, 2004; WOMACK & JONES, 2004). Outra forma que também usufrui a tecnologia é o uso de câmeras *webcam*, que

disponibilizam, de maneira instantânea (*online*), ao fornecedor, a situação do quadro *kanban* do cliente (CARVALHO, 2005, BAUDIN, 2004).

Vale ressaltar que, de modo contrário ao sistema de movimentação de materiais por meio de rotas de abastecimento predeterminadas e com tempos fixos, o sistema de quantidades fixas e tempos variáveis é igualmente utilizado em ambientes de manufatura enxuta. Nesse sistema, determina-se um ponto (baseado em uma quantidade fixa de peças) que irá sinalizar a necessidade de movimentação dos materiais entre os locais. O tempo para a entrega das quantidades, bem como a rota percorrida, varia conforme a necessidade, e é através de um claro sinal visual ou sonoro que se identifica quando um material necessita ser movido para um processo de produção (SMALLEY, 2004; MONDEN, 1998).

As operações enxutas, muitas vezes, necessitam dos dois estilos de movimentação. Quando a meta é mover frequentemente o material para uma área de produção em combinação com um intervalo de tempo, o transporte de tempo fixo é mais adequado. Todavia, quando os intervalos são muito infrequentes ou as peças são muito pesadas ou volumosas, tais como para-brisas automotivos, a movimentação com quantidade fixa pode ser melhor (SMALLEY, 2004).

Por fim, o processo de entrega dos materiais solicitados pelo *kanban* de fornecedor é realizado em horários pré-estabelecidos (janelas de entrega) e disponibilizado em docas de recebimento. Uma vez recebido, os materiais são inspecionados em relação à quantidade e qualidade dos componentes, sendo que essas inspeções podem ser baseadas em amostras ou no lote inteiro recebido. Após terem sido aprovados na inspeção de recebimento, os componentes são levados ao supermercado de itens comprados, onde permanecerão até serem solicitados pelos processos produtivos.

No entanto, esse procedimento de dupla puxada através de dois ciclos *kanban* – *kanban* de retirada interno e *kanban* de fornecedor – acaba por gerar várias perdas aos clientes e fornecedores desse sistema. Dito isso, Hall (1983) afirma que o verdadeiro objetivo do *just in time* é a conexão direta entre os processos fornecedores e clientes, de maneira que as entregas de materiais provenientes dos fornecedores sejam realizadas diretamente no processo produtivo do cliente, sem qualquer estoque

regulador intermediário e inspeção de recebimento. Conceitualmente, significa dizer que o verdadeiro cliente dos componentes solicitados, o processo produtivo, deve recebê-los diretamente dos fornecedores. Desse modo, eliminar-se-ia a necessidade de um supermercado de itens comprados, bem como de todos os recursos para sua manutenção, e ganhar-se-ia em transparência no decorrer de todo o processo.

2.5 ABASTECENDO MATERIAIS NO SISTEMA SHIP TO LINE

Como dito anteriormente, o objetivo das entregas *just in time* é justamente a criação de um fluxo uniforme entre os processos produtivos, sejam esses internos ou externos à empresa. Porém, viabilizar uma logística de abastecimento na qual as peças e os componentes são entregues em pequenas quantidades diretamente no ponto de uso do processo cliente exige dos envolvidos maior ênfase nos quatro princípios relatados na seção 2.3.2 (sistema puxado, nivelamento da carga, entregas frequentes e qualidade assegurada).

Salientam-se principalmente os princípios do nivelamento da carga e das entregas frequentes, pois, juntos, possibilitam as entregas constantes em pequenas quantidades aos clientes. Todavia, tendo em vista que os custos de transporte são influenciados por fatores como frequência e distância de entrega, e volume da carga transportada, as entregas de peças em pequenas quantidades acabariam por aumentar os custos de transporte do sistema. Entretanto, conforme relatado anteriormente, esses custos de transporte podem ser compensados por intermédio dos sistemas de coleta de materiais *milk-run* ou de centros de consolidação (BAUDIN, 2004).

Schonberger (1993) relata que, para superar o pressuposto das entregas frequentes, a Manufatura Enxuta busca reduzir a distância entre as empresas clientes e fornecedoras, viabilizando uma conexão mais direta entre as partes. Nesse contexto, a indústria automobilística foi precursora na implantação de arranjos produtivos caracterizados pela alocação de fornecedores-chave muito próximos à montadora.

Destacam-se os arranjos de *condomínio industrial* e *consórcio modular*, que buscam maior flexibilidade e integração entre a montadora e os fornecedores de primeira

camada, chamados também de *modulistas* ou *sistemistas*, justamente por fornecerem módulos e conjuntos de componentes à montadora. O consórcio modular pode ser considerado o caso extremo do condomínio industrial, visto que os fornecedores estão localizados na fábrica da montadora e são, inclusive, responsáveis pela montagem dos módulos na linha de montagem (SALERNO *et al.*, 1998).

Nesses arranjos, o abastecimento *Ship to Line* é uma constante concretizada através dos conceitos *just in time* (JIT) e *just in sequence* (JIS). Esses sistemas de abastecimento de materiais são apresentados nas seções abaixo.

2.5.1 JIT – Diretamente na Linha

O abastecimento *just in time* de componentes diretamente na linha de montagem da montadora caracteriza-se pela presença de um pequeno supermercado de componentes ao lado da linha de montagem, o qual é responsável pela puxada de componentes dos fornecedores por intermédio do *kanban*. Percebe-se, aqui, que a conexão entre a linha de montagem e o fornecedor é realizada com apenas um ciclo *kanban*, e não dois ciclos como abordado na seção 2.4.3. Segundo Monden (1998), esse sistema é mais indicado para componentes pequenos e padronizados com pouca variedade de modelos.

Gomes (2003) relata em seu estudo sobre a montadora Volkswagen/Audi do Brasil o processo de abastecimento JIT de chicotes elétricos. O autor descreve que um supermercado de chicotes elétricos equivalente a duas horas de produção é localizado ao lado da linha de montagem da montadora e que, a cada hora, um operador logístico circula em todos os pontos de abastecimento de chicotes elétricos na linha de montagem, recolhendo todas as embalagens vazias e cartões *kanban*. Em seguida, o operador logístico retorna ao fornecedor para entregar as embalagens vazias e coletar novos chicotes elétricos correspondentes aos cartões *kanban*. Feito isso, o operador logístico retorna de imediato à montadora para entregar os chicotes elétricos diretamente nos pontos de abastecimento na linha de montagem.

Portanto, por meio de entregas frequentes e um bom grau de nivelamento da linha de montagem da montadora, torna-se possível a manutenção de supermercados reduzidos com poucas horas de produção ao lado da linha de montagem.

2.5.2 JIS – Diretamente na Linha

As entregas JIS, também chamadas de *just in time* sequenciado ou abastecimento sincronizado (*synchronous supply*), são utilizadas comumente para componentes grandes, com alta variedade de modelos e com maior valor agregado, tais como: transmissões, motores, bancos, pneus, para-choques, painéis de instrumentos, etc.

Nesse sistema, a montadora informa aos fornecedores de primeira camada, localizados no condomínio industrial ou próximos à montadora, a exata sequência de módulos ou de conjuntos que deverá ser entregue na linha de montagem – isso tudo realizado momentos antes de os automóveis ali entrarem. Tal sistema diferencia-se das entregas JIT pelo fato das entregas dos componentes serem sequenciadas e por não haver um supermercado de componentes entre a montadora e o fornecedor, visto que os módulos só são produzidos e entregues quando confirmados pela montadora (NETO & PÍRES, 2007; BAUDIN, 2004; GOMES, 2003; MONDEN, 1998).

O processo de entrega dos componentes pode ser subdividido em dois momentos: Primeiro, a partir do momento em que o veículo entra na área de Armação, onde é construído fisicamente, a montadora transmite ao fornecedor via EDI (*electronic data interchange*) os módulos que serão necessários para a linha de montagem. Essa informação é transmitida com uma antecedência que pode variar de 10 horas até 2 dias (GOMES, 2003). Nesse instante, o fornecedor inicia o processo de produção dos módulos requisitados pela montadora. Segundo, após os veículos saírem da área de pintura, a montadora transmite ao fornecedor a exata sequência dos módulos que deverão ser entregues na linha de montagem. Nesse momento, a fornecedora sequencia os módulos conforme solicitado e entrega na linha de montagem da montadora. Essa informação é transmitida com uma antecedência que pode variar de 2 à 4 horas. Por fim, a entrega dos módulos na linha de montagem é realizada em ciclos

de entrega que variam de 2 horas a até 30 minutos (BENNETT & O'KANE, 2006; DESMOND, 2001; MONDEN, 1998).

Vale ressaltar que, nesse sistema, faz-se necessário o uso extensivo da tecnologia da informação, haja vista a troca incessante e em tempo real das informações referentes ao plano e ao sequenciamento da produção.

Contudo, Lyons *et al.* (2006) argumentam que, para se obter maior responsividade e eficiência na cadeia de suprimentos, o sistema JIS deve ser expandido para os fornecedores de segunda camada, e não somente aos de primeira camada. Dessa maneira, o ponto de desacoplamento do pedido do cliente (*customer order decouple point*) estaria localizado nos fornecedores de segunda camada, aumentando, assim, a capacidade da cadeia de suprimentos de montar contra pedido (*assembly to order*).

Realizada a explanação dos dois conceitos de abastecimento *Ship to Line*, a figura 2.14 ilustra o exposto acima:

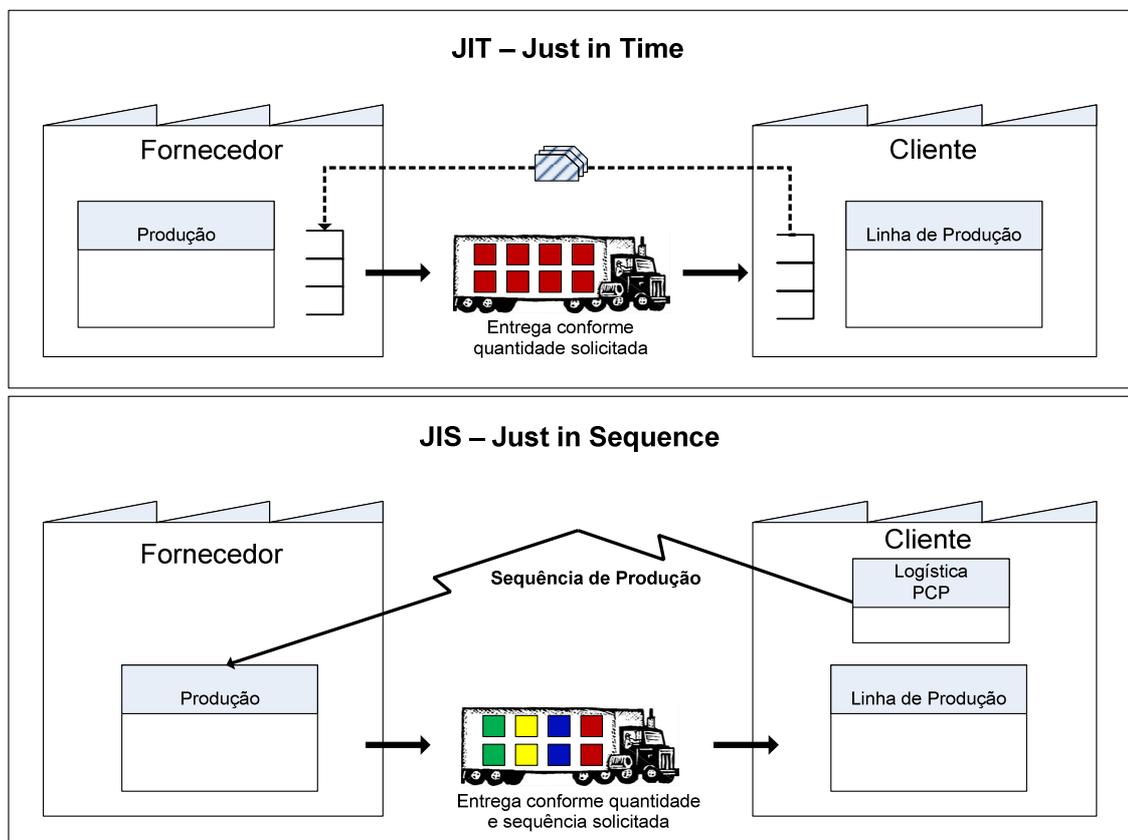


Figura 2.14 – Sistemática de Abastecimento *Ship to Line* segundo os Conceitos JIT e JIS.
Fonte: Elaborado pelo Autor (2009).

2.5.3 Benefícios do Abastecimento *Ship to Line*

De modo geral, a análise dos benefícios e da viabilidade do abastecimento *Ship to Line* surge da comparação entre os ganhos gerados pela diminuição dos estoques de produtos (bem como de toda a infraestrutura para sua manutenção) e o aumento nos custos de transporte, sendo ambos fruto das entregas frequentes em pequenos lotes.

Embora os custos de transporte possam ser atenuados por meio da proximidade física entre cliente e fornecedor, e ainda por sistemas de coleta *milk run*, o abastecimento *Ship to Line* acarreta outros benefícios intrínsecos à filosofia da Manufatura Enxuta.

Ou seja, como o sistema de entregas diretas na linha exige maior sincronia entre cliente e fornecedor, isso acaba criando melhorias nos padrões de qualidade dos produtos fornecidos (qualidade assegurada), simplificação dos processos de recebimento e controle de materiais (sem inspeções de qualidade e quantidade), e redução dos retrabalhos e atrasos de entrega.

Ademais, pode-se reduzir as principais causas do efeito chicote, como a diferença dos tamanhos de lote, as variações nos parâmetros de programação, os atrasos no envio das informações e, ainda, a falta de transparência entre as partes.

No entanto, há de se destacar que, em certas situações, o abastecimento *Ship to Line* não se traduz em benefícios aos envolvidos. Conforme já mencionado, em ocasiões nas quais o fornecedor encontra-se distante do seu cliente, realizar entregas frequentes direto na linha deste implicaria elevados custos de transporte, inviabilizando, assim, os ganhos com a redução dos estoques. Outra situação seria aplicar esse sistema com componentes de baixo valor agregado – como porcas, arruelas e parafusos – pois o lucro na forma de estoques reduzidos seria mínimo. Além disso, uma única caixa de tais componentes pode geralmente alimentar dias de produção, tornando ilógico o abastecimento frequente desses itens (BAUDIN, 2004; MONDEN, 1998).

Baudin (2004) relata que esses componentes de baixo valor agregado podem ser abastecidos pelo sistema VMI (*vendor managed inventory*), no qual o fornecedor é responsável pelo monitoramento da demanda e dos níveis de estoque de seus produtos

junto ao cliente. Para operacionalizar esse conceito, o fornecedor tem acesso aos dados de seu inventário no cliente e à informação da demanda bruta, tendo a autonomia de repor o estoque do cliente de acordo com uma política mutuamente acordada.

Isso corrobora a experiência da indústria automobilística que, conforme apresentado acima, aplica o sistema *Ship to Line* somente com fornecedores próximos à montadora e para os componentes com certo valor agregado.

Complementando esse cenário, destacam-se alguns pontos levantados por Arkader (1998) sobre as vantagens e desvantagens no relacionamento de condomínio industrial da indústria automobilística. Assim, no que concerne à montadora, os principais benefícios citados são:

- Aumento no giro e redução nos custos de estoques;
- Maior responsividade e flexibilidade no suprimento, uma vez que os fornecedores estão localizados bastante próximos à montadora, possibilitando entregas frequentes em baixos volumes;
- Melhor comunicação com o fornecedor e diminuição da burocracia;
- Melhoria na qualidade dos produtos fornecidos e diminuição das falhas de entrega;
- Maior velocidade no desenvolvimento de novos produtos.

Do lado dos fornecedores, as vantagens levantadas pelo autor são as seguintes:

- Redução dos estoques de produtos acabados, devido à maior integração e compartilhamento de informações e sincronização do processo produtivo com o da montadora;
- Planejamento e programação da produção com maior integração, bem como com recebimento de informações confiáveis de longo, médio e curto prazos, possibilitando melhoria nas atividades de planejamento e controle da produção;
- Maior eficácia no desenvolvimento de novos produtos.

Faz-se também referência às principais desvantagens para a montadora:

- Maiores custos de comunicação e coordenação;
- Maior risco de paradas de linha devido a falhas de entrega ou problemas de qualidade;
- Aumento da dependência mútua, tornando-se necessário o apoio a fornecedores com dificuldades.

Para os fornecedores, o autor aponta estas desvantagens:

- Maiores pressões quanto ao nível de serviços prestados, o que, muitas vezes, causa custos adicionais à fornecedora;
- Maiores custos de comunicação e coordenação;
- Maiores investimentos de risco, em muitos casos com instalações de fábricas localizadas próximas às plantas produtivas dos clientes.

Por fim, pode-se dizer que as entregas frequentes de materiais em pequenos lotes diretamente na linha do cliente ratificam os objetivos da Manufatura Enxuta, ou seja, reduz-se o tempo de atravessamento (*lead time*), melhora-se a qualidade dos produtos e minimiza-se os custos totais.

2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO 2

Neste capítulo procurou-se situar o sistema *Ship to Line* no contexto da Manufatura Enxuta e da Cadeia de Suprimentos, evidenciando que tal sistema logístico busca exatamente a otimização da logística de abastecimento, incorporando a filosofia enxuta no intuito de criar maior integração e sincronia de suprimentos entre cliente e fornecedor.

Amparado pelo conceito de Logística Enxuta, cuja meta é desempenhar maior nível de serviço ao cliente por meio de custos logísticos reduzidos, buscou-se apresentar algumas características da logística de abastecimento em ambiente de Manufatura

Enxuta, tais como o sistema *kanban*, o canal de suprimentos *milk run* e o funcionamento da puxada de materiais através do *kanban*.

Na sequência abordou-se o tema *Ship to Line*, no qual foi percebido o pioneirismo da indústria automotiva na aplicação deste com seus fornecedores de primeira camada, geralmente situados em condomínio industrial. Ainda, ilustrou-se que as entregas de materiais diretamente na linha do cliente (montadora) são abarcadas pelos conceitos *just in time* ou *just in sequence*.

Portanto, com o objetivo de melhor compreender os elementos que regem o sistema de abastecimento *Ship to Line*, o presente capítulo pôde levantar os principais pressupostos norteadores desse sistema logístico, os quais podem ser sintetizados e categorizados segundo quatro critérios:

- **Relações** – é fundamental estabelecer relações duradouras de parceria entre cliente e fornecedores para que o sistema seja sustentável e resulte em ganhos aos envolvidos.
- **Estrutura** – o passo inicial para que se leve a cabo um sistema *Ship to Line* é o fato de que tanto cliente quanto fornecedores possuam maturidade suficiente em relação aos conceitos e às práticas enxutas. Além disso, o fator de proximidade física entre os parceiros é de extrema relevância para a redução dos custos e a amplificação dos ganhos.
- **Foco** – o foco principal desse sistema está nos itens de alto valor agregado que possuem um volume de consumo regular.
- **Sistemática** – no que tange à sistemática de funcionamento, o *Ship to Line* deve apresentar os seguintes fatores: sistema puxado, nivelamento da carga (produção e compras), entregas frequentes em pequenos lotes, e qualidade assegurada dos produtos fornecidos e do serviço logístico.

Realizado a fundamentação bibliográfica sobre os assuntos pertinentes à pesquisa, será apresentado em maiores detalhes no capítulo 3 o método proposto para a implementação do sistema *Ship to Line*.

CAPÍTULO 3

3. MÉTODO PROPOSTO

Neste capítulo, será descrito em detalhes o método proposto, que tem por objetivo direcionar a implementação de um sistema de abastecimento de materiais no qual os fornecedores entreguem os componentes diretamente no processo produtivo do cliente, sem armazenagem intermediária.

Não será proposto um cronograma de implementação, pois a duração de cada um dos passos descritos a seguir está diretamente relacionada com a complexidade do sistema abordado, o que torna uma generalização difícil de ser alcançada. Ademais, vale ressaltar que, em algumas situações, as etapas do método proposto podem ser executadas de forma paralela, e não de forma unicamente sequencial.

O método proposto foi estruturado em quatro fases, sendo cada uma delas, desdobradas em passos menores que focam nos detalhes da implementação: 1) Diagnóstico de Viabilidade do *Ship to Line*; 2) Definição do Projeto; 3) Mapeamento Estendido; e 4) Plano de Implementação. A figura 3.1 ilustra a visão esquemática do método proposto.

A partir deste ponto, cada uma das fases do método proposto será descrita em maiores detalhes, conforme a sequência natural do método.

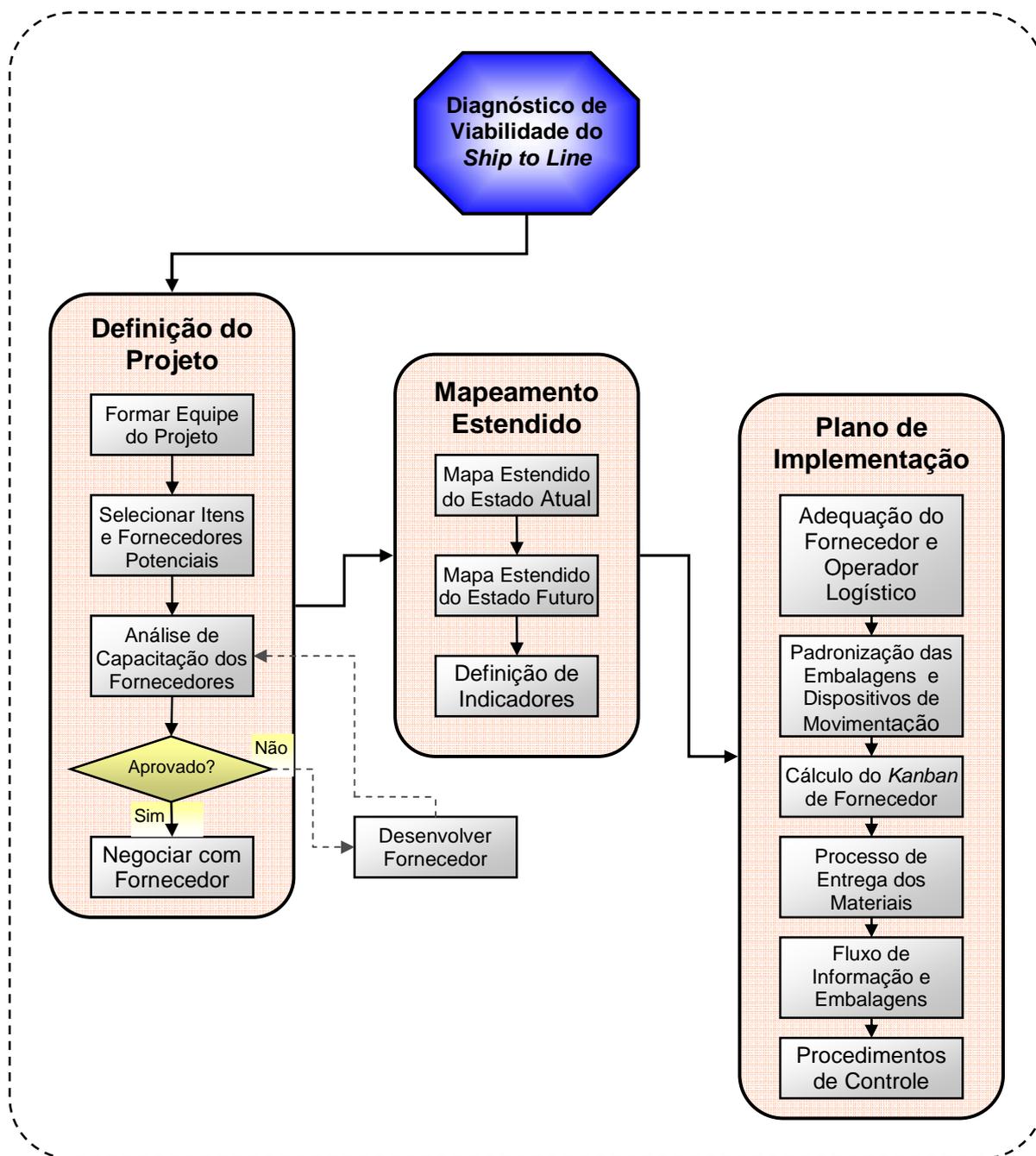


Figura 3.1 – Visão Esquemática do Método Proposto. Fonte: Elaborado pelo Autor (2009).

3.1 DIAGNÓSTICO DE VIABILIDADE DO SHIP TO LINE

Antes de iniciar efetivamente um projeto de um sistema de abastecimento *Ship to Line*, a empresa deve realizar uma autoavaliação sobre o seu grau de experiência em relação às práticas da Manufatura Enxuta. Em termos simples, a empresa deve analisar o progresso e o conhecimento adquiridos com projetos e ações de melhoria realizados até o momento em sua unidade fabril, de modo a discernir se seus processos e métodos estão preparados para suportar um sistema logístico de tamanha sincronia.

Essa avaliação torna-se importante pelo fato de que um sistema de abastecimento direto na linha exige de seus envolvidos um expressivo domínio das práticas enxutas, caso contrário, o sistema não resultará em benefícios para a empresa e seus fornecedores. De fato, a empresa deve estar imersa na cultura de enxergar e eliminar os desperdícios por meio de soluções que busquem o fluxo suave dos produtos, garantam a produtividade e a qualidade, e reduzam os custos.

Vale destacar que um sistema de abastecimento *Ship to Line* pressupõe uma série de fatores indispensáveis para o seu pleno desempenho. Primeiramente, deve haver um elevado padrão de organização industrial, como, por exemplo, por intermédio de programas 5S. Além disso, pressupõe-se um sistema puxado por meio de sinais visíveis como o *kanban*, que, por sua vez, demanda tempos de *setup* reduzidos, certo grau de nivelamento da produção, estabilidade básica e elevada qualidade nos produtos fornecidos. Ressalta-se, ainda, a necessidade de processos padronizados que sinalizem, de imediato, qualquer situação de não conformidade, solicitando ajuda para a resolução dos problemas no momento em que ocorrem.

Outro pressuposto do sistema *Ship to Line* é possuir uma relação de proximidade com seus fornecedores, a título de disseminar os conceitos enxutos e criar laços duradouros, de modo que as melhorias nos processos logísticos sejam efetuadas naturalmente. De fato, é fundamental que a empresa já possua um programa de disseminação dos conceitos e métodos da Manufatura Enxuta aos fornecedores, o que possibilita uma melhor compreensão do envolvimento dos fornecedores para com a empresa e,

também, da experiência destes em abastecer a empresa no sistema de suprimentos puxado.

Por possuir um papel fundamental no sucesso de um sistema *Ship to Line*, a análise criteriosa da capacidade e da disponibilidade do fornecedor está prevista na etapa inicial do método proposto, que será apresentada posteriormente (item 3.2.3).

Contudo, avaliando o seu grau de experiência na aplicação das práticas enxutas, a empresa deve responder a seguinte pergunta: “*estamos preparados para implementar um sistema de abastecimento Ship to Line?*”.

A resposta para essa questão não envolve um número exato facilmente mensurável, mas uma análise particular para cada situação, haja vista a singularidade de cada cenário vivenciado.

Em caso de resposta positiva a essa pergunta, a empresa pode prosseguir com o início do projeto, caso contrário, ela deve aguardar até o momento em que possa ter experiência e capacidade suficientes para estabelecer uma logística *lean*, tal como o *Ship to Line*.

3.2 DEFINIÇÃO DO PROJETO

A primeira fase do projeto se limita à formação de uma equipe, à escolha dos itens que serão o objeto de estudo, e à integração dos fornecedores mediante uma relação de parceria na execução do projeto.

3.2.1 Formar Equipe do Projeto

Tendo em vista que um sistema logístico de abastecimento *Ship to Line* envolve a interação de pessoas de diversas áreas da empresa, a equipe do projeto deve ter caráter multifuncional. Deve, portanto, envolver membros das áreas de manufatura, engenharia industrial, logística (planejamento e controle da produção), compras e

qualidade, bem como interagir de maneira aberta e com foco nos ganhos sistêmicos da operação, e não em benefícios isolados de uma área em particular.

Contudo, o patrocínio da diretoria e da gerência é essencial para o sucesso do projeto, do contrário, a resistência à mudança, apresentada por certos indivíduos, pode comprometer ou inviabilizar o progresso do projeto (WOMACK & JONES, 2004).

Baseado em Rother & Shook (2003), é mandatório que o líder do projeto possua conhecimento em manufatura enxuta e que consiga enxergar além das fronteiras departamentais e da cadeia de suprimentos. Descrevem-se, a seguir, outros requisitos do líder do projeto:

- Reportar o andamento do projeto a um patrocinador influente (diretoria ou gerência);
- Pertencer a um departamento que esteja diretamente relacionado com a produção do produto (ex: manufatura);
- Capacidade de trabalho em grupo;
- Liderar a criação dos mapas do fluxo de valor do estado atual, do estado futuro e do plano de ação para a transformação;
- Ter foco na implementação do projeto por meio de monitoramento diário dos aspectos da implementação e do fluxo de valor.

3.2.2 Selecionar Itens e Fornecedores Potenciais

A decisão de quais componentes ou família de componentes farão parte do novo sistema de abastecimento de materiais é de extrema importância para o sucesso do projeto. Para isso, é fundamental que se faça um levantamento de todos os componentes e fornecedores que suprem a empresa, classificando-os de acordo com os critérios explanados nessa seção.

Primeiramente, deve-se selecionar os itens que possuam um alto volume de demanda e consumo regular. Com isso, a redução dos estoques advindos do novo sistema de

abastecimento de materiais é mais significativa, haja vista o grande volume de compras desses itens. Cabe ressaltar a importância do consumo regular, pois em ambientes de produção em massa – caracterizada por longas campanhas de produção – os produtos com alto volume de demanda acabam sendo produzidos sem uma regularidade, o que indica que o sistema *Ship to Line* operaria sem um ritmo consistente. Em outras palavras, um item de alto volume de demanda poderia ser produzido em um grande lote de produção durante duas semanas consecutivas, demandando o abastecimento *Ship to Line* durante esse período, enquanto que o restante do mês não seria produzido, fazendo com que o sistema *Ship to Line* permanecesse ocioso. Percebe-se, com isso, a importância do nivelamento da produção para que os produtos sejam produzidos com maior regularidade e em pequenos lotes.

Identificados os itens de alto volume e consumo regular, deve-se, em seguida, selecionar aqueles com maior valor agregado, ou seja, com maior custo para empresa. Feito isso, busca-se priorizar os itens adquiridos de fornecedores regionais, localizados próximo à empresa, visto que, como o novo sistema logístico implica entregas mais frequentes dos fornecedores para a diminuição dos estoques, fornecedores localizados a longas distâncias acarretariam maiores custos de frete e tempos de entrega mais demorados.

Com base em algumas práticas da indústria automobilística (LIMA, 2004), pode-se definir como fornecedores regionais aqueles que estão acerca de 100km de distância da empresa. O autor relata que em duas montadoras situadas no estado de São Paulo, os fornecedores que entregam os módulos diretamente na linha de montagem no sistema *just in time* e *just in sequence* estão localizados a uma distância de até 100km. No tocante ao sistema *just in sequence*, apesar de ser facilitado em ambientes de condomínio industrial (fornecedores situados no mesmo terreno da montadora), pode ser igualmente viabilizado em distâncias maiores, como é o caso da empresa Injex (Califórnia) que fornece painéis à montadora NUMMI (Fremont) localizada acerca de 23km de distância (BAUDIN, 2004).

Outro fator importante é a consideração do tamanho e do peso do item fornecido. Componentes grandes e pesados podem ser priorizados em virtude da redução da área

por eles ocupada em um almoxarifado de peças compradas. No entanto, deve-se enfatizar a entrega dos componentes em tamanhos de lotes reduzidos para que não haja excesso de área ocupada ao lado do processo produtivo. É digno de nota que o fator de tamanho e peso dos itens não deve ser o de maior peso na decisão, pois o foco do sistema *Ship to Line* está nos itens que representam maior potencial de redução de custos, ou seja, itens de valor agregado e alto giro.

Em suma, os fatores-chave para a seleção dos itens e fornecedores que farão parte do sistema logístico *Ship to Line* são:

- Itens com alto volume de demanda e com consumo regular;
- Itens com valor agregado (custo alto para empresa);
- Fornecedor localizado próximo à empresa;
- Itens grandes e pesados.

Vale ressaltar, entretanto, que esse processo de análise dos itens e fornecedores potenciais para o projeto contribui diretamente para reavaliação da política estratégica da cadeia de suprimentos. Ou seja, pode haver situações nas quais os fornecedores potenciais estão localizados distante da empresa (centenas de quilômetros de distância), o que demandaria da empresa avaliar estratégias com o intuito de trazer estes mais próximos de sua unidade produtiva. Assim, depois de identificados os itens e fornecedores potenciais, pode-se definir estratégias de suprimento que busquem maior proximidade entre os parceiros da cadeia produtiva.

Por fim, é importante destacar que os fatores-chave mencionados acima se referem aos itens que devem ser priorizados para tal sistema logístico, no entanto, à medida que o *Ship to Line* vai se consolidando, podem-se incluir outros componentes tais como os de baixo volume e consumo irregular.

3.2.3 Análise de Capacitação dos Fornecedores

Uma vez selecionado o item e o respectivo fornecedor, a equipe deve avaliar a capacidade do fornecedor em atender aos requisitos do novo sistema logístico.

Como pressuposto inicial, os itens selecionados devem possuir um excelente histórico de suprimentos (defeitos de qualidade e falhas de entrega), visto que tais itens serão entregues diretamente no processo produtivo cliente, sem inspeção de qualidade e quantidade na área de recebimento. Nesse sentido, Desmond (2001) relata que a montadora Nissan exige de seus fornecedores de primeira camada – fornecedores no sistema JIS – uma taxa de defeitos de qualidade abaixo de 50 PPM (peças por milhão).

Essa etapa do projeto, entretanto, visa a um entendimento mais acurado das capacidades e limitações do fornecedor, e não se limita apenas à coleta de indicadores tais como qualidade dos itens fornecidos e fidelidade de entrega.

Com isso, torna-se mandatório ir até o fornecedor e levantar os dados reais de sua situação atual. Para isso, pode-se mapear o fluxo de valor da família de produtos em questão por meio da ferramenta de mapeamento do fluxo de valor (VSM – *Value Stream Mapping*). Nesse mapa procura-se enfatizar os seguintes dados:

- Disponibilidade das máquinas;
- Flexibilidade da produção (expressa mediante o número de setup);
- Tempo de atravessamento (*lead time*) e giro de estoque;
- Tamanho dos lotes.

De modo a complementar as conclusões obtidas no mapeamento, a equipe deve analisar também as práticas de gestão e organização industrial do fornecedor, com o intuito de perceber se suas ações de melhoria são consistentes e se apresentam foco bem definido.

Baseando-se na avaliação realizada, a equipe deve, então, responder a seguinte questão: “*nosso fornecedor está apto a fornecer materiais em um sistema de*

abastecimento Ship to Line, com qualidade assegurada e entregas frequentes em lotes reduzidos?”.

Caso a resposta for negativa, o projeto não deve ir adiante, visto que os riscos seriam altos para a empresa. Dessa maneira, o objetivo está em oferecer suporte ao fornecedor, para que este se desenvolva e seja capaz de, futuramente, estabelecer uma logística *Ship to Line*. Em caso de resposta positiva, o projeto pode seguir adiante por meio da negociação com o fornecedor.

Um ponto importante a se ressaltar é referente ao desenvolvimento contínuo dos fornecedores. Usualmente, tanto o abastecimento JIT como o JIS acarretam aumento de custos aos fornecedores (na forma de estoques maiores para garantir o suprimento de seus clientes), porém, à medida que o fornecedor dissemina as práticas enxutas em sua própria fábrica, os custos tendem a diminuir e gerar ganhos de competitividade para ambos os lados, fornecedor e cliente (DONG *et al.*, 2001).

Além disso, segundo o levantamento de Matson (2007), empresas de pequeno e médio porte do segmento automotivo que implementaram as práticas enxutas relatam que os problemas de maior reincidência em seus sistemas produtivos são as falhas de entrega dos fornecedores e a qualidade das peças fornecidas.

Corroborar-se, assim, a importância de se selecionar bons fornecedores e desenvolvê-los continuamente para que o sistema de abastecimento *Ship to Line* desempenhe plenamente o seu papel.

3.2.4 Negociação com o Fornecedor

Nesta etapa, pretende-se negociar com o fornecedor a implantação do projeto logístico em questão. Deve-se apresentar a importância que um sistema de abastecimento de materiais diretamente na linha do cliente tem no processo de disseminação dos conceitos da Manufatura Enxuta aos fornecedores, bem como a necessidade de um relacionamento de parceria na execução do projeto. Objetiva-se obter o acordo do

fornecedor para que os passos seguintes do método sejam realizados com a devida ênfase, ou seja, com a sua participação.

Pode-se, ainda, ministrar, se necessário, um treinamento aos fornecedores sobre os conceitos da Manufatura Enxuta e os pressupostos das entregas de materiais diretamente no processo produtivo, a fim de adquirir maior confiança para o desenvolvimento do projeto.

3.3 MAPEAMENTO ESTENDIDO

Definido o foco do projeto, deve-se de imediato iniciar o mapeamento estendido dos estados atual e futuro, bem como o estabelecimento de indicadores de acompanhamento do projeto.

3.3.1 Mapeamento Estendido do Estado Atual

A literatura sobre mapeamento de fluxo de valor (ROTHER & SHOOK, 2003; DUGGAN, 2002) bem como sobre mapeamento de fluxo de valor estendido (WOMACK & JONES, 2004), definem como primeiros passos de um mapeamento a seleção de uma família de produtos.

Dito isso, uma vez que a equipe tenha escolhido os itens e os seus respectivos fornecedores (seção 3.2.2), pode-se começar a mapear o estado atual dos fluxos de material e informações entre o cliente e o fornecedor.

Por se tratar de um fluxo logístico, esse mapa difere-se um pouco do mapeamento do fluxo de valor tradicional (VSM), visto que envolve extensivamente o processamento de informação e o transporte e movimentação dos materiais e componentes. No entanto, a mensuração do tempo de cada atividade do processo e, principalmente, do tempo de atravessamento total (*lead time*) permanece a mesma.

Desse modo, pretende-se detalhar cada etapa do processo de envio e processamento do pedido entre cliente e fornecedor, assim como todo o processo de entrega e

consumo dos materiais no cliente. Deve-se identificar as etapas de transporte, de processo, de inspeção e armazenagem, além dos tempos despendidos em cada atividade, distâncias percorridas e pessoas envolvidas (HINES & TAYLOR, 2000; JONES *et al.*,1997).

Pode-se, inclusive, utilizar diagramas de fluxo simples e diagramas de fluxo de processo propostos por SLACK *et al.* (2002) para complementar o mapeamento do estado atual.

Para tanto, é fundamental a participação do fornecedor na equipe do projeto, o que torna mais transparente o processo de mapeamento do fluxo de valor e possibilita enxergar melhor os desperdícios.

Nesse contexto, a equipe do projeto deve mapear o estado atual na tentativa de melhor entendimento dos seguintes quesitos:

- Identificação e coleta dos tempos de processamento de todas as etapas de solicitação e entrega dos materiais na linha (*lead time* de todo o processo);
- A maneira como são enviados os pedidos de materiais (EDI, cartão, fax, *e-kanban*) e o grau de nivelamento dos pedidos ao longo do período (dia, semana ou mês);
- Tamanho dos estoques, supermercados e lotes de entrega;
- Volume de demanda, turnos de trabalho, características do transporte (entrega direta, consolidação, *milk run*), frequência de entrega, distância de entrega e tipo de embalagem;
- Estabilidade dos processos de manufatura, qualidade dos componentes fornecidos e falhas de entrega.

3.3.2 Mapeamento Estendido do Estado Futuro

O mapeamento do estado futuro tem por objetivo destacar as fontes de desperdícios observadas no mapa do estado atual e eliminá-las mediante a implementação de um

estado futuro que possa ser alcançado em um curto período de tempo (ROTHER & SHOOK, 2003).

Com base nos dados levantados no mapa estendido do estado atual, a equipe deve buscar a eliminação dos desperdícios por meio da simplificação ou combinação das atividades redundantes ao processo, pela remoção das atividades desnecessárias, e pela criação de novas atividades que agreguem valor ao processo. No contexto de um processo logístico, o foco das melhorias está em reduzir os tempos de espera e processamento das atividades, os estoques reguladores, as movimentações e verificações desnecessárias, bem como estabelecer um fluxo de informação sem distorções.

O sistema de puxada de materiais deve refletir as reais necessidades da produção, logo, torna-se mandatório que o estado futuro apresente um sistema logístico regido pelos conceitos JIT (*just in time*) ou JIS (*just in sequence*). Vale ressaltar, também, a importância de se banir do sistema as atividades de conferência e inspeção da qualidade no ato do recebimento dos materiais e, igualmente, estabelecer uma comunicação ágil e direta entre cliente e fornecedor.

No que tange ao transporte externo, a equipe do projeto precisa determinar a frequência de entrega dos materiais de acordo com a quantidade de peças que se deseja manter no sistema e ao lado do processo produtivo. Um fator importante nesse quesito é estabelecer janelas de entrega equidistantes, no intuito de nivelar as entregas de materiais na empresa.

Feito isso, pode-se então definir qual será o canal de suprimento de materiais entre o cliente e seus fornecedores. Segundo Moura (2000), e já brevemente salientado na seção 2.4.2, existem três tipos básicos de canais de suprimentos:

- Direto: os fornecedores entregam os materiais diretamente na fábrica do cliente;
- Consolidação: os fornecedores entregam os materiais em volumes relativamente pequenos em um centro de consolidação, de onde se fazem as entregas à fábrica do cliente;

- *Milk Run*: um operador logístico com o uso de uma rota pré-determinada coleta os materiais em cada fornecedor e entrega-os, em seguida, na fábrica do cliente.

Variações na configuração desses canais podem ocorrer, mas, de maneira geral, podem ser representadas a partir da combinação desses três tipos básicos.

Um modo simples de definir em qual situação um canal é mais apropriado é analisar os volumes de entrega e as distâncias dos respectivos fornecedores. Assim, quando o volume de entrega – e conseqüentemente a taxa de ocupação do veículo – for alto, o transporte direto é o mais indicado. Para volumes menores, faz-se necessário avaliar as distâncias dos fornecedores de modo que, para pequenas distâncias, o sistema de *milk run* é mais recomendável, ao passo que os centros de consolidação são mais apropriados para maiores distâncias (Figura 3.2).



Figura 3.2 – Relação entre o Volume de Entrega e a Distância do Fornecedor. Fonte: Moura (2000).

3.3.3 Definição de Indicadores do Projeto

Uma vez mapeados os estados atual e futuro, recomenda-se o acompanhamento de alguns indicadores do projeto. Com isso, objetiva-se mensurar as melhorias que serão alcançadas no estado futuro e avaliar o correto andamento do projeto.

Alguns exemplos de indicadores que podem ser utilizados no projeto são apresentados a seguir:

- Tempo de atravessamento (*lead time*);

- Nível de estoque;
- Giro de estoque;
- Área de armazenagem;
- Qualidade dos produtos fornecidos e pontualidade de entrega;
- Custos de transporte e custos com equipamentos de movimentação e armazenagem;
- Produtividade;

Outros indicadores que não são tão facilmente mensurados podem ser utilizados, tais como: segurança, ergonomia, motivação dos colaboradores, transparência e simplicidade no processo.

3.4 PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO

Tendo realizado o mapeamento estendido do estado atual e do estado futuro, a equipe pode traçar um plano de ação para implementação do novo sistema de abastecimento de materiais.

3.4.1 Adequação do Fornecedor e do Operador Logístico

Nessa fase do projeto, é indispensável que os fornecedores e o operador logístico se adaptem aos requisitos demandados pelo novo sistema de abastecimento de materiais, conforme apresentados no mapa estendido do estado futuro.

Em vista disso, um fator essencial para o funcionamento do sistema é o dimensionamento correto do supermercado de produtos acabados do fornecedor, de modo a evitar a falta de materiais e, conseqüentemente, uma parada de linha do cliente. Por isso, o fornecedor deve realizar as modificações necessárias do cálculo do dimensionamento do supermercado de produtos acabados.

No entanto, é de suma importância que o cliente tenha um padrão de consumo dos materiais precisamente nivelado e que atenda a esse nivelamento com o máximo de fidelidade, conforme acordado entre as partes.

Como dito anteriormente, a qualidade dos produtos fornecidos deve ser assegurada, portanto o fornecedor deve possuir a capacidade de garantir que somente produtos sem defeitos sejam entregues ao cliente, nem que isso signifique inspecionar 100% de seus lotes.

É imprescindível que haja procedimentos de reação rápida, para eventuais distúrbios que possam comprometer a entrega dos produtos; gestão visual, para que se percebam esses distúrbios; métodos efetivos de solução das causas raiz dos distúrbios, e um trabalho padronizado que seja seguido de modo a garantir a correta execução das tarefas.

Percebe-se, com isso, a grande necessidade de cliente e fornecedor trabalharem juntos para que o sistema de entregas frequentes em pequenos lotes funcione adequadamente. Pode-se, por exemplo, estabelecer reuniões semanais para avaliar a eficácia das soluções implantadas pelo fornecedor na busca da garantia de qualidade e entrega dos produtos.

Em relação ao transporte dos materiais, deve-se estabelecer uma comunicação ágil entre cliente, operador logístico e fornecedor, e possibilitar respostas rápidas a qualquer situação de anormalidade. Como exemplo, Moura (2000) relata que, em coletas no sistema *milk run* da indústria automobilística, o operador logístico deverá obter o aval da montadora em situações nas quais a quantidade de peças coletadas no fornecedor for diferente da programada para coleta, desse modo, a montadora deverá decidir se autoriza ou não a coleta das peças no fornecedor. Ademais, faz-se necessária a comunicação das informações de demanda ao operador logístico para que este também planeje e programe devidamente os recursos, visando ao menor custo operacional de transporte e ao melhor aproveitamento da capacidade do veículo.

Em suma, o operador logístico deve manusear e transportar materiais conforme as especificações indicadas no mapa do estado futuro, tudo isso de modo seguro e eficiente.

Destaca-se, ainda, outro quesito fundamental para o desempenho eficaz das atividades de movimentação e transporte dos materiais: a padronização das embalagens e dos dispositivos de movimentação. Diante disso, será apresentado a seguir um procedimento para tal padronização.

3.4.2 Padronização das Embalagens e dos Dispositivos de Movimentação

Baseado em Moura & Banzato (2003), a elaboração de uma embalagem que esteja adequada às condições de uso pode ser realizada por meio de quatro passos, listados abaixo:

- 1) **Conhecimento do produto:** primeiramente, deve-se entender as características do produto que será acondicionado na embalagem. O foco está em levantar os dados relativos à dimensão do produto (largura, comprimento e altura), o peso e a posição do seu centro de gravidade, a sua resistência mecânica (compressão, impacto e vibração), sensibilidade à variação de temperatura e umidade, bem como características intrínsecas do produto (substâncias tóxicas, corrosivas, inflamáveis, radioativas etc.).
- 2) **Conhecimento dos materiais da embalagem:** com base na compreensão das características do produto, pode-se então avaliar de que tipo de material será composto a embalagem. As propriedades do material a serem analisadas incluem a resistência ao cisalhamento, flexibilidade, impermeabilidade, isolamento térmico e elétrico, e resistência à graxa, solventes, produtos químicos e bactérias.
- 3) **Conhecimento das condições logísticas:** a escolha da forma e do material da embalagem é igualmente influenciada pelas condições de como o produto e a embalagem serão manuseados, armazenados e transportados no decorrer das

operações. Em certas ocasiões, as embalagens necessitam de suportes ou apoios para que se efetuem adequadamente a movimentação e o transporte. Outro exemplo seria quando os produtos e embalagens são submetidos a vários tipos de manuseios, o que demanda da embalagem um sistema que evite a queda dos produtos.

- 4) **Conhecimento das condições formais:** o último passo distingue-se dos demais, já que não está correlacionado com as propriedades físicas da embalagem. As condições formais referem-se ao entendimento das restrições e orientações legais, contratuais, de seguros, de aduana e de regulamentos diversos. Assim, essas condições influenciam consideravelmente na forma final das embalagens.

Vale destacar que, usualmente, a movimentação de materiais em ambiente de manufatura enxuta é caracterizada pelo uso de pequenas e leves embalagens reutilizáveis, mais adequadas ao manuseio dos pequenos lotes e transferência das pequenas cargas. Em decorrência disso, as operações enxutas geralmente dão preferência para as embalagens reutilizáveis com tamanhos ajustados ao manuseio e transporte de pequenos lotes, haja vista as seguintes vantagens que conferem (BAUDIN, 2004; HARRIS *et al.*, 2004; FAVARO, 2003):

- Reduzem os custos, visto que são reutilizáveis e podem ser lavadas inúmeras vezes;
- Possibilitam o acesso fácil aos materiais, pois não necessitam de esforços extras para sua abertura e que poderiam danificar o material;
- As condições ergonômicas são melhoradas em virtude da diminuição dos pesos das embalagens e da facilidade de empilhamento;
- Facilitam o balanceamento da carga de trabalho do abastecedor de materiais;
- Eliminam a necessidade de investimentos em empilhadeiras e equipamentos para movimentação de cargas mais pesadas;

- Ganha-se em área, já que reduzem a necessidade de corredores mais largos;

Outro aspecto importante desse quesito é a quantidade de peças contidas em uma embalagem. Deve-se, por isso, combinar o tamanho das embalagens de peças que abastecem o processo com os tamanhos das embalagens de produtos acabados que saem do processo. Em termos práticos, significa dizer que a embalagem que abastece o processo deveria ter a mesma quantidade ou um múltiplo da quantidade de peças de uma embalagem de produtos acabados (HARRIS *et al.*, 2004).

Dessa maneira, com o uso de pequenas embalagens e a sintonia de quantidades entre elas, procura-se reduzir as sobras de peças nos processos produtivos, visualizadas na forma de embalagens parcialmente preenchidas.

Ademais, é igualmente importante que a organização das peças dentro da embalagem seja clara, a fim de facilitar sua retirada pelo operador e melhorar a identificação visual nas situações em que há falta de peças na embalagem.

Por fim, no que tange aos dispositivos de movimentação, é recomendável a utilização de dispositivos flexíveis, como pequenos vagões, prateleiras com rodas ou pedestais com rodas, de modo a agilizar e flexibilizar o processo de entrega e coleta dos materiais. Vale lembrar, entretanto, que o procedimento descrito acima por Moura & Banzato (2003), é igualmente utilizado para a criação desses dispositivos de movimentação, visto que estes desempenham um importante papel na performance de um sistema *Ship to Line*.

De acordo com Wanstrom & Medbo (2009), quando tais dispositivos são confeccionados para abastecer as linhas produtivas em pequenas embalagens, estes conferem ganhos de flexibilidade ao processo produtivo e aumentam a eficiência do trabalho dos operadores. Os autores argumentam que a flexibilidade é melhorada em virtude da portabilidade e facilidade de alocação dos dispositivos ao lado das estações de trabalho nos momentos de alteração de mix e volume de produção, ou quando há introdução de novos produtos. O aumento da eficiência das tarefas operacionais, por sua vez, se deve a disposição dos materiais mais próximos dos operadores e por disponibilizarem os componentes conforme a sequência das operações.

Destaca-se, ainda, que para a movimentação de grandes componentes – tais como para-choques e bancos de automóvel – o próprio dispositivo de movimentação pode ser considerado como a sua embalagem.

3.4.3 Dimensionamento do *Kanban* de Fornecedor

Nesta seção, será apresentado um procedimento para o dimensionamento do sistema *kanban* de fornecedor. Esse procedimento tem por objetivo calcular o tamanho do supermercado de materiais comprados localizado ao lado do processo produtivo cliente.

Para as entregas no sistema JIS (*just in sequence*) essa etapa do método não se faz necessária, visto que, nesse sistema, não há um supermercado regulador ao lado do processo. No lugar do cálculo do supermercado, deve-se avaliar o tempo de atravessamento total do processo, que inclui o tempo para o fornecedor produzir o lote de entrega e entregá-lo sequencialmente no processo produtivo cliente. Somando esses tempos, o cliente deve garantir que a informação referente à sequência dos materiais seja transmitida ao fornecedor com uma antecedência de, no mínimo, igual valor do tempo de atravessamento total.

Com base no procedimento proposto por Favaro (2003), as variáveis utilizadas na determinação do supermercado são:

- Consumo dos itens (peças por mês);
- Frequência de entrega (vezes por mês);
- Padrão da embalagem (peças por embalagem);
- *Lead time* de compras (dias);
- Estoque de segurança (dias).

Dentre as variáveis listadas acima, faz-se necessária uma pequena explanação do *lead time* de compras e do estoque de segurança.

O *lead time* de compras é definido como o tempo que se deverá aguardar entre o envio do pedido de material ao fornecedor até a disponibilização deste para a produção na fábrica do cliente, incluindo o *lead time* do fornecedor, o tempo de trânsito, de recebimento e de inspeção.

Entende-se por estoque de segurança a quantidade de material necessária para se absorver os problemas de qualidade das peças fornecidas, as variações entre a quantidade solicitada e a entrega, bem como os distúrbios no prazo de entrega.

Uma vez coletados os valores das variáveis supracitadas, pode-se iniciar o procedimento de cálculo. O primeiro passo refere-se ao lote de entrega, que corresponde à quantidade de peças que serão supridas pelo fornecedor a cada entrega (equação 3.1).

$$\text{Lote de Entrega} = (\text{Demanda Mensal}) / (\text{Frequência de Entrega no Mês}) \quad (3.1)$$

Em seguida, para facilitar a análise, é interessante passar a demanda mensal para a base diária, dividindo-a pelo número de dias úteis trabalhados no mês:

$$\text{Demanda Diária} = (\text{Demanda Mensal}) / (\text{Dias Úteis no Mês}) \quad (3.2)$$

Com isso, pode-se definir a “resposta”, que significa a quantidade de peças consumida pelo processo cliente durante o *lead time* de compras. Logo, a resposta fica definida como:

$$\text{Resposta} = (\text{Lead Time de Compras}) \cdot (\text{Demanda Diária}) \quad (3.3)$$

De forma similar à determinação da resposta, a quantidade de peças correspondentes à segurança pode ser calculada por meio da multiplicação do estoque de segurança desejado pela demanda diária:

$$\text{Segurança} = (\text{Estoque de Segurança}) \cdot (\text{Demanda Diária}) \quad (3.4)$$

Essas equações funcionam bem quando a demanda dos materiais é nivelada, e o intervalo de tempo entre duas entregas é maior ou igual ao *lead time* de compras, caso contrário, deve-se adotar fatores de segurança mais conservadores.

A próxima etapa do procedimento refere-se ao dimensionamento das faixas do quadro *kanban*, cujo cálculo é realizado a partir dos parâmetros: lote de entrega, resposta e segurança. A faixa verde, que corresponde ao pedido de material solicitado a cada entrega, é igual ao lote de entrega. A resposta é determinada pela faixa amarela, enquanto a faixa vermelha equivale à segurança. A figura 3.3 ilustra a dinâmica do estoque e identifica as faixas e parâmetros aqui citados.

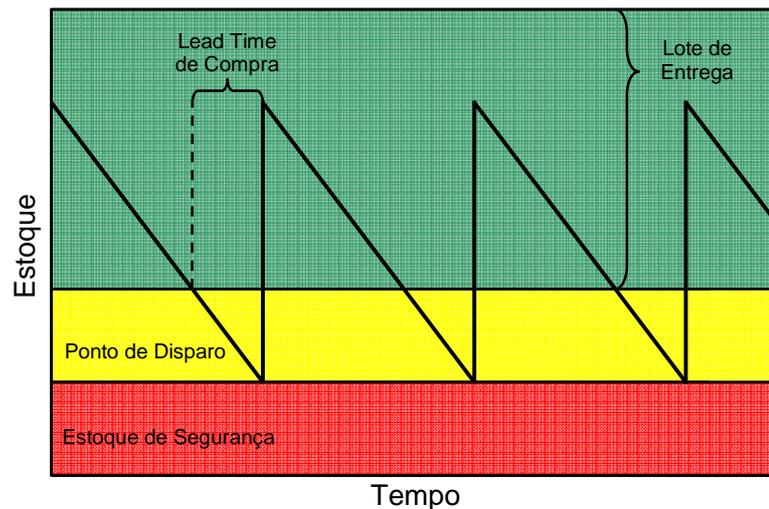


Figura 3.3 – Dinâmica do Sistema *Kanban*. Fonte: Adaptado de Favaro (2003).

Para determinar a quantidade de cartões em cada faixa, deve-se dividir a quantidade de peças das faixas pela quantidade de peças de uma embalagem. Vale destacar que o estoque máximo no sistema será o somatório das faixas verde, amarela e vermelha.

$$\text{Faixa Verde} = (\text{Lote de Entrega})/(\text{Embalagem}) \quad (3.5)$$

$$\text{Faixa Amarela} = (\text{Resposta})/(\text{Embalagem}) \quad (3.6)$$

$$\text{Faixa Vermelha} = (\text{Segurança})/(\text{Embalagem}) \quad (3.7)$$

O resultado do cálculo das faixas geralmente não é um número inteiro que possa ser convertido em uma quantidade exata de cartões. Com isso, em vez de se arredondar o valor de cada faixa, deve-se primeiro somar os valores obtidos em cada faixa para, em seguida, efetuar-se o arredondamento, mantendo, assim, o estoque total mais próximo do teórico. Por fim, caso não seja evidente onde alocar um cartão extra gerado pelo

arredondamento, a preferência deve ser pela faixa vermelha, o que aumenta o senso de urgência (FAVARO, 2003).

3.4.4 Processo de Entrega dos Materiais

Depois de realizado o estudo das embalagens, a adequação dos fornecedores e do operador logístico e o dimensionado dos supermercados *kanban*, pode-se definir em detalhes o processo de entrega dos materiais diretamente na linha do cliente.

Primeiramente, o processo de entrega de materiais deve atender a três critérios básicos: 1) não deve haver estoques de peças em um almoxarifado; 2) não deve haver inspeção de qualidade ou quantidade no ato do recebimento dos materiais; e 3) o processo de entrega dos materiais deve ser realizado com no máximo duas etapas de movimentação.

Os dois primeiros critérios já foram largamente mencionados nesse trabalho. O terceiro critério, por sua vez, refere-se ao fato de que a entrega dos materiais na linha do cliente pode ser realizada de duas maneiras distintas: a) abastecendo os materiais diretamente no ponto de uso do processo produtivo (uma etapa de movimentação); ou b) abastecendo os materiais em um supermercado que alimentará o processo produtivo (duas etapas de movimentação). O significado de etapa de movimentação é referente ao estado de trânsito em que um produto se encontra, ou seja, compreende o transporte dos materiais de um ponto de armazenagem até o subsequente ponto de armazenagem ou estação de processamento. A figura 3.4 resume o relatado acima.

Cabe ressaltar que o abastecimento através de uma única etapa de movimentação é o ideal a ser buscado, porém, em certas situações, a utilização de um supermercado pode ser aceitável. Pode-se citar alguns exemplos de tais situações: quando a quantidade de material excede ao espaço previsto no ponto de uso, ou quando um processo produtivo não está dedicado à fabricação de somente um modelo de produto, ou quando se deseja maior segurança para a falta de peças, ou ainda por limitações de *layout*.

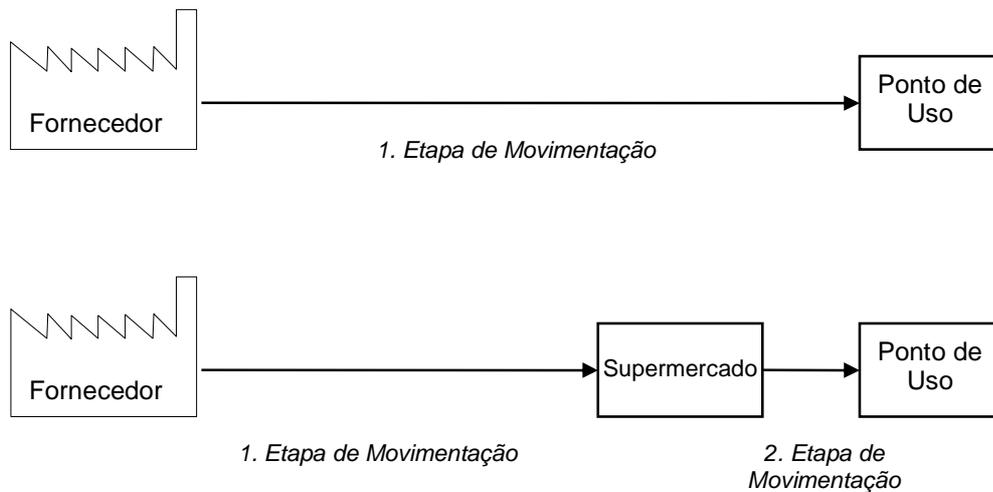


Figura 3.4 – Processo de Entrega dos Materiais por meio de Uma ou Duas Etapas de Movimentação. Fonte: Elaborado pelo Autor (2009).

É importante lembrar, entretanto, que quando o sistema *Ship to Line* é realizado à luz do conceito JIS (*just in sequence*), não se faz o uso de um supermercado, pois as entregas são efetuadas conforme a sequência de produção estabelecida pelo cliente. Ou seja, não há necessidade de se manter um supermercado que regule a puxada de materiais dos fornecedores. No entanto, em situações em que o lote de entrega sequenciada for maior que o espaço previsto no ponto de uso, o abastecimento JIS pode ser efetuado através de duas etapas de movimentação.

Além disso, destacam-se duas formas de se efetuar a movimentação dos materiais do recebimento até a linha produtiva: a) os materiais são descarregados do caminhão e levados de imediato para o processo produtivo; ou b) os materiais são descarregados do caminhão, disponibilizados para as rotas de abastecimento interno e, em seguida, levados até o processo produtivo.

Assim, dependendo das distâncias percorridas e do *layout* da fábrica, pode-se escolher uma das duas formas de movimentação dos materiais. Em uma linha de montagem de automóveis, por exemplo, onde uma série de docas de recebimento de materiais está alocada ao longo da linha de montagem, a movimentação direta do caminhão até as estações de montagem é a mais lógica. Em outras ocasiões, nas quais as distâncias são maiores, pode-se usufruir o sistema de abastecimento atualmente em uso para

realizar a conexão entre o descarregamento do caminhão e o processo produtivo. A figura 3.5 ilustra alguns exemplos de entregas de materiais diretamente na linha do cliente, segundo os critérios levantados acima.

Vale destacar que quando se decide realizar as entregas *Ship to Line* por intermédio das rotas de abastecimento interno, deve-se prever a análise da capacidade desta, bem como alterações de itinerários e frequência de abastecimento dos processos produtivos. Desse modo, podem-se estabelecer rotas de abastecimento que sejam dedicadas aos itens *Ship to Line*, ou então, compartilhadas com itens de outros processos.

Em referência à figura 3.5, vale ressaltar a questão do posicionamento do supermercado no decorrer do processo de entrega. De maneira geral, quando os materiais são levados até a linha produtiva por intermédio de uma rota de abastecimento (visto que há uma distância considerável entre a doca de recebimento e a linha), a localização do supermercado pode ser realizada de dois modos diferentes: a) supermercado ao lado da linha produtiva; ou b) supermercado próximo da linha produtiva.

Essa decisão de posicionamento é norteada pela determinação de quem será responsável pelo monitoramento das condições do supermercado (falta ou excesso de peças) e pelos planos de contingência frente às situações de não conformidade. Dito isso, pode-se destacar algumas características de cada uma das abordagens:

- Supermercado ao lado da linha – nesse caso o verdadeiro cliente do sistema (a linha) executa o controle do supermercado, o que possibilita visualizar o comportamento deste e, assim, reagir rápido às situações indesejadas. Por exemplo, em ocasiões nas quais a falta de peças está a ponto de ocorrer, a linha torna-se capaz de perceber isso facilmente e, então, pode providenciar as ações cabíveis. Outra característica positiva dessa abordagem refere-se à atividade de abastecimento da linha, visto que em certas ocasiões, o próprio operador do processo produtivo efetua o abastecimento, demandando, assim, a presença do supermercado próximo a linha.

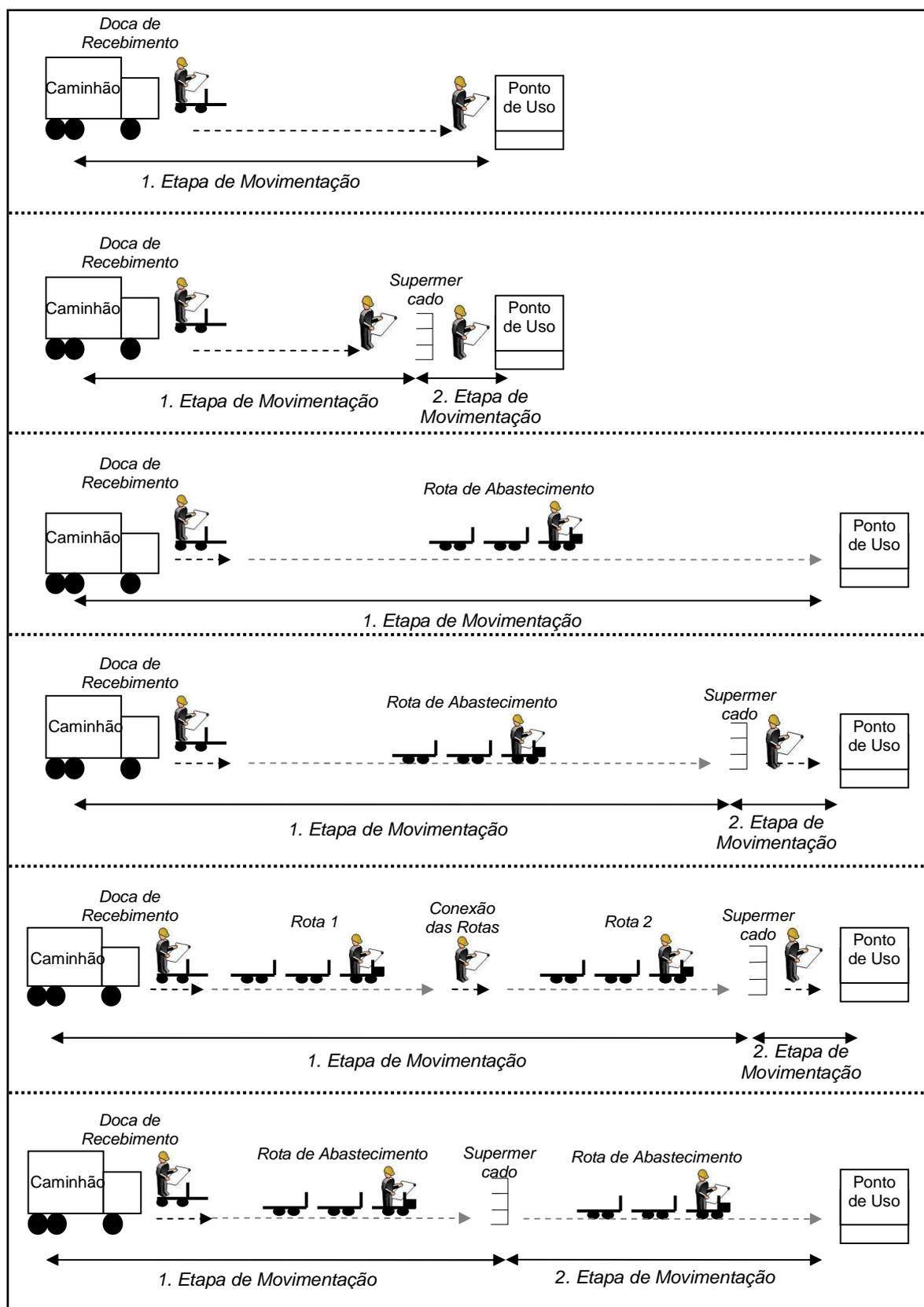


Figura 3.5 – Exemplos de Entregas Diretas na Linha do Cliente. Fonte: Elaborado pelo Autor (2009).

- Supermercado próximo da linha – nessa abordagem são as rotas de abastecimento interno que se responsabilizam pelo monitoramento do supermercado, o que é favorável, haja vista que estas já estão familiarizadas com as atividades de controle e manuseio de materiais. Ademais, com o supermercado localizado próximo da linha, há somente uma quantidade mínima de material ao lado linha, o que contribui para gestão visual dos processos de produção.

No que concerne o conceito de *Ship to Line* (entrega diretamente na linha), pode parecer contraditório posicionar o supermercado em um local que não seja ao lado da linha, no entanto, é importante que o sistema seja flexível em adotar soluções que se ajustem melhor a uma determinada situação, independente da localização do supermercado. Entretanto, o funcionamento do *Ship to Line* deve atender aos três critérios básicos: 1) sem estoque em um almoxarifado; 2) sem conferências de recebimento e inspeções de qualidade; e 3) no máximo 2 etapas de movimentação.

Desse modo, quando se faz necessário a presença de um supermercado no sistema *Ship to Line*, deve-se avaliar as condições do cenário vivenciado e, então, posicioná-lo segundo a abordagem que lhe for mais favorável.

Vale lembrar, contudo, que as atividades de abastecimento das linhas produtivas devem ser realizadas preferencialmente pelos abastecedores de materiais, e não pelos operadores do processo produtivo (HARRIS *et al.*, 2004; ROTHER & HARRIS, 2002). Com isso, os operadores da produção permanecem focados nas tarefas que agregam valor à forma dos produtos produzidos, enquanto que os abastecedores executam as tarefas que criam valor nas esferas de tempo e local de abastecimento.

Enfim, nessa fase do projeto, é importante implementar um processo de entrega que faça fluir os materiais o mais rápido possível, com o mínimo de transporte e manuseio. Conforme mencionado anteriormente, é recomendável a utilização de dispositivos de movimentação flexíveis, como pequenos vagões, ou prateleiras e pedestais com rodas, de modo a agilizar e flexibilizar o processo de entrega dos materiais.

Ademais, o arranjo físico da área de recebimento, bem como dos processos produtivos, necessita usualmente de alterações para o correto funcionamento do novo sistema de entregas, portanto, mudanças de layout devem estar previstas nessa etapa do projeto.

3.4.5 Fluxo de Informação e Embalagens

Conforme mencionado por Womack & Jones (2004): “do ponto de vista do cliente final, nenhuma das etapas de processamento de informações agrega valor”. Por isso, o fluxo de informação entre o processo produtivo cliente e o fornecedor deve ser o mais direto possível, com a finalidade de evitar distorções na comunicação e, conseqüentemente, amplificação no efeito chicote.

A comunicação visual com o uso de quadros *kanban*, painéis luminosos (*andon*) e outros recursos é fundamental para se manter a transparência no sistema e a disponibilização da correta informação a todos. Dito isso, é fundamental lembrar que o excesso de informação pode ser considerado um desperdício, e em certas situações, pode inclusive gerar trabalho desnecessário para quem recebe a informação. Esse trabalho é chamado por Womack & Jones (2006) de “trabalho não remunerado”, pelo fato de que, quando um indivíduo precisa extrair de um montante de informações o que realmente lhe interessa, ele está realizando trabalho não remunerado, ou seja, perdendo tempo e energia que podiam ser evitados.

No sistema *Ship to Line*, o processo de transmissão das necessidades da produção aos fornecedores pode ser efetuado de inúmeras maneiras, porém, como já mencionado anteriormente, ele deve estar amparado pelos conceitos JIT ou JIS.

Dito isso, a figura 3.6 ilustra dois exemplos do procedimento de puxada de materiais dos fornecedores à luz do conceito JIT, nas quais os sinais de solicitação de materiais são efetuados por meio do envio dos cartões *kanban* – juntamente com as embalagens vazias – a cada janela de entrega efetuada pelo operador logístico.

O primeiro exemplo apresenta o operador logístico entregando os materiais na doca de recebimento e, em seguida, coletando os cartões *kanban* e embalagens vazias que

deverão ser entregues na próxima janela de entrega. Percebe-se, nessa situação, que é a rota de abastecimento interno que coleta os *kanbans* e embalagens vazias da linha e disponibiliza para o operador logístico na doca de recebimento, além de entregar os materiais diretamente na linha. A segunda situação é similar à primeira, exceto pelo fato que a linha produtiva está localizada próxima da doca de recebimento, o que possibilita ao operador logístico entregar e coletar os *kanbans* diretamente da linha.

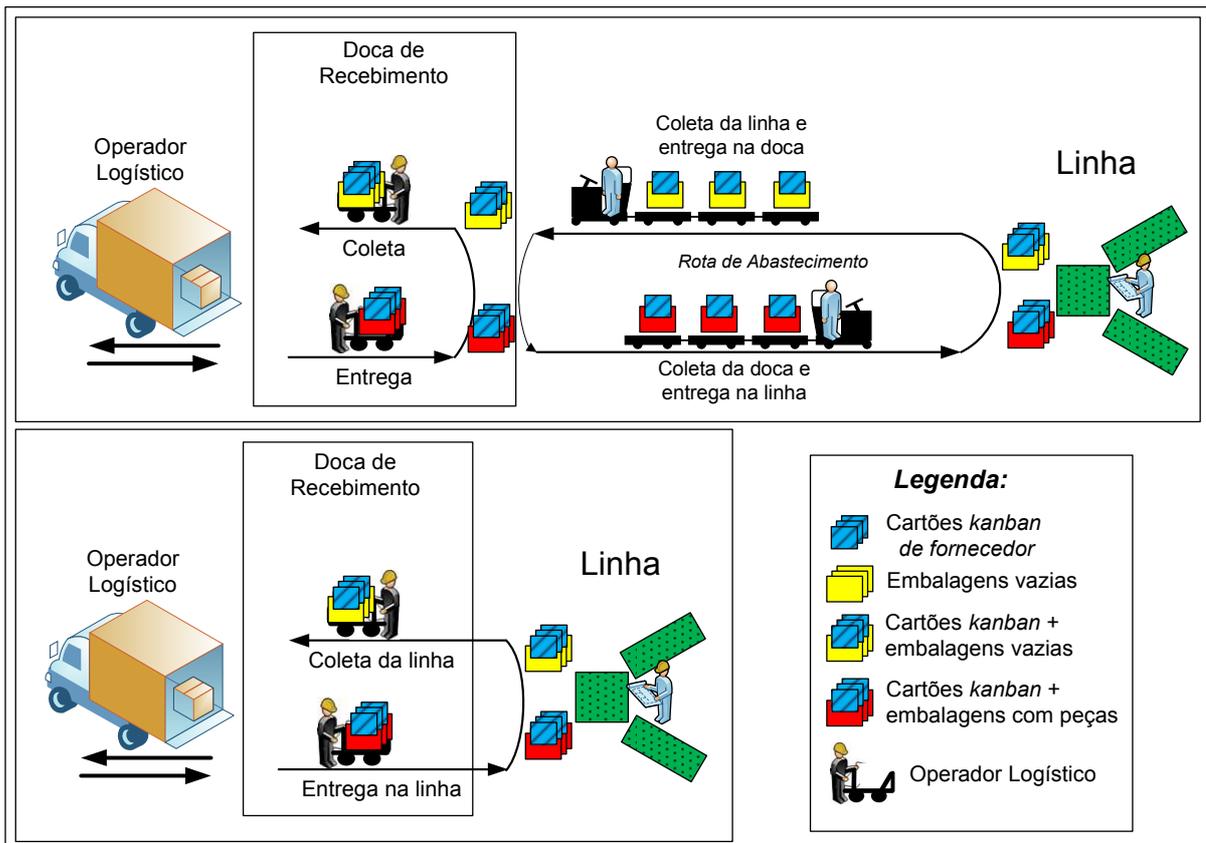


Figura 3.6 – Exemplos de Procedimento de Puxada de Materiais dos Fornecedores. Fonte: Elaborado pelo Autor (2009).

Ademais, com o uso da tecnologia da informação, é possível solicitar aos fornecedores de maneira instantânea, via EDI ou internet, as reais necessidades da produção. Nesse caso, os cartões *kanban* trazidos da linha pela rota de abastecimento podem ser escaneados por um leitor de código de barras para, então, serem enviados eletronicamente aos fornecedores, onde serão impressos e enviados juntamente com os materiais para linha produtiva do cliente.

Outra situação poderia ser planejada de modo que os cartões *kanban* possuísem etiquetas de rádio frequência. Desse modo, a partir do momento em que uma embalagem fosse consumida e seu cartão *kanban* disposto em uma caixa de coleta ou quadro *kanban* (seja ao lado da linha ou em outra localidade), enviar-se-ia um sinal eletrônico ao fornecedor comunicando que uma embalagem acabara de ser consumida, necessitando o seu abastecimento na próxima janela de entrega. Os exemplos supracitados podem ser visualizados na figura 3.7.

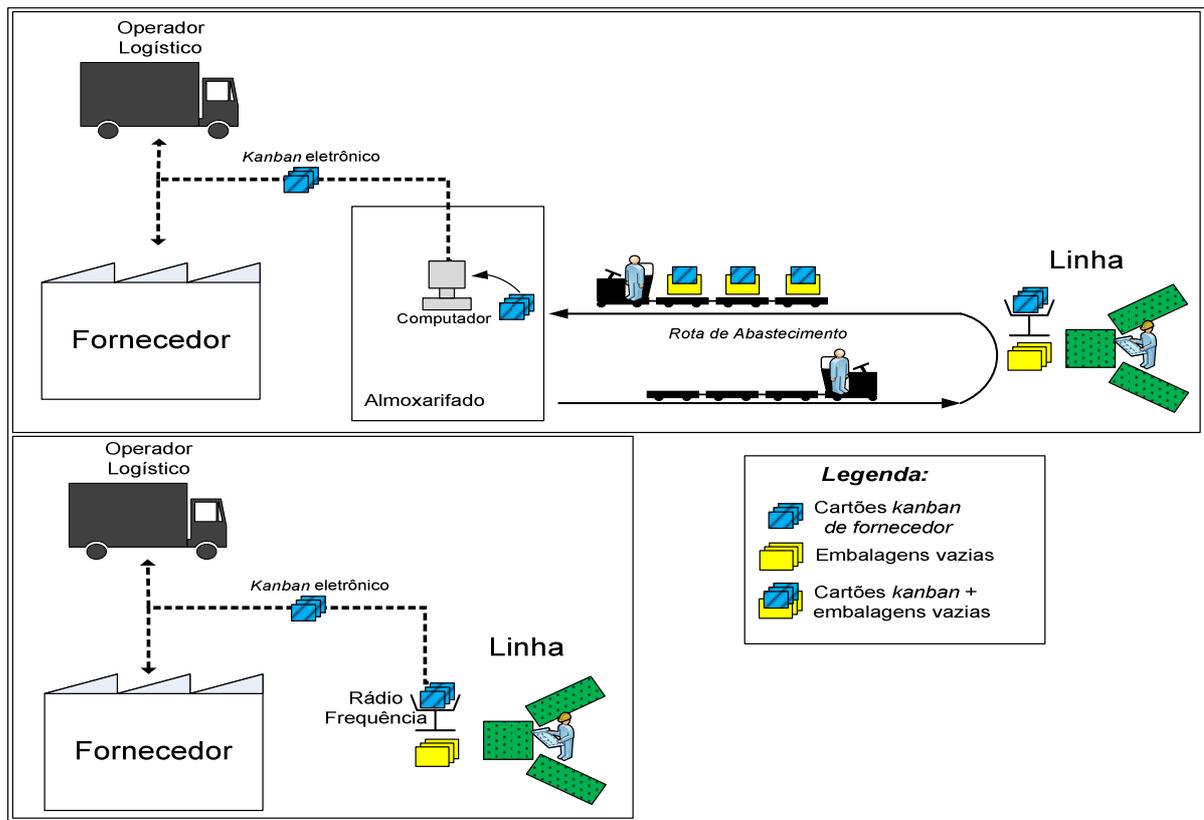


Figura 3.7 – Exemplos de Procedimento de Puxada de Materiais dos Fornecedores. Fonte: Elaborado pelo Autor (2009).

Reiterando o exposto na seção 3.4.1, um ponto importante a se destacar é no tocante à transmissão dos pedidos ao operador logístico. De fato, ganhos de flexibilidade são percebidos quando o operador logístico está ciente do pedido do cliente, pois, poderá conferir no ato da coleta, se os materiais entregues pelo fornecedor condizem com aqueles especificados no pedido do cliente. Assim, caso haja um problema no lote

entregue pelo fornecedor, o operador logístico poderá comunicar com antecedência ao cliente do distúrbio ocorrido, o que proporcionaria a este maior tempo de reação.

Em relação ao conceito JIS, a sistemática de envio dos pedidos aos fornecedores e ao operador logístico é realizada de modo similar ao apresentado acima. Nesse sistema, o uso da tecnologia da informação é imprescindível, e funciona de modo que a comunicação da exata sequência dos componentes a serem entregues, efetua-se somente após o cliente obter certeza do sequenciamento de sua produção. Usualmente, essa sequência de produção é definida depois que o produto do cliente tiver passado por um processo de produção crítico ou um controle de qualidade específico, garantindo que a partir desse ponto, a sequência da produção seja seguida sem alteração.

Na indústria automobilística, por exemplo, essa sequência é estabelecida após os veículos terem passado pelo setor de pintura, processo produtivo no qual assegura a montadora da sequência de produção a ser seguida no decorrer da linha de montagem.

Contudo, vale ressaltar, que a transmissão do pedido via *kanban* eletrônico torna-se uma eficiente ferramenta na compressão do tempo despendido para o envio dos pedidos aos fornecedores, no entanto, deve-se avaliar todo esse processo com cautela, de modo a evitar excessos na manipulação dos dados e no processamento das informações. Além disso, deve-se garantir a gestão visual de toda a informação, disponibilizando-a de maneira clara e direta no chão de fábrica.

Um grande desperdício encontrado em ambientes de manufatura é o constante uso dos sistemas de informação para efetuar os registros de estoque dos materiais utilizados nas ordens de produção. Para se evitar essas frequentes transferências de estoque a cada vez que um material é utilizado pela produção, pode-se utilizar um procedimento disponível nos sistemas integrados de informação, conhecido como baixa retroativa de estoque ou "*backflush*" (HALL, 1983).

O *backflush* funciona de modo que, após a conclusão da fabricação ou montagem do produto final ou de um subconjunto, utiliza-se da estrutura do produto e de seu roteiro de fabricação para se efetuar a baixa dos materiais no almoxarifado e contabilizar os

custos. De acordo com Pires (2002), na indústria automobilística, as montadoras efetuam o pagamento de seus fornecedores de condomínio industrial a cada dia de produção realizado conforme a programação estabelecida. Com isso, evitam-se atrasos no processo logístico, devido às atividades de emissão de nota fiscal para cada janela de entrega de materiais e coleta de embalagens na montadora.

No tocante ao fluxo de embalagens retornáveis, deve-se definir se estas serão coletadas gradualmente a cada ciclo de entrega dos materiais no cliente (figura 3.6) ou enviadas posteriormente aos fornecedores quando atingirem uma determinada quantidade. Com isso, o planejamento de uma área de embalagens no processo produtivo, no recebimento ou na expedição deve ser prevista.

Em algumas situações, pode ser preferível efetuar a coleta das embalagens retornáveis a cada ciclo de entrega dos materiais, pois, dessa maneira, evita-se a formação de grandes lotes de embalagens. Além disso, em ocasiões nas quais o fluxo das embalagens puder influenciar de alguma forma o fluxo logístico, seja através da emissão de notas fiscais para as embalagens ou pelo encaminhamento das embalagens até um processo de higienização, deve-se igualmente analisá-lo de modo a buscar maior agilidade nesse processo.

3.4.6 Procedimentos de Controle

Esta última etapa do plano de implementação refere-se aos procedimentos de controle que devem existir para que o sistema implementado opere conforme o esperado.

Para isso, é fundamental que todas as atividades do processo logístico sejam norteadas por um trabalho padrão devidamente elaborado, com limites claros para reação rápida em situações de não-conformidade e sem redundâncias na delegação das responsabilidades.

O sistema deve expor os problemas no momento em que ocorrem e, por consequência, é imprescindível a definição de um plano de reação rápida para trazer o sistema de volta ao controle. Desenvolver métodos à prova de erros (*poka-yoke*) que ajudem os

operadores e abastecedores a evitarem falhas em seus trabalhos, são igualmente vantajosos para manter a qualidade e eficácia ao longo de todas as atividades do sistema. Pode-se, inclusive, fazer uma análise dos problemas plausíveis de ocorrência no sistema logístico por meio da ferramenta “Análise do Modo e Efeito da Falha” (FMEA – *Failure Mode and Effect Analysis*), de modo a buscar um maior entendimento e controle no processo como um todo.

Reiterando o exposto no item anterior, é extremamente importante que todos os envolvidos estejam cientes da real situação do processo, para tanto, aconselha-se o uso de recursos simples de comunicação visual e sonora.

Ademais, é de grande relevância estabelecer auditorias periódicas de processo, assim, verifica-se se as atividades estão sendo operadas de acordo com o planejado além de identificar possíveis melhorias ao processo.

CAPÍTULO 4

4. PESQUISA DE CAMPO

Este capítulo apresenta a aplicação prática do método proposto no capítulo 3, oportunizando sua validação e a compreensão ampliada do referido sistema de abastecimento de materiais.

4.1 VISÃO GERAL DA EMPRESA

A presente pesquisa desenvolveu-se durante o período de março a dezembro de 2008 em uma empresa multinacional do setor de autopeças localizada na região industrial de Curitiba, estado do Paraná. Com o intuito de preservar a confidencialidade das informações gerenciais da empresa pesquisada, os nomes dos processos e dos respectivos produtos foram, aqui, alterados. Além disso, a empresa pesquisada é denominada “Empresa A”.

4.1.1 Apresentação da “Empresa A”

A empresa A é uma multinacional de origem alemã líder mundial no fornecimento de tecnologia e serviços. No Brasil, desde 1954, está presente nos mercados de Tecnologia Automotiva, Tecnologia Industrial, Bens de Consumo e Tecnologia de Construção. Em 2007, a empresa registrou no Brasil um faturamento líquido de mais de 5 bilhões de reais, empregando mais de 13.500 colaboradores, nas 11 fábricas espalhadas pelo território brasileiro.

A pesquisa em questão foi desenvolvida na unidade de Curitiba, estado do Paraná. Construída em 1978, essa unidade ocupa uma área de 590 mil metros quadrados e

emprega, aproximadamente, 4.600 colaboradores. Nela, é produzida uma diversidade de sistemas de injeção diesel para o mercado automotivo.

4.1.2 Descrição da Linha de Produção Estudada

O método proposto abrangeu duas linhas de produção que produzem injetores de injeção a diesel de alta tecnologia, destinados ao mercado automotivo nacional e internacional de caminhões, ônibus e veículos de médio e pequeno porte. Como resultado da implantação da gestão da Manufatura Enxuta, ambas as linhas produtivas são caracterizadas por células de manufatura, uso extensivo de *kanban*, tempos reduzidos de troca de ferramenta (*setup*), rotas padronizadas de abastecimento de materiais e arranjo físico da manufatura orientado ao fluxo de materiais.

O regime de trabalho da produção é de três turnos e durante sete dias por semana. De forma geral, o processo de produção dos injetores abrange uma série de operações de usinagem que se sucedem até o processo de montagem do injetor. Na sequência, são realizados os testes finais de funcionamento e a embalagem dos injetores. Ademais, um único sistema logístico assiste as duas linhas de produção, ou seja, o recebimento, a armazenagem e a movimentação dos materiais e a expedição dos produtos acabados são efetuados em um local comum às duas linhas.

Vale lembrar, entretanto, que a aplicação do método proposto abrangeu o suprimento das células de usinagem da empresa, processos iniciais da linha de produção onde são realizadas as primeiras etapas de transformação física dos injetores.

Por razões de confidencialidade, nesse trabalho foram atribuídos os nomes fictícios de “Linha A” e “Linha B” para se referir a cada uma das linhas produtivas mencionadas acima.

4.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO – DIAGNÓSTICO DE VIABILIDADE DO *SHIP TO LINE*

Conforme relatado acima, a empresa já possuía grande experiência nas práticas enxutas, bem como já havia estabelecido um programa de disseminação das práticas da Manufatura Enxuta aos fornecedores, o que resultou na aprovação do projeto. Essa decisão foi tomada pela gerência, por perceber o grau de maturidade em que se encontravam, assim como a necessidade de eliminarem os desperdícios.

A seguir será apresentado, de maneira sequencial, o processo de aplicação do método proposto.

4.3 APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO – DENIÇÃO DO PROJETO

4.3.1 Formar Equipe do Projeto

Com vistas a atender assertivamente o escopo do projeto, uma equipe multifuncional foi formada com membros das áreas de manufatura, engenharia industrial, logística, compras e qualidade. A equipe estava devidamente apoiada pela alta e média gerência da empresa, o que garantiu autonomia para o desenvolvimento do projeto.

4.3.2 Seleção dos Itens e Fornecedores Potenciais

De modo a atender aos requisitos citados na seção 3.1.2, a equipe do projeto analisou as características da demanda, frequência de consumo, custo, distância do fornecedor e tamanho de todos os componentes fornecidos às linhas de produção A e B.

Feita a análise, selecionou-se, para ambas as linhas produtivas, a família de corpos de injetor, componente base do injetor a diesel. A família de corpos de injetor da linha A compreendia sete modelos (*part number*) de corpos de injetor, no entanto escolheram-

se somente dois modelos, pois esses se enquadravam melhor nos requisitos supracitados e estavam em concordância com a equipe e o fornecedor. Para a família de corpos de injetor da linha B, foram selecionados todos os três modelos de corpos integrantes da família.

A seguir, nas tabelas 4.1 e 4.2, é ilustrado um resumo da tabela de seleção dos componentes para as linhas A e B, respectivamente. Com base nos requisitos de seleção, os componentes selecionados para o projeto estão destacados (negrito) em cada tabela:

Modelo (part number)	Componente	ABC (*)	Frequência de Consumo	Distância do Fornecedor
F00RJ01772	Corpo do Injetor	A	Diária	8 km
F00RJ02087	Corpo do Injetor	A	Diária	8 km
F00RJ01912	Corpo do Injetor	A	Semanal	8 km
F00RJ02080	Corpo do Injetor	A	Semanal	8 km
F00RJ02087	Corpo do Injetor	B	Semanal	8 km
F00RJ02310	Corpo do Injetor	B	Semanal	8 km
F00RJ02148	Corpo do Injetor	B	Semanal	200 km
F00VC03064	Corpo Válvula	C	Semanal	400 km
F00VC07001	Pino Induzido	C	Semanal	400 km
F00VC02046	Pistão	C	Semanal	8 km
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

(*) Análise ABC (70/20/10) do volume de compras mensal multiplicado pelo custo do componente.

Tabela 4.1 – Extrato da Tabela de Seleção dos Componentes da Linha A. Fonte: Dados da Empresa (2008).

Modelo (part number)	Componente	ABC (*)	Frequência de Consumo	Distância do Fornecedor
F00VC00094	Corpo do Injetor	A	Diária	4 km
F00VC00016	Corpo do Injetor	A	Diária	4 km
F00VC00093	Corpo do Injetor	A	Diária	4 km
F00VC03064	Corpo Válvula	B	Semanal	400 km
F00RJ02046	Pistão	B	Semanal	8 km
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

(*) Análise ABC (70/20/10) do volume de compras mensal multiplicado pelo custo do componente.

Tabela 4.2 – Extrato da Tabela de Seleção dos Componentes da Linha B. Fonte: Dados da Empresa (2008).

Portanto, os modelos (*part number*) de corpos de injetor selecionados para o projeto são caracterizados como itens de alta demanda e alto custo (classificação ABC), com consumo regular (diário), e fornecidos por fornecedores locais (distância de 8 km e 4 km). Além disso, dentre todos os componentes analisados, os corpos de injetor eram os que possuíam maiores valores nos quesitos: tamanho físico e peso.

Os dois corpos de injetor selecionados da linha A eram fornecidos por um único fornecedor, denominado, na presente pesquisa, por razões de confidencialidade, de “Fornecedor X”. Do mesmo modo, o chamado “Fornecedor Y”, fornecia os três corpos de injetor para a linha B.

Com o intuito de organizar os termos supracitados, serão chamados de “corpos A” e “corpos B” os corpos de injetor selecionados da linha A e da linha B, respectivamente.

4.3.3 Análise de Capacitação dos Fornecedores

Por meio da análise dos indicadores de qualidade dos corpos fornecidos e de fidelidade de entrega dos fornecedores, bem como pela avaliação sintetizada do fluxo de valor dos fornecedores, a equipe pôde adquirir uma visão expandida da situação destes.

Amparado nas informações obtidas, a equipe concluiu que os fornecedores A e B tinham um longo caminho a percorrer em relação às práticas enxutas, porém, estes sempre haviam respondido satisfatoriamente às demandas da empresa. De fato, as compras e as entregas dos materiais por intermédio do *kanban* já representavam uma prática corrente, o que refletia certa maturidade dos fornecedores no que tange ao sistema de abastecimento puxado. Além disso, os indicadores de qualidade dos corpos fornecidos e de fidelidade de entrega mostraram-se igualmente satisfatórios para o projeto.

Com isso, baseado nos dados coletados e nas considerações levantadas, a equipe decidiu que os fornecedores estavam aptos ao projeto e, em vista disso, prosseguiu com a negociação com os fornecedores.

4.3.4 Negociar com o Fornecedor

A negociação com os fornecedores teve como evento principal a realização de um encontro formal em que participaram os representantes dos fornecedores, a equipe do projeto, os gerentes das linhas A e B, e gerentes das áreas de suporte. O encontro contou com uma apresentação sobre os conceitos da Manufatura Enxuta e, principalmente, dos aspectos práticos que seriam necessários e modificados pelo projeto. Como resultado, ratificou-se a escolha dos corpos de injetor para realização do projeto conforme relatado na seção 4.3.2.

4.4 APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO – MAPEAMENTO ESTENDIDO

4.4.1 Mapa Estendido do Estado Atual

Apresentado o escopo do projeto aos fornecedores e obtida a aprovação deles, a equipe do projeto iniciou a etapa de mapeamento estendido do estado atual. Esse mapa abrangeu todas as atividades necessárias para a entrega dos corpos de injetor no cliente, desde o processamento do pedido do cliente até a disposição dos corpos para a produção. Dessa maneira, pôde-se entender o processo como um todo e enxergar os desperdícios. Para uma melhor visualização, o apêndice A ilustra em detalhes o mapa elaborado.

A seguir serão descritos alguns pontos importantes levantados durante o mapeamento do estado atual:

- A sistemática de puxada e entrega dos corpos de injetor era similar àquela apresentada na seção 2.4.3, na qual um supermercado de itens comprados abastece os processos produtivos e sinaliza através do quadro *kanban* a necessidade para as próximas entregas. O envio dos pedidos aos fornecedores era feito por *kanban* eletrônico (via *e-mail*) duas vezes ao dia, e os corpos de

injetor eram entregues em embalagens retornáveis transportadas em *pallets*. Após serem realizados todos os procedimentos de recebimento, os corpos de injetor eram armazenados em um supermercado no almoxarifado para, em seguida, serem entregues nas células de usinagem de acordo com a frequência da rota de abastecimento que circulava a cada 30 minutos.

- As janelas de entrega eram desniveladas, ou seja, o fornecedor X entregava os corpos na empresa às 12h e às 18h30min, enquanto o fornecedor Y entregava às 10h30min e às 17h30min.
- O fornecedor X era responsável pelo transporte dos corpos A até a empresa (CIF – *cost, insurance and freight*), enquanto que, para os corpos da linha B, o transporte era realizado por um operador logístico contratado pela empresa (FOB – *free on board*).
- O fornecedor X demorava cerca de 82 minutos para identificar o pedido do cliente, separar os corpos solicitados e embarcá-los no caminhão, enquanto o fornecedor Y necessitava de somente 50 minutos.
- Em virtude dos procedimentos de recebimento, transações no sistema de informação e conferências do processo, o tempo despendido para descarregar os corpos e disponibilizá-los para produção era de 60 minutos. Ademais, quando submetidos à inspeção de qualidade, os lotes de entrega permaneciam bloqueados por um período de 30 minutos a 24 horas.
- No tocante ao nível de inventário, o supermercado dos corpos A e B representava o equivalente a 1 dia de produção, e a área ocupada por esse supermercado era de 15m².
- O tempo de atravessamento (*lead time*) necessário para que um corpo de injetor percorresse o trajeto entre o supermercado de produtos acabados do fornecedor até o processo produtivo da empresa era de 27,1 horas (1625 minutos) para os corpos A, e de 26,4 horas (1583 minutos) para os corpos B.

De maneira a facilitar o entendimento, a figura 4.2 ilustra o exposto acima:

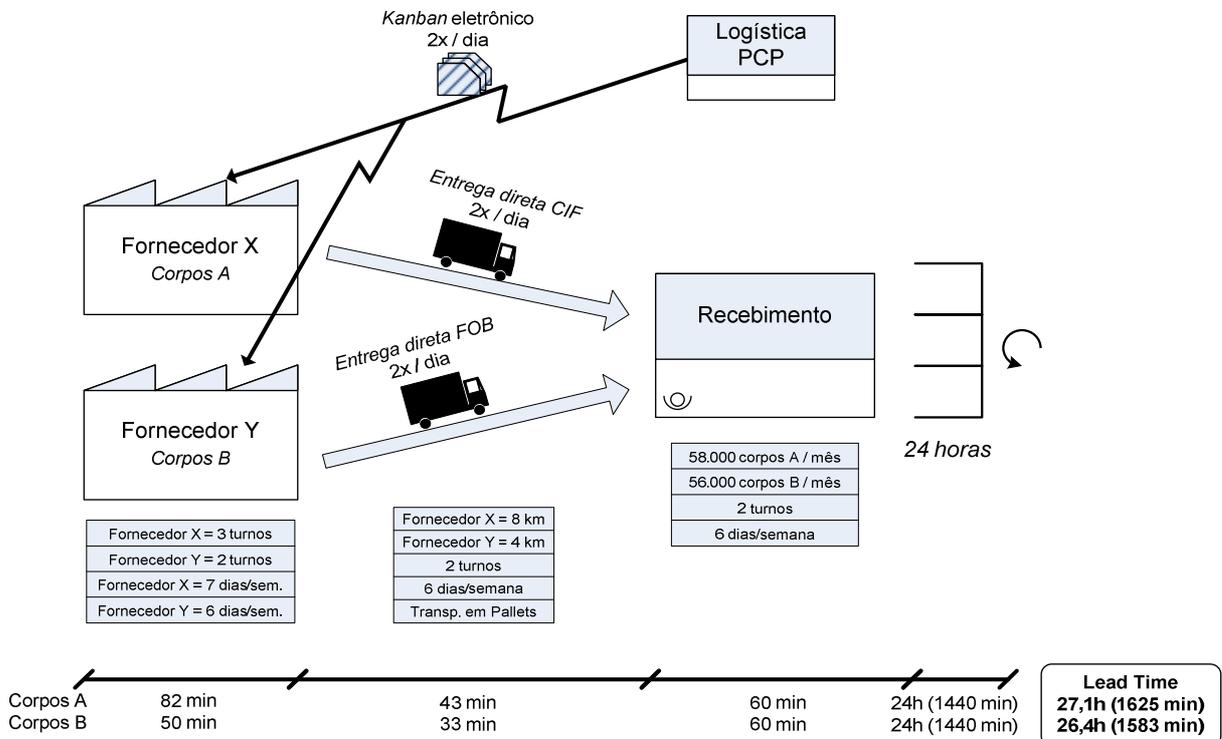


Figura 4.2 – Mapa Estendido do Estado Atual. Fonte: Dados da Empresa (2008).

4.4.2 Mapa Estendido do Estado Futuro

Com base nos dados levantados do mapa estendido do estado atual, a equipe elaborou um estado futuro que atendesse ao escopo do projeto. Buscou-se eliminar atividades desnecessárias ao processo, simplificar e combinar outras, e também criar novas ações que concretizassem efetivamente as entregas diretas no processo produtivo.

Para tanto, um dos primeiros passos abordados foi definir uma frequência de entrega que mantivesse uma quantidade aceitável de material ao lado das células de usinagem. Com isso, a equipe decidiu que seria adequado manter quatro horas de corpos de injetor ao lado das células por meio de seis entregas diárias niveladas (a cada quatro horas) dos fornecedores.

Em função de o regime de trabalho das células de usinagem da empresa ser de 3 turnos durante 7 dias por semana, o novo sistema logístico também atenderia ao mesmo regime de trabalho.

O sistema de puxada de materiais foi determinado com base no conceito JIT (*just in time*), visto que um supermercado localizado ao lado das células de usinagem solicitaria os corpos de injetor aos fornecedores. Vale ressaltar que um sistema de entregas JIS (*just in sequence*) não seria oportuno ao projeto, pois os corpos de injetor consistiam em itens relativamente padronizados e, além disso, a empresa e os fornecedores não estavam preparados o suficiente para manter uma relação de tamanha sincronia, peculiar dos relacionamentos JIS.

O transporte externo foi planejado para funcionar no sistema *milk run*, no qual, a cada quatro horas, o operador logístico da empresa coletaria os corpos de injetores nos fornecedores X e Y, e entregá-los-ia de imediato na empresa. Decidiu-se por esse canal de suprimentos haja vista a proximidade dos fornecedores e o baixo volume de entregas.

Estabeleceram-se, também, mudanças na forma de transmissão dos pedidos aos fornecedores. No estado futuro, a comunicação entre os processos produtivos e os fornecedores seria realizada mediante carrinhos devidamente identificados que carregariam uma quantidade padronizada de um modelo de corpo de injetor. Esses carrinhos já eram utilizados internamente pela empresa em alguns de seus supermercados localizados entre os processos de produção e, agora, assumiriam um novo papel de comunicação entre a empresa e o fornecedor. Os denominados “*roller-kanban*” seriam o cartão *kanban* do sistema, ou seja, o sinal de puxada dos materiais nos fornecedores.

Por fim, procurou-se atender a um dos pressupostos do estado futuro que era a eliminação das inspeções de qualidade e das verificações de recebimento, as quais acabavam por atrasar o correto fluxo dos materiais.

A figura 4.3 apresenta as principais considerações do estado futuro. O mapa do estado futuro contemplando todas as ações necessárias para efetuar as entregas diretamente no processo produtivo da empresa é apresentado no apêndice A.

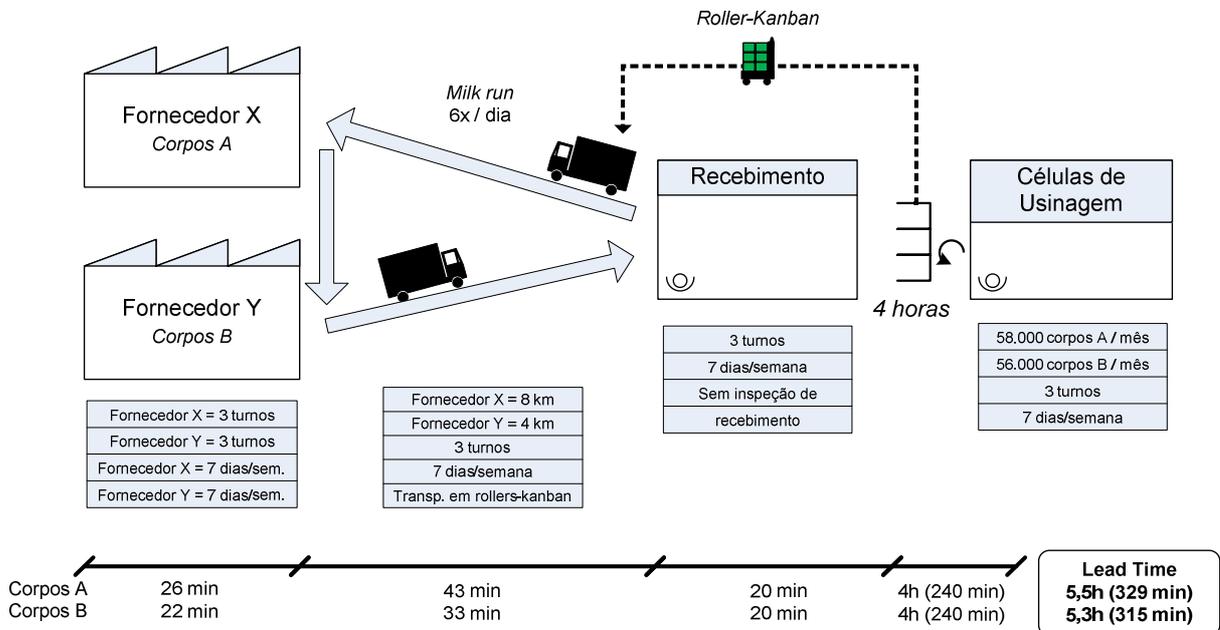


Figura 4.3 – Mapa Estendido do Estado Futuro. Fonte: Dados da Empresa (2008).

Comparando os mapas do estado atual e futuro, pôde-se perceber uma redução de 80% no tempo de atravessamento (*lead time*) dos corpos de injetor, além da simplificação do processo como um todo por meio da diminuição das atividades necessárias para execução das entregas. No entanto, sabia-se que os custos de transporte iriam aumentar em virtude das seis entregas diárias. Vale ressaltar, contudo, que o objetivo do projeto era que, uma vez implementado o novo sistema, este seria estendido para outras linhas de produção da empresa de maneira a ratear os custos de transporte.

De modo simplificado, a tabela 4.3 compara os dados levantados a partir dos mapas do estado atual e futuro.

	Estado Atual	Estado Futuro
Lead Time	27,1h (corpo A) 26,4h (corpo B)	5,5h (corpo A) 5,3h (corpo B)
Estoque	24h	4h
Área de armazenagem	15m ² (no almoxarifado)	6,3m ² (nas células)
Tempo de processamento do pedido	82min (corpo A) 50min (corpo B)	26min (corpo A) 22min (corpo B)
Etapas do processamento do pedido (número de ações necessárias para processar o pedido do cliente)	11 (corpo A) 6 (corpo B)	5 (corpo A) 4 (corpo B)
Tempo de transporte (tempo de transito + tempo de recepção no parque industrial da empresa)	43min (corpo A) 33min (corpo B)	43min (corpo A) 33min (corpo B)
Tempo de abastecimento no processo	60min *	20min **
Etapas do abastecimento no processo (número de ações necessárias para disponibilizar os materiais para produção)	28	11

* Tempo decorrido do descarregamento do caminhão até a armazenagem no almoxarifado. ** Tempo decorrido do descarregamento do caminhão até a armazenagem ao lado das células de usinagem.

Tabela 4.3 – Resumo dos Dados Levantados dos Mapas Estendidos do Estado Atual e Futuro.
Fonte: Dados da Empresa (2008).

4.4.3 Definição de Indicadores do Projeto

Reiterando os dados levantados na tabela 4.3, a equipe definiu como principais indicadores a serem acompanhados durante o projeto:

- *Lead Time*;
- Nível de estoque;
- Área de armazenagem;
- Produtividade;
- Custo de transporte.

Sabia-se, entretanto, que os indicadores de ergonomia, transparência e motivação seriam indiretamente afetados.

4.5 APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO – PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO

Em virtude da pouca maturidade dos fornecedores nas práticas enxutas, da necessidade de grande interação entre diferentes áreas da empresa e por se tratar de um novo sistema logístico, a implementação do projeto ocorreu de maneira gradual. Na primeira fase, o projeto foi implementado somente com o fornecedor X com intuito de entender melhor o novo sistema de entregas de materiais. Depois da experiência adquirida, o novo sistema de entregas de materiais foi expandido ao fornecedor Y.

A seguir, será descrito em detalhes todo o processo de implementação do projeto.

4.5.1 Adequação do Fornecedor e Operador Logístico

Com base no estado futuro, os fornecedores definiram as alterações cabíveis em seus processos. Essas alterações focaram principalmente o treinamento dos funcionários da expedição (processamento do pedido) e a avaliação da política de estoques. Além disso, estava planejada a contratação de novos funcionários para suprirem as entregas do terceiro turno e finais de semana.

Todavia, por motivo de queda da demanda dos produtos da empresa no mercado nacional e internacional, o sistema de entregas de materiais diretamente no processo produtivo teve de ser ajustado. Para os corpos A (fornecedor X), o sistema foi ajustado para operar em três turnos durante 6 dias por semana, enquanto que para os corpos B (fornecedor Y) o ajuste foi de 2 turnos durante 5 dias por semana.

Com isso, o fornecedor X teve de somente treinar alguns operadores do terceiro turno para prepararem e disponibilizarem as cargas na expedição nos horários de envio, ao passo que o fornecedor Y não necessitou de nenhum remanejamento em seu quadro de funcionários.

Vale destacar que a empresa havia planejado, também, a contratação de um novo funcionário para receber e possibilitar a entrada dos caminhões nos finais de semana, mas, pelos mesmos motivos supracitados, fez-se necessário somente o treinamento dos atuais funcionários para receberem as entregas no terceiro turno.

Da mesma forma, o modo de transporte dos materiais sofreu significativa alteração. De acordo com o mapa do estado futuro, o sistema de transporte definido para o projeto é o *milk run*, porém, até o presente momento da pesquisa, o sistema de transporte utilizado para o projeto foi o atualmente em uso na empresa. Em resumo, os corpos A eram entregues pelo transporte do fornecedor X, e os corpos B eram entregues pelo operador logístico da empresa.

Outra alteração no sistema de transporte refere-se ao acondicionamento dos materiais no caminhão e seus respectivos embarque e desembarque. Com o objetivo de eliminar o uso das empilhadeiras no processo de carga e descarga dos materiais e tendo em vista as características físicas da doca de recebimento, a equipe havia definido que os caminhões com dispositivo de plataforma elevadiça seriam os mais adequados para a movimentação e manuseio dos *rollers-kanban*.

Todavia, antecipando o prazo de compra dos caminhões, a equipe deu andamento ao projeto com os mesmos caminhões utilizados no estado atual. Logo, o processo de carga e descarga dos *rollers-kanban* na empresa e nos fornecedores era efetuado com o uso da empilhadeira. A figura 4.4 apresenta, em imagens, esse processo.



Figura 4.4 – Processo de Carga e Descarga dos *Rollers-kanban*. Fonte: Dados da Empresa (2008).

Por fim, as entregas dos corpos A na empresa eram realizadas a cada quatro horas, enquanto que os corpos B eram entregues duas vezes ao dia (Tabela 4.4).

	Horário das Janelas de Entrega					
Fornecedor X	00:00h	04:00h	08:00h	12:00h	16:00h	20:00h
Fornecedor Y			10:30h		17:30h	

Tabela 4.4 – Horário das Janelas de Entrega dos Fornecedores. Fonte: Dados da Empresa (2008).

4.5.2 Padronização das Embalagens e Dispositivos de Movimentação

Haja vista o trabalho realizado pela empresa junto aos fornecedores nacionais no que concerne ao desenvolvimento de novas embalagens, não houve, para o projeto, a necessidade de alterações nas atuais embalagens utilizadas pela empresa.

O abastecimento das duas linhas de produção era realizado por meio de embalagens plásticas pequenas que, em sua maioria, já eram providas com uma quantidade de peças por embalagem combinada com a dos produtos acabados. Nesse sentido, alterou-se a quantidade de corpos de injetor B de 24 para 25 corpos por embalagem, de modo a estar combinada com a quantidade da embalagem do produto acabado.

Em relação aos *rollers-kanban*, foi definida uma quantidade padrão de oito embalagens por *roller*, facilitando, assim, a detecção visual em situações de falta de embalagens. Determinou-se o valor de oito embalagens pelo motivo de que cada *roller-kanban* suportaria uma demanda média de 4 horas de produção.

A quantidade de corpos por embalagem de cada modelo do corpo A era de 20 e 25, enquanto que para os corpos B era de 25. Assim, a quantidade de corpos de injetor por *roller-kanban* totalizou os seguintes valores (Tabela 4.5):

Componente	Modelo (part number)	Embalagens por roller-kanban	Corpos por roller- kanban
Corpo A	F00RJ01772	8	200 corpos
Corpo A	F00RJ02087	8	160 corpos
Corpo B	F00VC00016	8	200 corpos
Corpo B	F00VC00093	8	200 corpos
Corpo B	F00VC00094	8	200 corpos

Tabela 4.5 – Total de Embalagens e Corpos por *roller-kanban*. Fonte: Dados da Empresa (2008).

Com o objetivo de manter a integridade das embalagens e dos corpos de injetor, as embalagens eram fixadas no *roller-kanban* por meio de uma cinta, o que evitava que elas caíssem durante o transporte.

Tendo em vista que os *rollers-kanban* desempenhariam o mesmo papel que os cartões *kanban* realizam em um sistema puxado, fez-se necessário identificá-los com as mesmas informações de um cartão *kanban*. Com isso, as informações referentes ao modelo do componente, à quantidade de peças por *roller*, ao processo fornecedor e ao local de destino, foram devidamente identificadas nos *rollers-kanban*. Além disso, foram utilizadas fitas adesivas das cores verde e amarela para diferenciar os *rollers-kanban* pertinentes às linhas de produção A e B, respectivamente.

Vale ressaltar, contudo, que por se tratar de um dispositivo de movimentação flexível, os *rollers-kanban* tendem a agilizar todo o processo de entrega, facilitando o carregamento e descarregamento dos caminhões bem como o manuseio dos materiais no chão de fábrica.

Para uma melhor compreensão do relatado acima, a figura 4.5 apresenta os *rollers-kanban* desenvolvidos para o projeto.



Figura 4.5 – Identificação dos *Rollers-kanban*. Fonte: Dados da Empresa (2008).

4.5.3 Dimensionamento dos Supermercados *Kanban*

Com o intuito de determinar a quantidade de corpos de injetor necessária para o correto funcionamento do sistema *kanban* entre as células de usinagem e os fornecedores, calculou-se o tamanho dos supermercados.

Com base nas equações apresentadas na seção 3.4.3, a equipe coletou os dados referentes à demanda diária, à frequência de entrega diária e ao *lead time* de compras, e definiram um estoque de segurança adequado.

A demanda diária foi definida como a quantidade de corpos consumidos nas células de usinagem durante um dia de produção. Os corpos A eram produzidos em quatro células de usinagem, sendo duas células dedicadas para cada modelo (*part number*). Porém, uma célula do modelo F00RJ02087 alternava esporadicamente para o modelo F00RJ01772, visto que, para atender à demanda mensal do modelo F00RJ01772, fazia-se necessário trabalhar em certos períodos com três células simultaneamente.

A produção dos corpos B era realizada em três células de usinagem que alternavam entre os três modelos de corpos. No entanto, vale ressaltar que, em virtude da demanda, no máximo duas células produziam simultaneamente um mesmo modelo.

A tabela 4.6 ilustra os parâmetros do cálculo do supermercado *kanban* para cada modelo de corpo de injetor. Os dados são referentes à demanda de uma célula, ou seja, equivalem a um supermercado necessário para suprir o consumo de uma única célula de usinagem.

Item	Modelo (<i>part number</i>)	Demanda (diária)	Freq. de Entrega (diária)	Lote de Entrega (pç)	Lead Time de Compras (horas)	Resposta (pç)	Estoq. de Segurança (horas)	Segurança (pç)
Corpo A	F00RJ01772	960	6	160	4	160	4	160
Corpo A	F00RJ02087	960	6	160	4	160	4	160
Corpo B	F00VC0016	880	2	440	2,5	138	2	110
Corpo B	F00VC0093	880	2	440	2,5	138	2	110
Corpo B	F00VC0094	880	2	440	2,5	138	2	110

Tabela 4.6 – Parâmetros do Cálculo do Supermercado Kanban por Célula de Usinagem. Fonte: Dados da Empresa (2008).

Os valores dos parâmetros *lead time* de compras e estoque de segurança foram estipulados de acordo com o modo de funcionamento do sistema de abastecimento e pelo critério de segurança adotado pela equipe, respectivamente. Esses parâmetros serão mais bem visualizados na próxima seção, em que será detalhado todo o processo de entrega e solicitação dos corpos de injetor.

Continuando com o processo de dimensionamento dos supermercados, a equipe determinou que, para cada célula de usinagem dos corpos A, seria alocado um supermercado de corpos de injetor referente ao modelo produzido naquele processo. A exceção seria a célula que produzia os dois modelos, onde foram alocados dois supermercados – um para cada modelo. No total seriam quatro células de usinagem para a produção dos corpos A.

Por contraste, em detrimento das características do arranjo físico das três células de usinagem que produziam os corpos B, optou-se pela disposição de um supermercado único – localizado ao lado das células – que alimentasse todas as três células de usinagem. Logo, o supermercado foi dimensionado com base na demanda de duas

células, haja vista que no máximo duas células produziriam simultaneamente o mesmo modelo.

Dito isso, o tamanho de cada supermercado de corpos de injetor seria o somatório dos parâmetros lote de entrega, resposta e segurança. Todavia, tendo em vista que os supermercados seriam os próprios *rollers-kanban* e que em cada *roller-kanban* haveria oito embalagens, fez-se necessário o arredondamento desses valores. Apresenta-se, a seguir, a tabela 4.7 que resume o exposto acima.

Item	Modelo	Supermercado (lote de entrega+ resposta+segurança)	Corpos por <i>roller-kanban</i>	Quantidade de <i>roller-kanban</i>	Arredondamento
Corpo A	F00RJ01772	480 *	200	2,4	3
Corpo A	F00RJ02087	480 *	160	3	3
Corpo B	F00VC0016	1376 **	200	6,8	7
Corpo B	F00VC0093	1376 **	200	6,8	7
Corpo B	F00VC0094	1376 **	200	6,8	7

* Supermercado dimensionado para o suprimento de uma célula de usinagem. ** Supermercado dimensionado para o suprimento de duas células de usinagem.

Tabela 4.7 – Dimensionamento dos Supermercados de *Rollers-kanban*. Fonte: Dados da Empresa (2008).

Cabe destacar que a equipe decidiu arredondar para três *rollers-kanban* os supermercados do modelo F00RJ01772, pois com somente dois *rollers-kanban* (400 corpos) resultaria em uma redução de 50% no fator de segurança do sistema. Ou seja, faltariam 80 corpos para completar o total de 480 corpos calculados, o que significa metade do fator de segurança (80/160). Outra razão foi a necessidade de padronização do tamanho dos supermercados dos dois modelos de corpos A, de modo a facilitar a gestão visual e o entendimento dos envolvidos no chão de fábrica. A figura 4.6 ilustra os supermercados implementados em cada linha de produção.

Supermercado dos Corpos A



Supermercado dos Corpos B



Figura 4.6 – Supermercado dos Corpos de Injetor A e B. Fonte: Dados da Empresa (2008).

4.5.4 Processo de Entrega dos Materiais

Baseado no mapa do estado futuro, removeu-se do processo de entrega todas as ações que geravam atraso no fluxo suave dos materiais até as células de usinagem. Com o novo sistema logístico, as diversas atividades de conferência dos materiais, manuseio dos *pallets* e transações no sistema de informação não se faziam mais necessárias.

Em vista disso, a equipe de projeto planejou e implementou um sistema de abastecimento com as seguintes características:

- a) Sem estoques no almoxarifado;
- b) Sem qualquer inspeção de recebimento ou qualidade;
- c) Abastecimento no ponto de uso mediante duas etapas de movimentação;
- d) Uso do sistema de rotas de abastecimento interno para realizar as entregas no processo produtivo.

Optou-se pela utilização do atual sistema de rotas de abastecimento interno da empresa em virtude das limitações de *layout* da fábrica. De fato, havia somente uma doca de recebimento que estava localizada a uma longa distância das células de usinagem, o que tornava inviável o abastecimento direto.

Desse modo, o processo de entrega dos corpos de injetor às células de usinagem pode ser apresentado da seguinte maneira:

- 1) Descarregamento dos *rollers-kanban* na doca de recebimento, onde eles são descarregados por meio do uso de empilhadeira.
- 2) Depois de descarregados, o próprio motorista do caminhão movimenta os *rollers-kanban* até uma área específica na qual a rota de abastecimento interno aguardará a chegada dos *rollers-kanban*.

- 3) Em seguida, o motorista conecta os *rollers-kanban* na rota de abastecimento que os levará até as células de usinagem de acordo com os horários estabelecidos.
- 4) Após ter disponibilizado os *rollers-kanban* para a rota de abastecimento, o motorista coleta os *rollers-kanban* vazios que foram consumidos durante as últimas quatro horas de produção (esses *rollers-kanban* vazios são trazidos das células de usinagem por meio da rota de abastecimento).
- 5) Antes de levar os *rollers-kanban* vazios para serem carregados no caminhão, o colaborador responsável da empresa destaca a nota fiscal referente aos *rollers* e entrega ao motorista. Feito isso, o motorista assina o canhoto da nota fiscal e, em seguida, é liberado para carregar e transportar os *rollers-kanban* até o fornecedor.

Essa sequência de atividades era realizada para ambos os corpos A e B, com uma pequena diferença, entretanto. Conforme relatado acima, a cada janela de entrega dos corpos A, o motorista coletava os *rollers-kanban* vazios que deveriam ser entregues na próxima janela (4 horas depois); para os corpos B, no entanto, a coleta dos *rollers-kanban* vazios era efetuada com 2,5 horas de antecedência da janela de entrega. Ou seja, o operador logístico da empresa passava para coletar os *rollers-kanban* vazios momentos antes da janela de entrega. A figura 4.7 resume visualmente a sequência do processo de entrega relatado acima.

Percebe-se, aqui, o motivo pelo qual a equipe definiu os valores de 4 e 2,5 horas para o parâmetro *lead time* de compras dos corpos A e B, respectivamente. No tocante ao estoque de segurança dos corpos A, decidiu-se colocar um estoque equivalente a um ciclo de fornecimento (4 horas), enquanto que, para os corpos B, decidiu-se por 2 horas, haja vista o maior poder de reação do fornecedor e o operador logístico.

Um ponto importante a se enfatizar é no que tange às rotas de abastecimento interno, uma vez que a equipe teve de analisar os possíveis itinerários a serem percorridos pela rota, a frequência de abastecimento e a capacidade de transporte, tendo como meta a

melhor sincronia entre a entrega dos *rollers-kanban* pelo fornecedor e o horário de abastecimento da rota.

Como resultado, manteve-se a mesma frequência de abastecimento de 30 minutos, porém ajustou-se o horário e o local de parada da rota quando esta chegava no almoxarifado. Nas janelas de entrega do fornecedor, o abastecedor da rota interna estacionava o seu rebocador em um local diferente do usual, de modo a permitir a conexão dos *rollers-kanban* pelo motorista do caminhão com o mínimo de movimentação possível. Além disso, os horários da rota interna foram ajustados para partirem 15 minutos após a janela de entrega do fornecedor na doca de recebimento, a fim de viabilizar o fluxo direto dos *rollers-kanban* do caminhão até as células de usinagem. Outro fator considerado foi que o novo horário da rota não coincidissem com os horários de outras duas rotas que trafegavam no mesmo percurso.

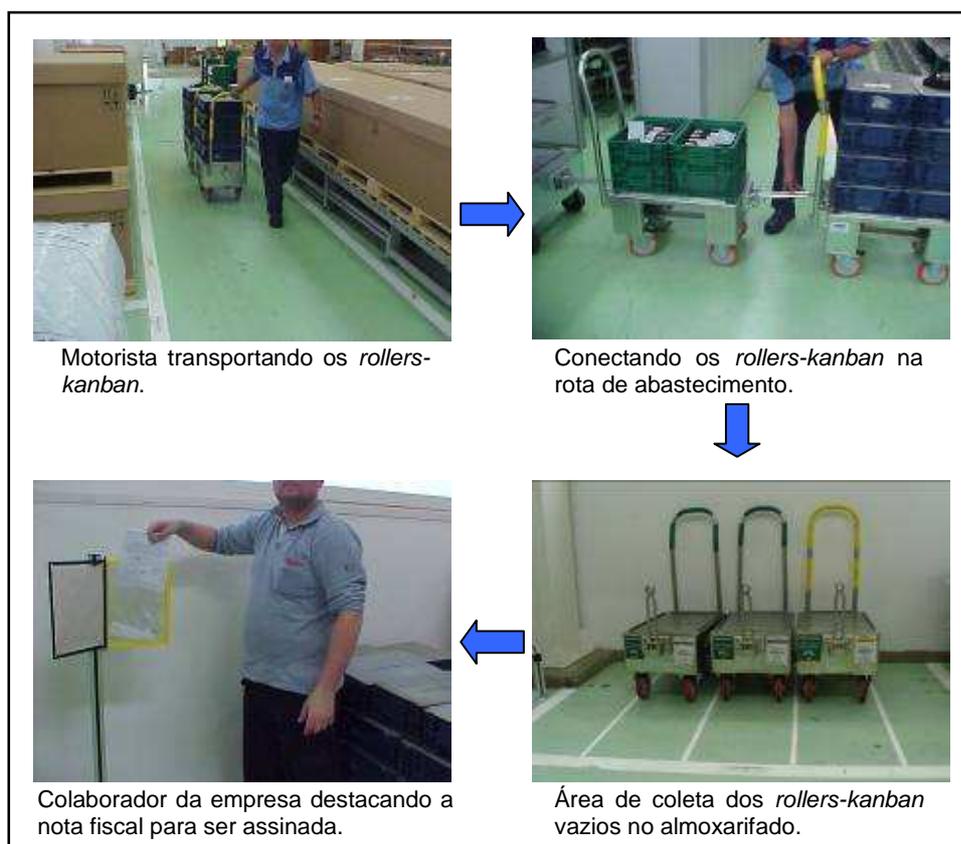


Figura 4.7 – Resumo do Processo de Entrega dos *Rollers-kanban*. Fonte: Dados da Empresa (2008).

Em relação à capacidade de transporte da rota interna, realizaram-se algumas simulações com vistas a avaliar os riscos de acidentes de uma rota superocupada, e concluiu-se que a quantidade máxima de *rollers-kanban* que poderiam ser transportados de uma só vez era de sete. Logo, transportar quantidades maiores tornou-se proibitivo.

De fato, em função da dinâmica do sistema puxado e da necessidade de expandir o sistema de *rollers-kanban* para outros itens das linhas de produção, poderiam ocorrer situações em que o fornecedor traria em uma única entrega mais do que sete *rollers-kanban*, quantidade que impossibilitaria a entrega direta dos materiais nos processos produtivos. Outra situação seria quando a própria rota de abastecimento interno já estivesse ocupada com o transporte de outros materiais.

Devido a isso, a equipe estabeleceu que, em tais ocasiões, os *rollers-kanban* deveriam aguardar no almoxarifado até o horário da próxima rota de abastecimento, o que geraria um atraso de 30 minutos no abastecimento das células de usinagem. Contudo, o estoque de segurança definido no cálculo do supermercado *kanban* seria suficiente para suportar esse atraso.

Voltando ao processo de entrega, após terem sido conectados na rota de abastecimento, os *rollers-kanban* eram levados até os respectivos supermercados das células de usinagem. A partir desse momento, os *rollers-kanban* estavam disponíveis para consumo e, à medida que eram consumidos, a rota de abastecimento os coletava e os entregava no lugar especificado no almoxarifado.

Faz-se necessário, todavia, apresentar a sistemática de abastecimento dos corpos de injetor entre o supermercado e as células de usinagem. A seguir, é apresentado o sistema de abastecimento dos corpos A (Figura 4.8):

- 1) O operador da célula de usinagem consome os corpos de injetor disponíveis no ponto de uso. No instante em que ele retira o primeiro corpo de injetor da última embalagem no ponto de uso, ele aciona o *andon* (painel luminoso) com

o uso de uma chave, chamando o operador acíclico* para abastecer o ponto de uso com novas embalagens.

- 2) Nesse momento, o operador acíclico se dirige até a célula requerente e abastece quatro embalagens com peças no ponto de uso.
- 3) Quando o *roller-kanban* esvazia-se (sem embalagens), o operador acíclico retira-o do supermercado e disponibiliza-o em uma área especificada ao lado do corredor. Esse é o ponto de disparo do *roller-kanban* para o fornecedor.
- 4) Por fim, a cada 30 minutos – frequência da rota de abastecimento – o operador da rota coleta o *roller-kanban* e entrega-o na área especificada no almoxarifado, de onde será coletado pelo fornecedor. Vale destacar que as embalagens vazias consumidas nas células de usinagem, são coletadas, também, pela rota de abastecimento.

A principal razão de se utilizar os operadores acíclicos para abastecer o ponto de uso das células de usinagem foram as restrições de espaço físico encontradas. De fato, objetivava-se que a rota de abastecimento efetuasse tal procedimento no ponto de uso, porém, em duas células de usinagem, havia uma dificuldade de acesso do operador da rota para manusear os *rollers-kanban*.

Para os corpos B, contudo, o abastecimento do ponto de uso era realizado pelos próprios operadores das células. Apesar de tratar-se de uma atividade que não agregasse valor aos operadores das células de usinagem, decidiu-se continuar com essa sistemática por três motivos: a) o trabalho padronizado dos operadores das células já englobava a movimentação dos produtos ao supermercado; b) havia as mesmas limitações de espaço físico; e c) não havia operadores acíclicos disponíveis.

* No presente trabalho, operador acíclico refere-se ao operador que efetua tarefas que não possuam um tempo de ciclo claramente definido, regido por um tempo *takt*. Na empresa pesquisada, esses operadores eram responsáveis pela coleta e entrega dos calibradores e ferramentas às células de usinagem, e auxiliavam nas tarefas de *setup* (troca de ferramenta).

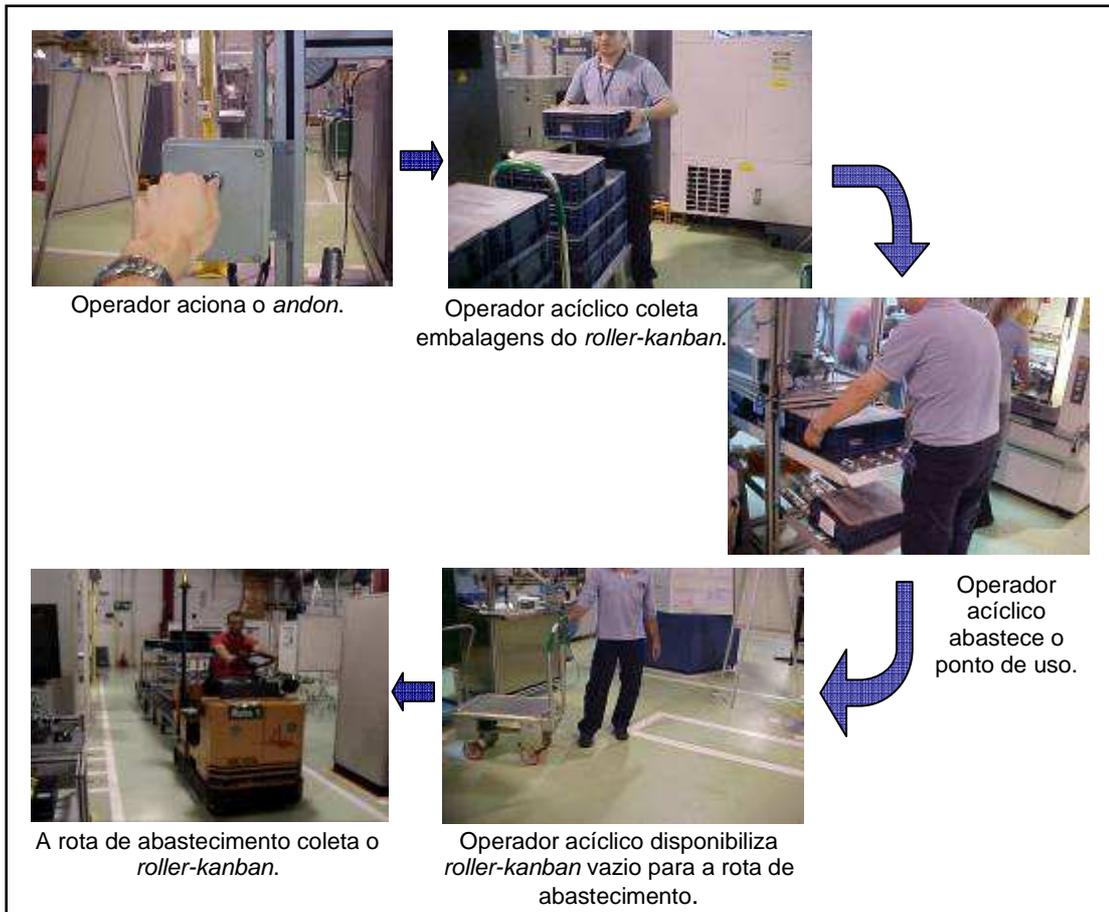


Figura 4.8 – Sistemática de Abastecimento das Células de Usinagem (Corpo A). Fonte: Dados da Empresa (2008).

Por fim, vale destacar o princípio do ponto de disparo do *roller-kanban* para o fornecedor. Com base na sistemática de abastecimento do ponto de uso, os *rollers-kanban* ficavam vazios (sem embalagens) por meio de duas coletas do operador acíclico, ou seja, retirava-se quatro embalagens na primeira chamada (*andon*), e as quatro restantes eram retiradas na próxima chamada. Desse modo, os *rollers-kanban* eram disparados para o fornecedor quando eles estavam na metade de seu consumo, em torno de duas horas antes de serem totalmente consumidos pelas células de usinagem.

A equipe definiu essa sistemática por entendê-la como a mais adequada, visto que, se o *roller-kanban* fosse disparado no momento do consumo da primeira embalagem, o disparo seria efetuado com muita antecedência; se o *roller-kanban* fosse disparado no

momento do consumo da última embalagem, por outro lado, poderia resultar em falta de peças.

4.5.5 Fluxo de Informação e Embalagens

O novo sistema logístico acarretou uma série de alterações no fluxo de informações entre a empresa e os fornecedores.

Em primeiro lugar, o processo cliente – células de usinagem – estava agora conectado com o fornecedor por intermédio de um único ciclo de puxada *kanban*, o que permitia aos processos produtivos uma melhor gestão dos respectivos materiais. Assim, os operadores das células de usinagem, bem como o líder do time, conseguiam melhor visualizar o comportamento do supermercado de corpos de injetor e, conseqüentemente, reagir com mais rapidez em situações de falta iminente de peças.

Por meio da utilização dos *rollers-kanban*, contribuiu-se igualmente para a eliminação de algumas atividades relacionadas ao envio do pedido para o fornecedor e ao processamento do pedido no fornecedor. Ou seja, não se faziam mais necessários o envio dos pedidos via *e-mail*, a consolidação de dados em uma planilha eletrônica nem a impressão dos pedidos.

Com isso, a simples presença dos *rollers-kanban* na área de expedição do fornecedor, representava a informação de que aquela quantidade de corpos de injetor (referente aos *rollers*) deveria ser puxada de seu supermercado de produtos acabados e entregue na próxima janela.

Outro ponto alterado com o novo sistema logístico foi a eliminação das transferências de registro de estoque. Anteriormente, realizavam-se duas transferências de estoque até os corpos de injetor serem abastecidos nas células de usinagem. Com a nova sistemática, a transferência de estoque era efetuada diretamente da portaria da empresa, alteração que significava que, ao receber a nota fiscal dos materiais, a portaria fazia a baixa dos estoques diretamente para as células de usinagem.

Em relação ao fluxo de embalagens retornáveis, a empresa já possuía um sistema de gestão de embalagens, segundo o qual as enviava uma vez por dia aos fornecedores X e Y, após terem sido consolidadas em *pallets*.

Com o objetivo de transportar as embalagens vazias juntamente com os *rollers-kanban* quando esses eram enviados aos fornecedores, a equipe simulou esse processo e, como resultado, encontrou algumas dificuldades: a) as atividades de carregamento do caminhão e transporte dos *rollers-kanban* tornaram-se mais complexas, gerando atrasos no processo; b) a nova sistemática de gerenciamento dessas embalagens ocasionou dificuldades no atendimento do trabalho padronizado dos abastecedores de materiais; e c) em termos visuais, os *rollers-kanban* com embalagens vazias podiam ser confundidos com *rollers-kanban* com peças.

Em decorrência disso, a equipe decidiu utilizar do atual sistema de gestão de embalagens, de modo que os *rollers-kanban* seriam enviados vazios (sem nenhuma embalagem), e as embalagens seriam enviadas em *pallets* uma vez por dia.

Por fim, tendo em vista que os *rollers* se tratavam de ativos financeiros para a empresa, era mandatório o processo de emissão de nota fiscal a cada envio de *rollers-kanban* aos fornecedores. Com isso, a equipe definiu que, minutos antes da janela de entrega do fornecedor, o almoxarife responsável pela emissão das notas fiscais devia checar quantos *rollers-kanban* vazios estavam na área especificada e, então, emitir as respectivas notas fiscais. Depois de emitidas as notas, o almoxarife colocava-as num suporte, que estava localizado estrategicamente de modo a evitar deslocamentos desnecessários.

Buscava-se, assim, um melhor desempenho do trabalho do almoxarife que recebia os *rollers-kanban* e do motorista que assinava as notas fiscais.

4.5.6 Procedimentos de Controle

De modo a controlar a eficácia do sistema de abastecimento, a equipe estabeleceu alguns procedimentos de controle que sinalizassem claramente as situações de não-

conformidade, possibilitando aos envolvidos reagirem rapidamente para trazer o sistema de volta ao controle.

O primeiro procedimento de controle era efetuado no ato do recebimento dos *rollers-kanban*, quando o almoxarife responsável pelo recebimento checava se os *rollers-kanban* estavam sendo entregues no momento certo, no modelo certo e na quantidade certa.

Segundo o trabalho padrão estabelecido pela equipe, o almoxarife controlava o sistema da seguinte maneira:

- 1) No momento da chegada do caminhão na doca de recebimento, o almoxarife checava se o fornecedor obedecia ao horário da janela de entrega e aceitava um atraso de no máximo 15 minutos. Para isso, marcava-se em um quadro específico o atendimento de cada janela de entrega.
- 2) Em seguida, era verificado se o modelo (*part number*) e a quantidade de *rollers-kanban* entregues estavam de acordo com a solicitação do pedido. Para ter esse controle, o almoxarife utilizava um quadro no qual marcava o modelo e a quantidade de *rollers-kanban* enviados e recebidos a cada janela de entrega (Figura 4.9).
- 3) Caso houvesse alguma discrepância no momento da entrega, tanto quanto ao modelo quanto à quantidade incorreta de *rollers-kanban*, o almoxarife devia enviar de imediato uma mensagem (via *e-mail*) ao fornecedor, informando-o do problema ocorrido. Por conseguinte, o fornecedor deveria responder rapidamente ao problema identificado.

Percebe-se que o controle supracitado era realizado na área do almoxarifado, porém tal controle poderia ser realizado nas células de usinagem, onde os *rollers-kanban* eram entregues de fato. Essa segunda abordagem, entretanto, poderia ser aplicada caso a movimentação dos *rollers-kanban* fosse efetuada diretamente até as células de usinagem, sem a utilização das rotas de abastecimento interno.



Figura 4.9 – Quadro de Controle para Recebimento e Envio de *Rollers-kanban*. Fonte: Dados da Empresa (2008).

Portanto, a equipe decidiu que seria mais prático usufruir a atual estrutura do almoxarifado e a familiaridade dos almoxarifes com tais atividades para realizar o controle das entradas e saídas dos *rollers-kanban*.

Ademais, tendo em vista que o envio dos pedidos ao fornecedor era realizado por meio da puxada de *rollers-kanban* de um supermercado, tornava-se indispensável estabelecer limites visuais para reagir às situações de não-conformidade, bem como definir o plano de reação para tais situações.

Apesar do controle realizado no almoxarifado, cada célula de usinagem tinha responsabilidade pelo monitoramento de seus supermercados. Com isso, foi definido que, quando um supermercado alcançasse a faixa vermelha, ficando com apenas um *rollers-kanban*, o líder do time deveria comunicar imediatamente aos responsáveis da logística sobre a situação de não conformidade. A logística, por sua vez, deveria atuar com agilidade para resolver o problema e buscar incisivamente a eliminação da causa raiz.

Em situações nas quais o último *roller-kanban* fosse esvaziado, ou seja, quando o operador acíclico retirasse as últimas quatro embalagens do *roller-kanban*, ele deveria avisar imediatamente ao líder do time e, conseqüentemente, ao gerente da área sobre a falta iminente de peças. De fato, após ter removido as últimas quatro embalagens, restaria por volta de duas horas de produção antes que essas acabassem.

Destaca-se, contudo, que o sistema de controle como um todo era facilitado pela razão de que os locais de movimentação, armazenagem e manuseio dos *rollers-kanban* eram claramente demarcados, o que mostrava visualmente quando alguma situação de não conformidade estivesse ocorrendo.

4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O PROJETO

Pretende-se, neste fim de capítulo, descrever as principais considerações acerca da realização do projeto. Para tanto, subdividiram-se essas considerações em três seções, apresentadas na sequência.

4.6.1 Estratégia de Implementação e Problemas Encontrados

Conforme dito anteriormente, o processo de implementação do sistema logístico de abastecimento de corpos de injetor diretamente nas células de usinagem foi realizado de maneira gradual, iniciando com a linha A e finalizando com a linha B.

Vale ressaltar que a equipe se defrontou com uma série de imprevistos, sobretudo no transporte externo, que resultaram em adaptações no que tange à sistemática inicialmente definida, no entanto, o escopo do projeto foi sempre seguido.

Assim, percebeu-se que, em virtude dos imprevistos ocorridos e da necessidade de forte interação entre várias áreas da empresa, a implementação gradual do projeto foi uma estratégia assertiva, visto que possibilitou que cada passo fosse realizado com confiança. Um resumo dos principais marcos (*milestones*) do processo de implementação é apresentado abaixo:

1º Etapa - Nesta primeira fase, fez-se necessário a estruturação dos primeiro e segundo turno, de modo que as entregas eram realizadas em *pallets* quatro vezes ao dia;

2º Etapa - Em seguida, estruturou-se o terceiro turno. Adicionaram-se duas entregas noturnas, totalizando seis entregas diárias em *pallets*;

3º Etapa - Eliminou-se o uso do *kanban* eletrônico e implementaram-se os *rollers-kanban*. Nesta fase, havia um supermercado de *rollers-kanban* no almoxarifado que alimentava as células de usinagem;

4º Etapa - Eliminou-se o supermercado do almoxarifado para que as entregas fossem efetuadas diretamente nas células de usinagem.

5º Etapa - Expandiu-se o novo sistema logístico para a linha B.

Em relação aos problemas ocorridos durante o funcionamento do novo sistema logístico, pode-se destacar três distúrbios em particular: 1) a entrega de corpos de injetor com problemas de qualidade; 2) a falta de peças devido ao desnivelamento na puxada de materiais e falta de matéria prima no fornecedor; e 3) os atrasos de entrega. Todos esses distúrbios são referentes aos corpos A do fornecedor X.

O primeiro refere-se a um problema ocorrido nos processos de produção e conferência do fornecedor, que acabou por enviar um lote de corpos de injetor com defeitos de qualidade. Como o novo sistema logístico não previa conferências no ato do recebimento, o distúrbio em questão foi detectado somente quando utilizado pelas células de usinagem.

O segundo distúrbio aconteceu quando a empresa aumentou subitamente e demasiadamente o consumo dos corpos de injetor A. Além disso, o fornecedor teve problemas com o seu suprimento de matéria prima (fornecedor de terceira camada), o que resultou na paralisação da produção dos corpos A em sua fábrica. Por consequência, os supermercados ao lado das células de usinagem não suportaram tamanha demanda, e o supermercado de produtos acabados do fornecedor foi totalmente consumido.

Os atrasos de entrega, todavia, ocorreram mais de uma vez, e tinham como causas-raiz a falta de treinamento dos almoxarifes do fornecedor e a ausência de um procedimento claro para expedição dos *rollers-kanban*. De fato, houve situações nas quais *rollers-kanban* estavam disponíveis para envio, porém os almoxarifes não os encontravam no almoxarifado em virtude da desorganização deste.

No tocante ao fornecedor Y, durante os dois meses em que a equipe acompanhou o projeto, não foram constatados distúrbios em relação ao suprimento dos corpos B.

Com base no exposto acima, percebe-se a maior deficiência do fornecedor X em atender as exigências do novo sistema logístico. De fato, os problemas encontrados refletem a carência na disseminação do modelo de gestão de processos enxutos ao fornecedor X, visto que os distúrbios eram causados, em sua maioria, por falta de organização processual, de um trabalho padronizado que fosse devidamente seguido e de estabilidade básica nos processos de manufatura.

Ademais, em relação ao segundo distúrbio relatado, corroborou-se a importância de um alto grau de aderência ao nivelando da produção, evitando assim picos de demanda nos supermercados ao lado das células de usinagem e, conseqüentemente, no supermercado de produtos acabados do fornecedor. Além disso, a falta de matéria prima no fornecedor refletiu a falta de um estoque padronizado de segurança, que fosse devidamente monitorado para eventuais imprevistos.

Os problemas relatados acima foram investigados de maneira conjunta pelas pessoas envolvidas diretamente nas atividades de operação do sistema e pela equipe do projeto que definiram ações de melhoria para a solução dos distúrbios ocorridos. No tocante ao fornecedor X, a equipe do projeto deslocou-se em duas ocasiões até a fábrica deste para auxiliá-lo na investigação e solução das causas-raiz dos problemas evidenciados.

Contudo, as situações vivenciadas reiteraram a importância de o fornecedor possuir processos robustos que garantam a disponibilidade e qualidade dos produtos fornecidos, ao passo que o cliente deve obedecer ao nivelamento da produção estabelecido, evitando picos e vales de demanda aos processos precedentes e, conseqüentemente, aos fornecedores. No mesmo sentido, em virtude da frequente comunicação entre cliente e fornecedor e do baixo nível de estoque no sistema, os parceiros devem seguir rigorosamente o trabalho padronizado definido para o desempenho eficaz do sistema *Ship to Line*, bem como reagirem rapidamente às situações não desejadas através de planos de reação igualmente padronizados.

4.6.2 Resultado Final dos Indicadores do Projeto

De acordo com os indicadores acompanhados durante a realização do projeto, o novo sistema logístico rendeu resultados positivos em sua maioria, com exceção dos custos de transporte. Os valores dos indicadores são apresentados na tabela 4.8.

Percebe-se que os ganhos foram expressivos em relação ao *lead time*, ao nível de estoque e à área utilizada para armazenagem, no entanto, ainda não atingiram os valores indicados no mapa do estado futuro. A razão para tal diferença deve-se aos acontecimentos não planejados – discutidos neste capítulo – que demandaram da equipe adaptações e ajustes a fim de manter o projeto em curso.

Pode-se destacar o aumento do nível de estoque que subiu de 4 horas (planejado no estado futuro) para 8 horas (corpos A) e para 11 horas (corpos B). Em relação aos corpos A, esse aumento ocorreu em virtude do fator de segurança – equivalente a 4 horas – que a equipe definiu como adequado ao sistema, ao passo que, para os corpos B, a razão principal foi a frequência de entrega dos *rollers-kanban* – somente duas entregas ao dia. Por consequência, o *lead time* de todo o processo e a área de armazenagem para os corpos de injetor sofreram igualmente um aumento.

	Situação Inicial	Situação Atual	Variação
Lead Time	27,1h (corpo A) 26,4h (corpo B)	9,5h (corpo A) 12,3h (corpo B)	65% de redução 53% de redução
Estoque	24h	8h (corpo A) 11h (corpo B)	66% de redução 54% de redução
Área de Armazenagem	15m ² (no almoxarifado)	8,7m ² (supermercado ao lado das células)	42% de redução
Manuseio	950 caixas/dia	760 caixas/dia	20% de redução
Custo de Transporte	R\$ 10X,00	R\$ 13X,50	35% de aumento
Custo Total (estoque vs transporte)	R\$ 100X,00	R\$ 78X,00	22% de redução
Nível de Serviço (OTIF)	95%	95%	-----

Tabela 4.8 – Resultado dos Indicadores do Projeto. Fonte: Dados da Empresa (2008).

De modo a facilitar a visualização desses valores, os gráficos a seguir ilustram os indicadores *lead time*, nível de estoque e área de armazenagem referente à situação inicial do projeto (mapa do estado atual), à situação atual do projeto e ao estado futuro (mapa do estado futuro), que está em curso de ser atingido.

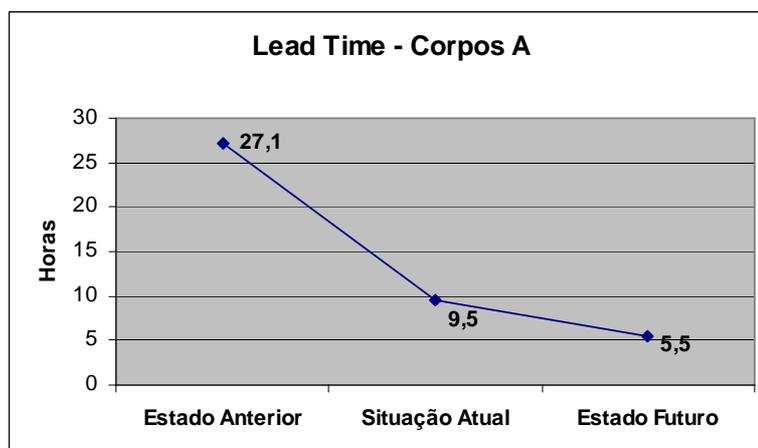


Figura 4.10 – *Lead Time* dos Corpos “A” vs. Cenários do Projeto. Fonte: Dados da Empresa (2008).

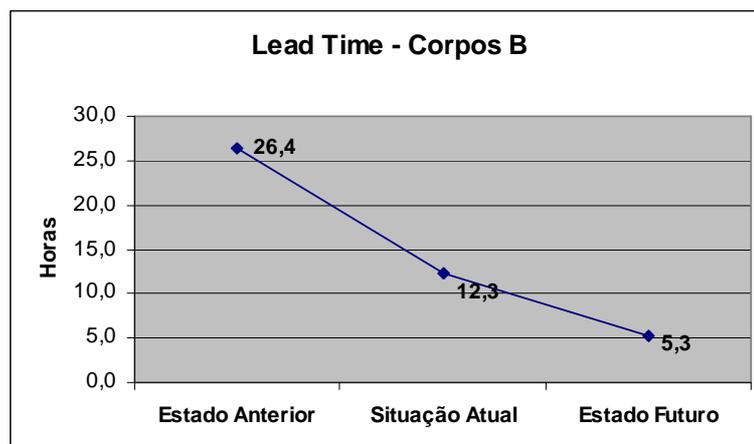


Figura 4.11 – *Lead Time* dos Corpos “B” vs. Cenários do Projeto. Fonte: Dados da Empresa (2008).

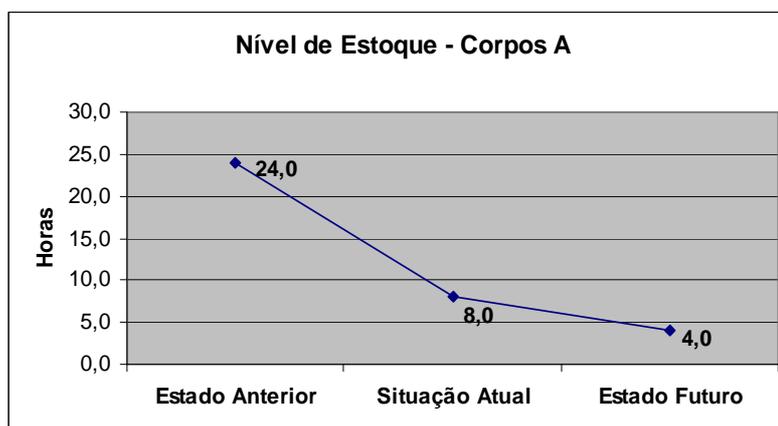


Figura 4.12 – Nível de Estoque dos Corpos “A” vs. Cenários do Projeto. Fonte: Dados da Empresa (2008).

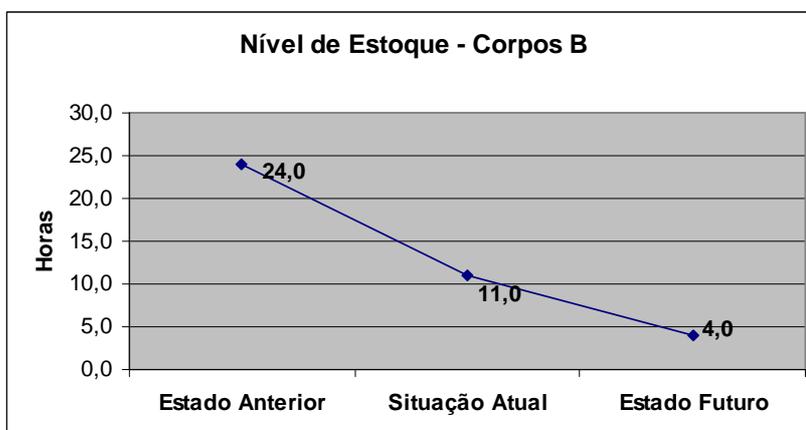


Figura 4.13 – Nível de Estoque dos Corpos “B” vs. Cenários do Projeto. Fonte: Dados da Empresa (2008).

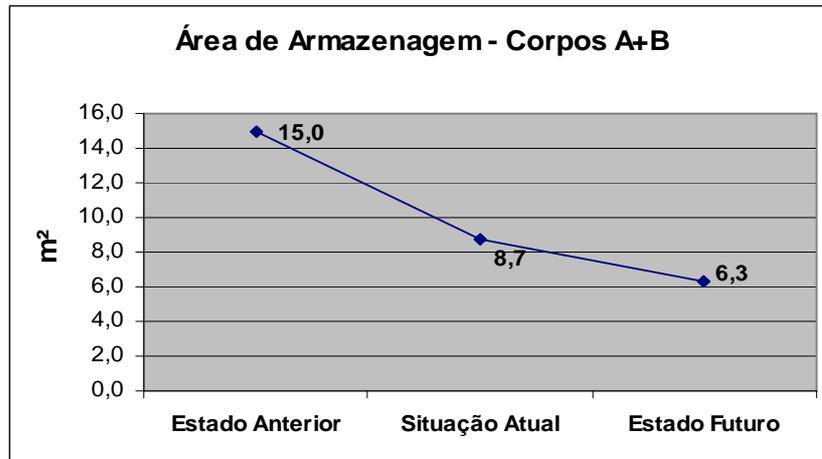


Figura 4.14 – Área de Armazenagem vs. Cenários do Projeto. Fonte: Dados da Empresa (2008).

Apesar de ainda não alcançarem os exatos valores do mapa do estado futuro, os resultados foram de grande benefício para a empresa, haja vista a redução expressiva no tempo de atravessamento (*lead time*) dos corpos de injetor atrelado à redução dos estoques e ganho de área de armazenamento.

Analogamente, o indicador de produtividade acarretou resultados positivos na forma de redução das atividades de manuseio de embalagens e *pallets* utilizadas no almoxarifado. Por meio das entregas em *rollers-kanban*, eliminou-se cerca de 20% das tarefas necessárias para manusear embalagens e *pallets* no almoxarifado e, com isso, influenciou-se na redução do número de operadores necessários.

Desse modo, um ponto importante a se ressaltar refere-se à queda de 50% da demanda dos produtos da empresa, cujo resultado traduziu-se numa redução de 60% do número de almoxarifados que trabalhavam nessa unidade produtiva. Constatou-se, todavia, que as reduções das atividades de manuseio juntamente com os ganhos de produtividade decorrentes de outros projetos de melhoria contribuíram significativamente para essa redução de 60% do número de almoxarifados.

Em relação ao custo de transporte, os resultados foram negativos, representando um aumento de 35% para a empresa. No entanto, como dito anteriormente, o objetivo da empresa e da equipe do projeto era expandir o novo sistema logístico para outras

famílias de componentes e outras linhas de produção, possibilitando dessa maneira um rateio no custo de transporte.

Assim, tendo em vista que as entregas dos corpos A e B ocupavam uma fração da capacidade dos caminhões, o ajuste de mais componentes nas mesmas entregas resultaria em mais redução de estoques e atenuaria os custos de transporte. Além disso, tais custos seriam rateados entre as linhas de produção envolvidas nesse sistema.

Entretanto, comparando os custos totais por meio da relação entre os ganhos com a redução dos estoques (custo dos corpos de injetor) e o aumento do custo de transporte, pôde-se observar uma redução de 22% no custo logístico total, o que resultou em lucro financeiro para a empresa.

O nível de serviço do *Ship to Line* representado pelo indicador OTIF (*on time in full*), que significa a entrega dos componentes certos, no momento certo e na quantidade certa, manteve o valor de 95% de atendimento. No entanto, nos meses iniciais de implementação do projeto esse indicador apresentou valores inferiores, refletindo os problemas encontrados (seção 4.6.1) durante o desenvolvimento do projeto (Figura 4.15).

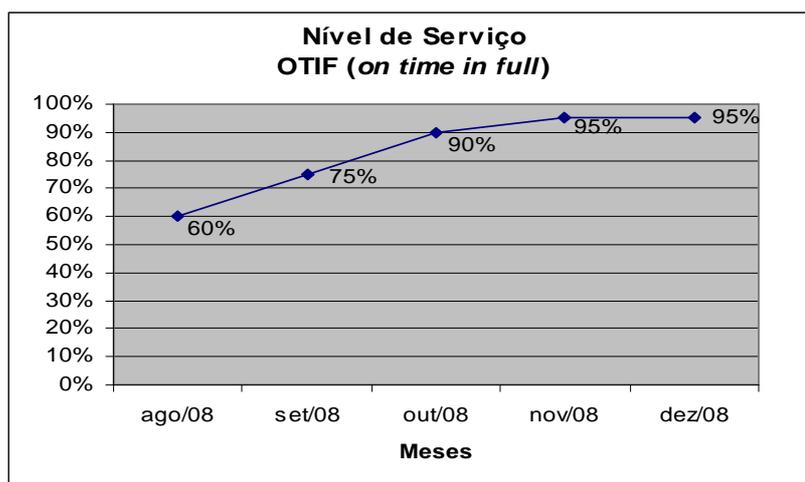


Figura 4.15 – Nível de Serviço (OTIF) vs Meses do Projeto. Fonte: Dados da Empresa (2008).

Outra questão observada foi a melhoria da transparência e da simplicidade de todo o processo. Dessa forma, a definição de um trabalho padronizado e a demarcação visível dos locais de recebimento, conexão e armazenagem dos *rollers-kanban*, possibilitou que todos os envolvidos no chão de fábrica entendessem facilmente o funcionamento do novo sistema logístico e detectassem rapidamente qualquer situação irregular.

Contudo, pode-se concluir que o projeto obteve sucesso, pois, além de impactar positivamente em seus indicadores, agregou maior conhecimento à empresa e a seus fornecedores no que tange aos conceitos e objetivos da Manufatura Enxuta, apontando quais são os lugares onde se deve buscar por melhorias e quais precisam ser mantidos para que os benefícios sejam sustentáveis.

Em termos práticos, o sistema logístico *Ship to Line* expôs uma série de deficiências que estavam escondidas atrás da segurança dos estoques intermediários e possibilitou que, com a redução dos estoques, a empresa e seus fornecedores pudessem enxergar os desperdícios e atacar as causas-raiz.

4.6.3 Passos Futuros

Sobre os passos futuros a serem seguidos com o projeto, reitera-se a importância de se estabelecer um sistema de coleta de materiais *milk run* a fim de viabilizar os custos de transporte. Poder-se-ia, inclusive, estender as coletas *milk run* para outros fornecedores à medida que outros componentes fossem inclusos no sistema logístico.

Outro aspecto seria a diminuição da quantidade de peças por *rollers-kanban*, visando à redução dos estoques. Entretanto, dever-se-ia avaliar cada situação em particular para que não houvesse o risco de falta de peças.

Em relação ao processo de abastecimento, o abastecedor da rota deveria entregar os *rollers-kanban* diretamente no ponto de uso das células de usinagem. Desse modo, poder-se-ia liberar o operador acíclico dessa atividade e movimentar os *rollers-kanban* por meio de uma única etapa de movimentação, ou seja, da doca de recebimento até o ponto de uso das células de usinagem.

Um fator que resultaria em ganhos expressivos seria desenvolver os fornecedores segundo as práticas enxutas, com intuito de garantir a qualidade dos componentes fornecidos e eliminar a falta de materiais. Com fornecedores mais capacitados, os custos de produção iriam se reduzir e, conseqüentemente, o custo do componente fornecido também, acarretando ganhos para ambos os lados, cliente e fornecedor.

Conforme evidenciado na pesquisa de campo, a maioria dos problemas encontrados tinha como principal fato gerador a ineficiência e o despreparo do fornecedor em atender os requisitos do sistema, o que corrobora a grande importância do papel do fornecedor no desempenho eficaz do *Ship to Line*.

Por fim, tendo compreendido que um sistema de abastecimento de materiais diretamente na linha do cliente exige dos envolvidos um excelente grau de maturidade nas práticas enxutas, recomenda-se o aprimoramento da estabilidade básica dos processos produtivos, do nivelamento da produção, do *kanban* e do trabalho padronizado. Por conseguinte, todo o sistema se tornaria mais enxuto, com estoques reduzidos e um ritmo de abastecimento suave e consistente.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSÕES

Nas últimas décadas, as relações entre as empresas participantes de uma cadeia de suprimentos sofreram consideráveis mudanças, o que forçou as empresas a criarem um relacionamento de proximidade e respeito com o objetivo de ampliarem seus ganhos além das fronteiras organizacionais. Desse modo, a competitividade não é mais limitada a cada organização individualmente, mas, sim, entre cadeias de suprimentos inteiras.

Nesse contexto, destaca-se a logística como instrumento fundamental na conexão entre os parceiros de uma cadeia produtiva, transportando e movimentando materiais ao mesmo tempo em que disponibiliza as informações necessárias para o cumprimento esperado dos sistemas produtivos. No mesmo sentido, percebe-se que à luz da Manufatura Enxuta as atividades logísticas buscam desempenhar suas atividades com custos reduzidos e elevado nível de serviço ao cliente, o que indica que apenas quantidades mínimas de produtos devem ser transportadas e entregues no momento e lugar solicitado.

Assim, a presente pesquisa enfocou o estudo e a aplicação do sistema de abastecimento *Ship to Line*, cujo objetivo é integrar cliente e fornecedor por meio de entregas frequentes de materiais em pequenos lotes diretamente na linha produtiva do cliente. Segundo os preceitos da Manufatura Enxuta, esse sistema incorpora a essência da filosofia *just in time*, pois cria uma ligação direta entre os processos clientes e fornecedores, reduzindo os custos (menor estoque) e aumentando a flexibilidade (menor *lead time*).

A pesquisa iniciou-se com a fundamentação teórica sobre o assunto e seguiu-se com a criação de um método para implementação de um sistema *Ship to Line*, este último como resultado do processo interativo da pesquisa-ação realizada.

O método proposto foi estruturado em quatro fases, das quais foram detalhadas por intermédio de uma série de atividades de implementação, com o objetivo de fornecer subsídios suficientes para o seu pleno entendimento.

Na primeira fase, denominada de Diagnóstico de Viabilidade do *Ship to Line*, é avaliada a experiência da empresa no que tange os conceitos e práticas da Manufatura Enxuta. Logo após, na fase intitulada de Definição do Projeto, inicia-se o processo de planejamento, durante o qual, forma-se uma equipe multidisciplinar para a execução do projeto, faz-se a análise dos itens e fornecedores potenciais, e avalia-se a capacidade destes em atender os requisitos do *Ship to Line*. Na sequência, na fase de Mapeamento Estendido, a equipe mapeia o estado atual do fluxo logístico entre cliente e fornecedor, estabelece um estado futuro a ser alcançado, e por fim, define os indicadores de desempenho do projeto. No Plano de Implementação, última fase do método, busca-se tornar realidade o cenário desenhado no mapa estendido do estado futuro. Para isso, são previstas ações que influenciam tanto os processos dos fornecedores e do operador logístico, como também, a padronização das embalagens e dispositivos de movimentação, o cálculo dos estoques, o processo de entrega dos materiais, o fluxo de informações e embalagens, e os procedimentos de controle de todo o sistema.

Outro ponto importante do método é o fato de prever um relacionamento de parceria entre o cliente e os seus fornecedores na execução do projeto, o que possibilita enxergar melhor os desperdícios e amplificar os ganhos na cadeia de suprimentos. Além disso, o método reitera a importância da disseminação dos conceitos da Manufatura Enxuta para que o sistema *Ship to Line* tenha o devido sucesso.

A aplicação do método proposto na empresa estudada serviu de alicerce para o entendimento aprofundado das variáveis que ditam o funcionamento desse sistema logístico, bem como para efetivar a validação do método. De fato, a implementação do abastecimento *Ship to Line* na empresa gerou, apesar dos ajustes no projeto apresentados no capítulo 4, ganhos significativos à empresa, principalmente na forma de redução do tempo de atravessamento (*lead time*), diminuição dos estoques e área de armazenagem. Outro benefício observado consistiu na simplificação e transparência

do processo como um todo, eliminando as atividades de conferência e as transações no sistema de informação, bem como reduzindo o manuseio das embalagens e *pallets*.

Por contraste, os custos de transporte sofreram um aumento, no entanto, comparando-os com os ganhos advindos da redução dos estoques o custo total reduziu-se em 22%, significando lucro para a empresa. Além disso, através da inclusão de novos itens nesse sistema e do estabelecimento de coletas *milk run*, os custos de transporte tendem a ser atenuados.

Ademais, percebeu-se a dificuldade do fornecedor X em atender os requisitos do sistema *Ship to Line* em virtude da carência na disseminação dos conceitos enxutos. De fato, os distúrbios ocorridos – tais como o lote de peças com problema de qualidade e as falhas de entrega – ratificaram a necessidade de o fornecedor adotar as práticas enxutas, haja vista que as causas raiz dos distúrbios se encontravam justamente na falta de estabilidade básica dos processos de manufatura e a não definição de um trabalho padronizado que facilitasse a detecção das irregularidades. Do lado do cliente (Empresa “A”), entretanto, evidenciou-se a importância do nivelamento da produção, pois a ocorrência do distúrbio de falta de peças tinha como um dos fatores causadores o não atendimento do nivelamento estabelecido.

Em suma, a pesquisa de campo corroborou a necessidade de tanto cliente como fornecedor adotarem a filosofia *lean*, de modo a possibilitar a criação de processos produtivos estáveis e confiáveis, operacionados por meio de métodos padronizados de trabalho, garantindo a qualidade dos produtos e serviços, através de um canal de suprimentos direto, inequívoco e transparente. Assim, maximizam-se os ganhos advindos desse sistema enxuto de abastecimento de materiais, resultando em menores custos e maior nível de serviço ao cliente.

Portanto, tendo em vista a elaboração do método proposto bem como a sua aplicação em uma situação real, pode-se afirmar que a presente dissertação atingiu os objetivos gerais e específicos a que se propôs, além de responder satisfatoriamente à questão da pesquisa por meio da síntese dos elementos teóricos e das discussões práticas realizadas.

5.1 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Devido à delimitação do escopo da pesquisa bem como às oportunidades encontradas no decorrer da aplicação do método, foram identificadas lacunas que geram algumas sugestões para pesquisas no tema estudado:

1. Com o intuito de analisar a generalidade do método proposto, poder-se-ia aplicá-lo em empresas de diferentes segmentos industriais, como o têxtil, alimentício, bens de consumo duráveis, indústria de processo, etc.
2. Replicar a implementação do método proposto novamente em uma empresa do segmento de autopeças para que se amplie o entendimento sobre o assunto e se ratifique sua validação.
3. Avaliar a robustez do método proposto em um projeto de aplicação de um sistema *Ship to Line* à luz do conceito JIS (*just in sequence*), ou seja, verificar se o método proposto pode ser validado em um sistema logístico JIS.
4. Criar e viabilizar um sistema de abastecimento *Ship to Line* que inclua tanto os itens de alto volume como os de baixo volume, de maneira que ambos os itens possam ser entregues em pequenos lotes e intervalos frequentes.
5. Analisar a sistemática do planejamento e controle logístico de uma empresa que possua tanto a logística de abastecimento como a de distribuição no sistema *Ship to Line*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES FILHO, A.G.; CERRA, A.L.; MAIA, J.L.; NETO, M.S.; BONADIO, P.V.G. **Pressupostos da Gestão da Cadeia de Suprimentos: evidências de estudos sobre a indústria automobilística.** Gestão & Produção. vol.11, n.3, pp.275-288, set-dez. 2004.

ARKADER, Rebecca. **Benefícios e Problemas nas Relações de Fornecimento Enxuto: indicações na indústria automobilística brasileira.** São Paulo: RAC – Revista de Administração Contemporânea. vol.2, n.1, pp.127-139, jan/abr 1998.

BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial: transporte, administração de materiais e distribuição física.** São Paulo: Atlas, 1993.

BAUDIN, Michel. **Lean Logistics: the nuts and bolts of delivering materials and goods.** New York: Productive Press, 2004.

BENNETT, D.; O’KANE, J. **Achieving Business Excellence through Synchronous Supply in the Automotive Sector.** Benchmarking: An International Journal vol.13, n.1/2, pp.12-22. 2006.

BERTAGLIA, Paulo Roberto. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento.** São Paulo: Saraiva, 2003.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Supply Chain Logistics Management.** New York: McGraw-Hill, 2002.

CARVALHO, M. F. H.; CIRILLO, C.C.; CALADO, R.D. **A Metodologia do Sistema Kanban: os benefícios gerados para um fabricante de eletrodoméstico e seus fornecedores, via internet.** COBEF - Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, 2005.

CONSELHO DOS PROFISSIONAIS DE GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS. **CSCMP’s Definition of Supply Chain Management.** Council of Supply Chain Management Professionals. Disponível em <http://www.cscmp.org>. Acesso em 12/01/2009.

CHILDERHOUSE, P.; TOWILL, D. **Engineering Supply Chains to Match Customer Requirements.** Logistics Information Management. vol.13, pp.337-345, 2000.

CHRISTOPHER. M. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos.** São Paulo: Pioneira, 1997.

CHRISTOPHER, M.; TOWILL, D.R. **Supply Chain Migration from Lean and Functional to Agile and Customized.** Supply Chain Management: An International Journal. vol.5, pp.206-213, 2000.

DESMOND, DORAN. **Synchronous Supply: an automotive case study.** European Business Review. v.13, n.2, pp.114-120, 2001.

DONG, Yan; CARTER, Craig. R.; DRESNER, Martin E. **JIT Purchasing and Performance: an exploratory analysis of buyer and supplier perspective.** Journal of Operations Management. vol.19, pp.471-483, 2001.

DUGGAN, K.J. **Creating Mixed Model Value Streams: practical lean techniques for building to demand.** New York: Productivity Press, 2002.

FARIA, A.C.; COSTA, M.F.G. **Gestão de Custos Logísticos.** São Paulo: Atlas, 2007.

FAVARO, Cleber. **Integração da Cadeia de Suprimentos Interna e Externa através do Kanban.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

FISCHER, MARSHALL L. **What is the Right Supply Chain for your Product?** Harvard Business Review. mar-abril, 1997.

FUJIMOTO, T. **Evolution of Manufacturing System at Toyota.** New York: Oxford University Press, 1999.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** São Paulo: Atlas, 1991.

GOMES, G. S. **O Papel da Área de Planejamento e Controle da Produção na Integração entre Clientes e Fornecedores dentro de uma Cadeia de Suprimentos JIT: o caso da VW/AUDI e um dos seus fornecedores JIT.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

HALL, Robert W. **Attaining Manufacturing Excellence: Just in Time, Total Quality, Total People Involvement.** The IRWIN Professional Publishing / APICS Series in Production Management. USA: January, 1983.

HARRIS, R.; HARRIS, C.; WILSON, E. **Fazendo Fluir Materiais.** São Paulo: Lean Institute do Brasil, 2004.

HINES, Peter; HOLWEG, Matthias; RICH, Nick. **Learning to Evolve: a review of contemporary lean thinking.** International Journal of Operations & Production Management. vol.24, n.10, pp.994-1011, 2004.

HINES, Peter; TAYLOR, David. **Going Lean.** Cardiff (UK): Lean Enterprise Research Centre, 2000.

HOPP, W. J. SPEARMAN, M. L. **To Pull or Not to Pull: What Is the Question?** Manufacturing & Service Operations Management. vol.6, n.2, pp.133-148, Spring, 2004.

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

LAMBERT, Douglas M.; STOCK, James R.; VANTINE, José G. **Administração Estratégica da Logística**. São Paulo: Vantine Consultoria, 1998.

LEE, H.L.; PADMANABHAN, V.; WHANG, S. **The Bullwhip Effect in Supply Chain**. Sloan Management Review. Spring, 1997.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Léxico Lean: glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2007.

LIKER, J. **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIKER, J.; HOSEUS, M. **Toyota Culture: the heart and soul of the Toyota Way**. New York: McGraw-Hill, 2008.

LIMA, José Carlos de Souza. **Um Estudo Sobre a Reconfiguração da Função Compras em Empresas do Setor Automotivo**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

LYONS, A.; CORONADO, A.; MICHAELIDES, Z. **The Relationship Between Proximate Supply and Build-to-Order Capability**. Industrial Management and Data Systems. vol.106, n.8, pp.1095-1111, 2006.

MACHADO, A.G.C.; MORAES, W.F.A. **Estratégias de Customização em Massa Implementadas por Empresas Brasileiras**. São Paulo: Revista Produção. vol.18, no.1, 2008.

MASON-JONES, R; NAYLOR, B.; TOWILL, D.R. **Engineering the Leagile Supply Chain**. International Journal of Agile Management Systems. vol.2, pp.54-61, 2000.

MASON-JONES, R; NAYLOR, B.; TOWILL, D.R. **Lean, agile or leagile? Matching your supply chain to the marketplace**. International Journal of Production Research. vol. 38, pp.4061-4070, 2000.

MATSON, Jack E.; MATSON, Jessica O. **Just in Time Implementation Issues Among Automotive Suppliers in the Southern USA**. Supply Chain Management: An International Journal. vol.12, n.6, pp.432-443, 2007.

MONDEN, Y. **Toyota Production System: an integrated approach to Just-in-Time**. 3ª Ed. Norcross: Engineering & Management Press, 1998.

MOURA, D.A. **Caracterização e Análise de um Sistema de Coleta Programada de Peças, Milk Run, na Indústria Automobilística Nacional**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Naval) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Naval e Oceânica, São Paulo, 2000.

MOURA, D. A.; BOTTER, R. C. **Caracterização do Sistema de Coleta Programada de Peças, Milk Run.** RAE-eletrônica, vol. 1, jan./jun., 2002.

MOURA, Reinaldo A. **Sistemas e Técnicas de Movimentação e Armazenagem de Materiais.** São Paulo: IMAM, 2005, 5ª ed.

MOURA, Reinaldo A.; BANZATO, José Maurício. **Embalagem Unitização & Containerização.** São Paulo: IMAM, 2003, 4ª ed.

NETO, M.S.; PÍRES, S.R.I. **Organização da Produção, Desempenho e Inovações na Cadeia de Suprimentos da Indústria Automobilística Brasileira.** Revista de Ciências da Administração. vol.9, n.19, pp.34-53, set./dez. 2007.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997.

PHELPS, T. HOENES, T. SMITH, M. **Developing Lean Supply Chains: a guidebook.** Michigan: Altarum Institute: 2003.

PIRES, S.R.I. **New Productive Systems in the Automotive Industry: the current situation of three innovative plants in Brazil.** International Journal of Automotive Technology and Management. v.2, n.1, pp.46-62, 2002.

ROTHER, Mike & HARRIS, Rick. **Criando Fluxo Contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção.** São Paulo: Lean Institute do Brasil, 2002.

ROTHER, Mike & SHOOK, John. **Aprendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício.** São Paulo: Lean Institute do Brasil, 2003.

SALERMO, M.S.; ZILBOVICIUS, M.; ARBIX, G.; CARNEIRO DIAS, A.V. **Mudanças e Persistências entre o Padrão de Relações entre Montadoras e Autopeças no Brasil.** São Paulo: RAE – Revista de Administração de Empresas. vol.33, n.3, pp.16-28, jul./set. 1998.

SCHONBERGER, Richard J. **Técnicas Industriais Japonesas: nove lições ocultas sobre simplicidade.** 4.ed. São Paulo: Pioneira, 1993.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção.** Porto Alegre: Bookman, 1996, 2ª ed.

SILVA, Edna L.; MENEZES, Estera M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação.** Florianópolis: UFSC, 2001. 3ª ed.

SLACK, N. CHAMBERS, S. JOHNSTON, R. **Administração da produção.** Rio de Janeiro: Atlas, 2002. 2ª ed.

SMALLEY, A. **Criando o Sistema Puxado Nivelado**. São Paulo: Lean Institute do Brasil, 2004.

SPEAR, S.; BOWEN, H. **Decodificando o DNA do Sistema Toyota de Produção**. Harvard Business Review. set./out., 1999.

TAKEUCHI, Nelson E. **Logística Lean para a Eliminação do Warehouse**. Lean Institute do Brasil: 2006. Disponível em <http://www.lean.org.br>. Acessado em 08/05/2008.

TARDIN, G. G. **O Sistema Puxado e o Nivelamento da Produção**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

THIOLLENT, M. **Pesquisa-Ação nas Organizações**. São Paulo: Atlas, 1997.

TOWILL, D. R.; ZHOU, L.; DISNEY, S. M. **Reducing the bullwhip effect: looking through the appropriate lens**. International Journal of Production Economics. vol.108, pp.444–453, 2007.

TUBINO, Dálvio F. **Sistemas de Produção: a produtividade no chão de fábrica**. Porto Alegre: Bookman, 1999.

VONDEREMBSE, M.A.; UPPAL, M.; HUANG, S.H.; DISMUKES, J.P. **Designing Supply Chains: towards theory development**. Production Economics. vol.100, pp.223-238, 2006.

WANSTROM, Carl & MEDBO, Lars. **The Impact of Materials Feeding Design on Assembly Process Performance**. Journal of Manufacturing Technology Management. vol.20, n.1, pp.30-51, 2009.

WOMACK, James & JONES, Daniel. **Soluções Enxutas**. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 2006.

WOMACK, James & JONES, Daniel. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 2004, 6ª ed.

WOMACK, James & JONES, Daniel. **Enxergando o Todo: mapeando o fluxo de valor estendido**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2004.

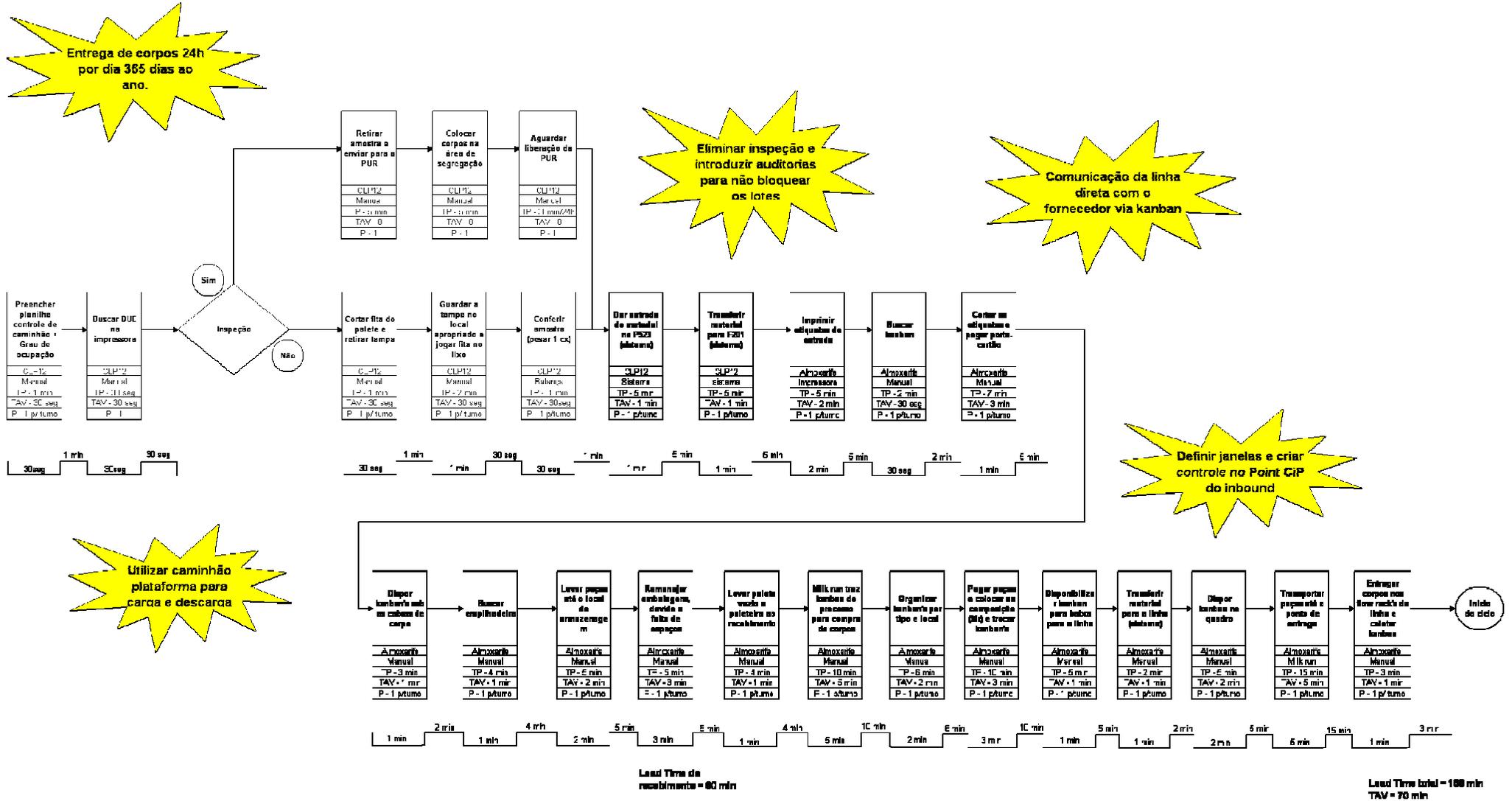
WOMACK, James; JONES, Daniel; ROOS, Daniel. **A Máquina que Mudou o Mundo**. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 2004, 5ª ed.

WU, Yen Chun. **Lean Manufacturing: a perspective of lean suppliers**. International Journal of Operations & Production Management. vol.23, pp.1349-1376, 2003.

APÊNDICE

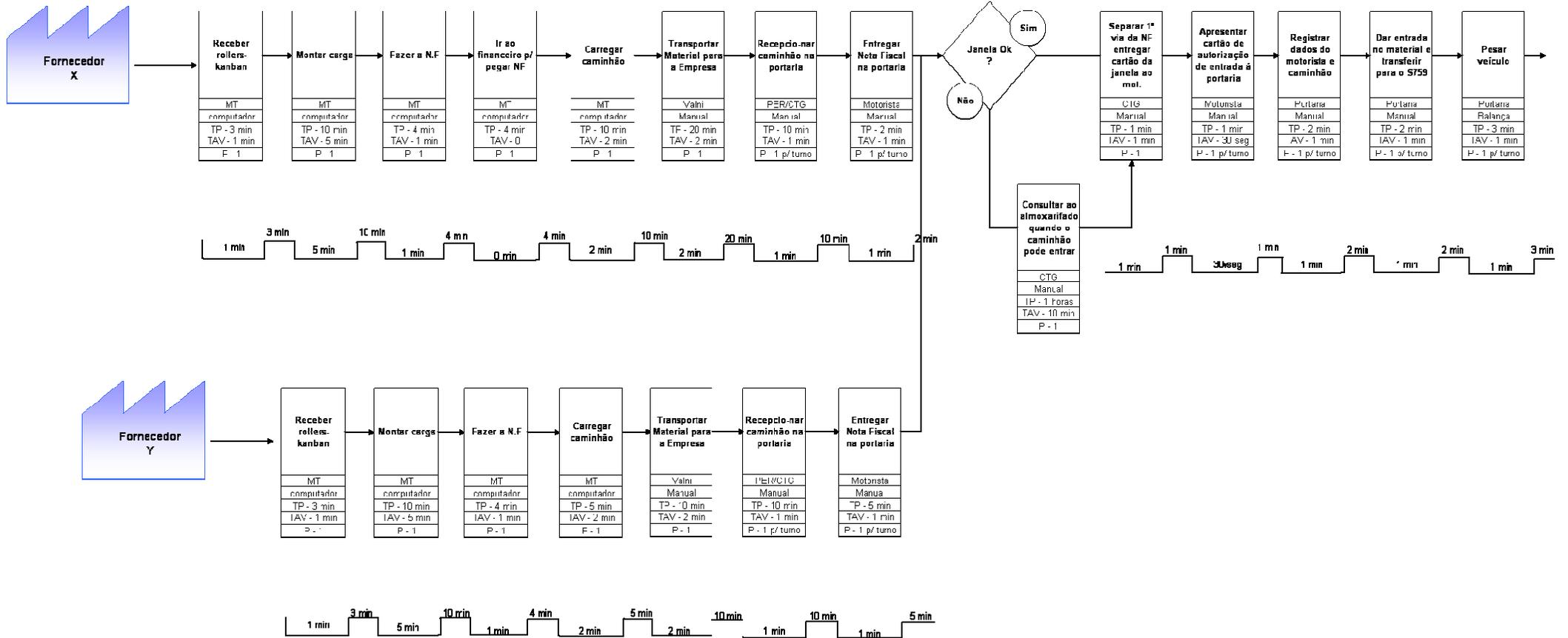
Referente a pesquisa de campo descrita no Capítulo 4, no presente apêndice são apresentados o Mapa Estendido do Estado Atual e o Mapa Estendido do Estado Futuro, respectivamente.

MFV - Estado Atual - Corpos A e B "Parte 2"



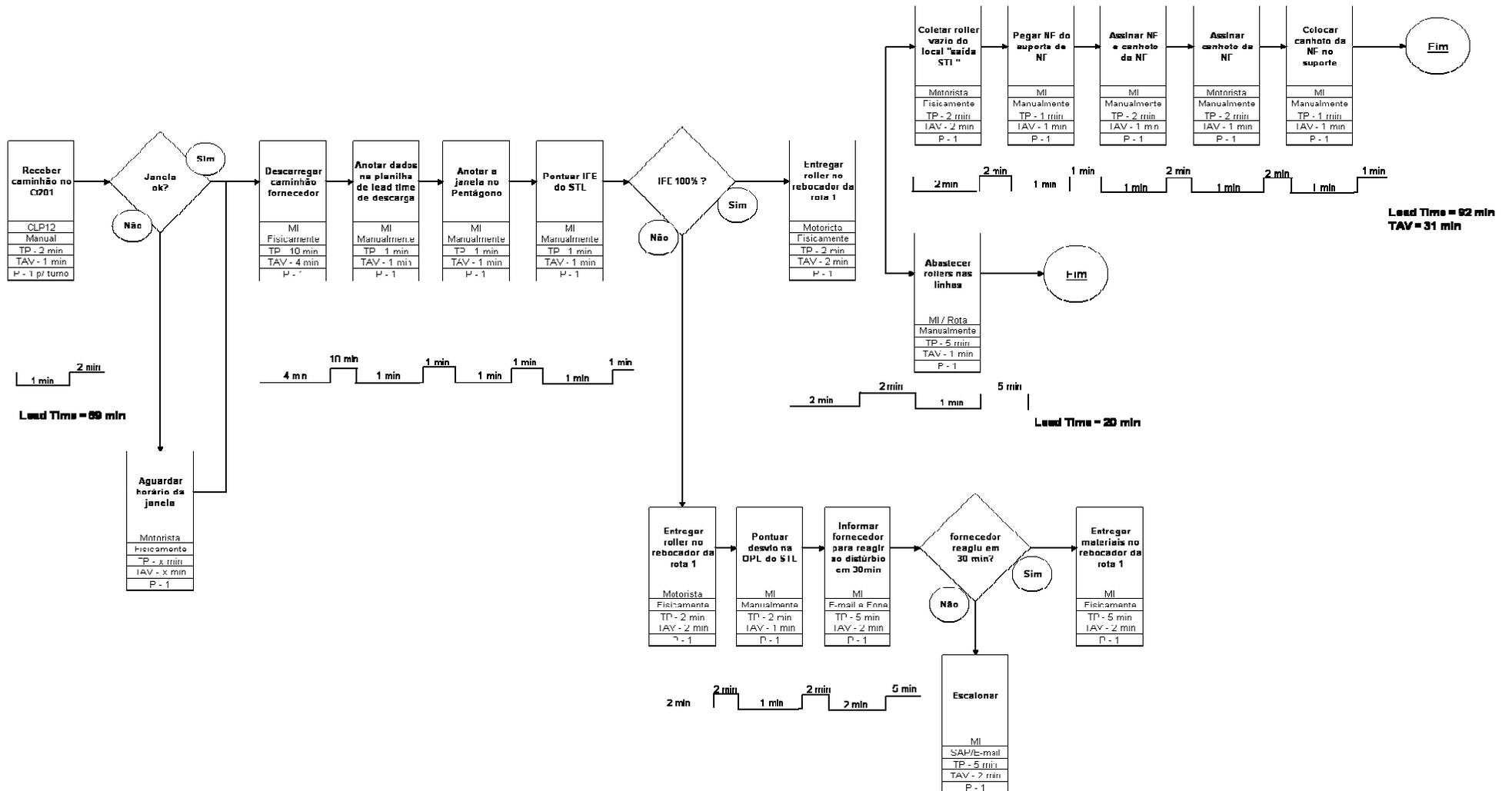
MFV - Estado Futuro - Corpos A e B

" Parte 1 "

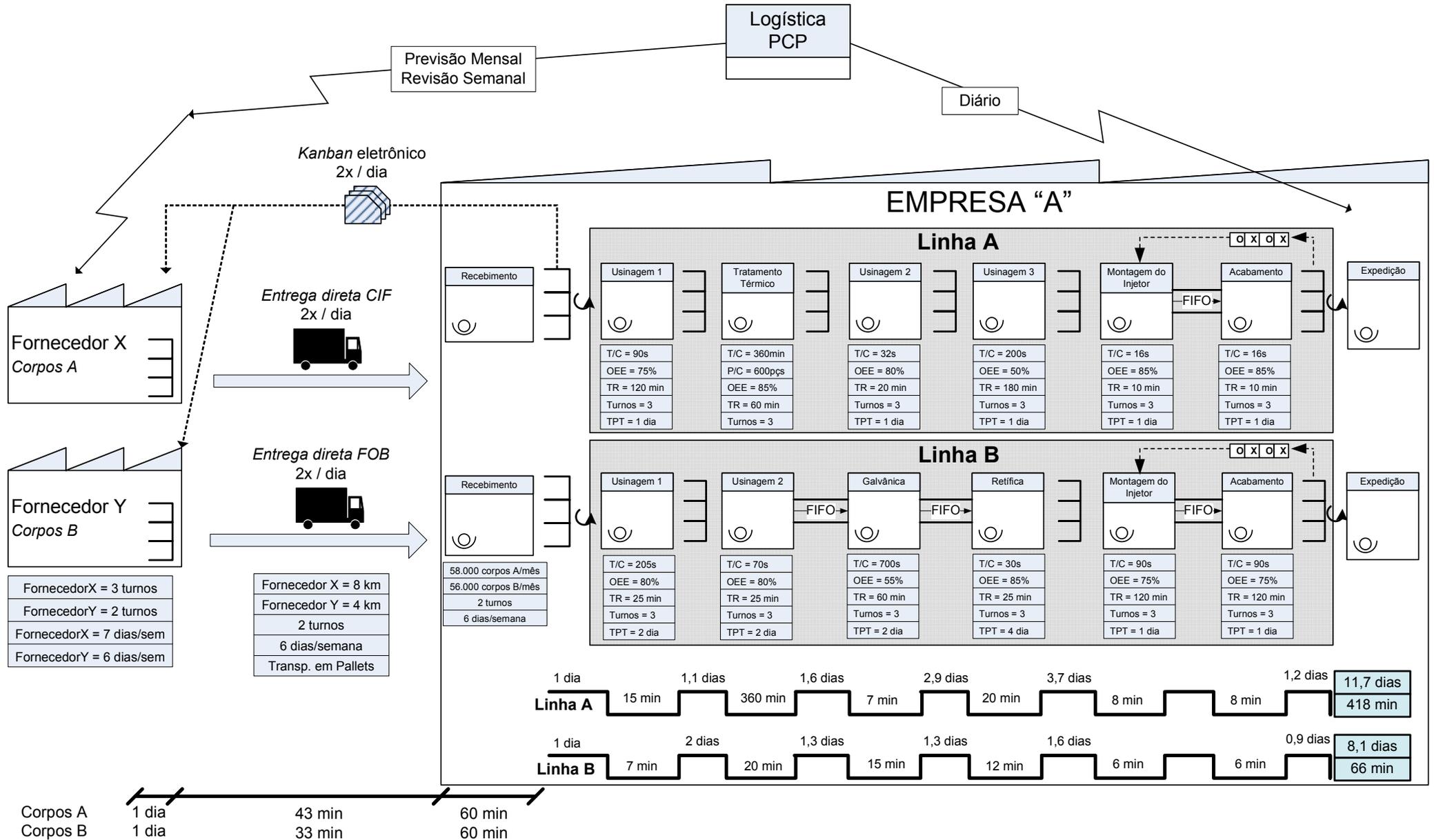


MFV - Estado Futuro - Corpos A e B

"Parte 2"



Mapa Estendido do Estado Atual



Mapa Estendido do Estado Futuro

