



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

ANA CAROLINA SIMÕES NOGUEIRA

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS ENXUTAS NA LOGÍSTICA INTERNA DE UMA
INDÚSTRIA DE ÔNIBUS**

Fortaleza

2012

ANA CAROLINA SIMÕES NOGUEIRA

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS ENXUTAS NA LOGÍSTICA INTERNA DE UMA
INDÚSTRIA DE ÔNIBUS

Monografia submetida à
Coordenação do curso de Engenharia de
Produção Mecânica da Universidade Federal
do Ceará como requisito parcial para a
obtenção do título de Engenheira de
Produção Mecânica. Área de concentração:
Logística.

Orientador: Professor Dr. Rogério
Teixeira Mâsih

FORTALEZA

2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

N71a Nogueira, Ana Carolina Simões.
Aplicação de ferramentas enxutas na logística interna de uma indústria de ônibus / Ana Carolina Simões
Nogueira. – 2012.
70 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia,
Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Fortaleza, 2012.
Orientação: Prof. Dr. Rogério Teixeira Mâsih.

1. Logística enxuta. 2. Logística interna. 3. Ferramentas enxutas. I. Título.

CDD 658.5

ANA CAROLINA SIMÕES NOGUEIRA

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS ENXUTAS NA LOGÍSTICA INTERNA DE UMA
INDÚSTRIA DE ÔNIBUS

Monografia submetida à
Coordenação do curso de Engenharia de
Produção Mecânica da Universidade Federal
do Ceará como requisito parcial para a
obtenção do título de Engenheira de
Produção Mecânica. Área de concentração:
Logística.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Professor Dr. Rogério Teixeira Mâsih (Orientador)
Universidade Federal do Ceará - UFC

Professor Dr. Heráclito Jaguaribe
Universidade Federal do Ceará - UFC

Professor Dr. Maxweel Veras
Universidade Federal do Ceará – UFC

A Deus por tudo o que me proporciona na vida.

À minha família pelo apoio, compreensão e amor em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Socorro e Nogueira, pelo apoio em todas as minhas decisões, pelo amor incondicional, pela dedicação à família e pelo exemplo de vida, persistência, confiança e dedicação.

Aos meus irmãos, Camilla e Anderson, pela paciência, compreensão e incentivo de querer ser sempre melhor.

Aos demais familiares pelo apoio.

Ao professor Rogério Mâsih pela valiosa orientação no desenvolvimento desse trabalho.

A todos os professores do curso de Engenharia de Produção que contribuíram com minha formação acadêmica.

A Gaétan Dedieu e Cécile Tardy pela oportunidade do estágio e pelos ensinamentos valiosos compartilhados durante este período de desenvolvimento profissional.

A François Marchal e Emmanuelle Gardon pela colaboração com o desenvolvimento deste trabalho.

À Camila Bastos, Camilla Gonçalves e Tainara Sombra pela amizade, confiança e incentivo desde os tempos de colégio.

Ao treinador Emanuel Tavares e ao time de vôlei feminino da UFC pelos momentos de amizade e descontração tão necessários durante a realização deste trabalho.

Aos amigos Helena Romero, Kammila Dantas, Nattasha Araújo, Sara Lotif, Linele Máximo e Felipe Barros, pelo amor, amizade, apoio e companheirismo e por todos os momentos compartilhados durante estes cinco anos de graduação.

A Deus por tudo.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar a aplicação técnicas enxutas, visando melhorar a gestão da logística interna de peças fora de série em uma indústria de ônibus. Neste sentido, a metodologia utilizada foi composta de pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e estudo de caso. O estudo de caso abordou uma situação na qual constatou-se um alto custo em horas de retrabalho, causadas pela falta de peças fora de série durante a montagem dos veículos. Visando minimizar o problema, foi desenvolvido um novo sistema de gestão da logística interna dessas peças fora de série, o qual contemplou questões relacionadas com a armazenagem e distribuição dessas peças através da aplicação de ferramentas enxutas. Dentre os principais resultado obtidos destacam-se a redução de 50% das horas de retrabalho e de 85% do inventário físico e do espaço ocupado no bordo da linha de montagem. A principal conclusão da pesquisa foi a constatação de que as técnicas enxutas podem ser adequadamente utilizadas para a obtenção de ganhos na logística interna.

Palavras-chave: Logística Enxuta, Logística Interna, Ferramentas Enxutas.

ABSTRACT

This work aims to analyze the application of lean techniques in order to improve the management of the internal logistics of non-standard parts in a bus industry. In this sense, the methodology used was composed of bibliographic research, desk research and case study. The case study approached a situation in which it was found a high cost in hours of rework, caused by the inventory shortage of non-standard parts during the assembly of vehicles. In order to minimize the problem it was developed a new internal logistics management system of these non-standard parts, which included issues relating to the storage and distribution of these parts through the application of lean tools. Among the main results obtained include the reduction of 50% of the hours of rework and 85% of physical inventory and the space occupied on the assembly line. The main conclusion of the research was the realization that the lean techniques can be suitably used to obtain gains in internal logistics.

Keywords: Lean Logistics, Internal Logistics, Lean Techniques.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - A Integração logística	20
Figura 2 - Casa <i>Lean Manufacturing</i>	26
Figura 3 - Encobrimento dos efeitos do estoque.....	28
Figura 4 - Bordo de linha com abastecimento através de <i>mizusumashi</i>	33
Figura 5 - Abastecimento em fluxo.....	36
Figura 6 - Exemplos de produtos comercializados pelo grupo Iveco.....	41
Figura 7 - Principais plantas industriais e representantes comerciais.	42
Figura 8 - Exemplos de produtos fabricados na fábrica Charles SCHREIBER.	43
Figura 9 - Processo de fabricação de um ônibus urbano.....	44
Figura 10 - Planta da fábrica de <i>Annonay</i>	45
Figura 11 - Planta UO URBANOS.....	45
Figura 12 - Linhas de montagem	46
Figura 13 - Detalhe posto de montagem.....	47
Figura 14 - Exemplos peças Novas	48
Figura 15 - Exemplo supermercado N02	48
Figura 16 - Código de endereçamento de um supermercado N	49
Figura 17 - Principais localizações da falta de peças	51
Figura 18 - Estruturas de estocagem no bordo de linha	54
Figura 19 - Localização dos supermercados N em parte da linha EL.....	55
Figura 20 - <i>Flow rack</i> dinâmico	57
Figura 21 - contentor padrão da empresa (BAC 4900).....	57
Figura 22 - Prateleira externa do armazém N dividida em zonas	59
Figura 23 - Planta do armazém N	60
Figura 24 - Trem logístico com um trailer acoplado	61
Figura 25 - Rotas de abastecimento	62
Figura 26 - Estrutura do armazém N.....	63
Figura 27 - Armazém N com um trailer esperando para abastecer a linha.....	64
Figura 28 - <i>Flow Rack</i> na linha EG	65
Quadro 1 - Perdas na produção x Perdas na logística	31
Quadro 2 - Valores WIP atual	53
Quadro 3 - Cadência de produção da linha EL	58

Gráfico 1 - Volume de vendas nos principais mercados europeus	41
Gráfico 2 - Vendas mundiais de veículos de mais de 3,5 t em 2010	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivos.....	12
1.1.1 Objetivo Geral.....	12
1.1.2 Objetivos Específicos.....	12
1.2 Justificativa	13
1.3 Metodologia da pesquisa	14
1.4 Estrutura do trabalho.....	15
2 LOGÍSTICA ENXUTA.....	17
2.1 Logística e Cadeia de Suprimentos	17
2.1.1 Conceitos e importância.....	17
2.1.2 Logística Integrada.....	19
2.1.3 Apoio à Manufatura	20
2.1.4 Armazenagem e movimentação de materiais	22
2.2 A Manufatura Enxuta.....	24
2.2.1 O Sistema Toyota de Produção (STP)	24
2.2.2 As perdas na manufatura	26
2.2.3 World Class Manufacturing (WCM)	29
2.3 Logística Enxuta	30
2.3.1 As perdas na logística.....	31
2.3.2 Bordo de linha	32
2.3.3 Mizusumashi (trem logístico).....	34
2.3.4 Rotas de abastecimento	34
3 ESTUDO DE CASO.....	37
3.1 Roteiro para o desenvolvimento do estudo de caso	37
3.1.1 Etapa 1 – Caracterização da empresa:	37
3.1.2 Etapa 2 – Caracterização do processo produtivo:	37
3.1.3 Etapa 3 – Descrição do problema:	38
3.1.4 Etapa 4 – Identificação das informações relevantes:	38
3.1.5 Etapa 5 – Desenvolvimento do sistema de gestão das peças N:	38
3.1.6 Etapa 6 – Desenvolvimento do sistema de estocagem no bordo de linha:	39
3.1.7 Etapa 7 – Desenvolvimento do armazém N:	39

3.1.8 Etapa 8 – Desenvolvimento do sistema e fluxo de abastecimento da linha de montagem:	39
3.1.9 Etapa 9 – Definição do roteiro de aplicação:.....	40
3.2 Desenvolvimento do estudo de caso	40
3.2.1 Caracterização da empresa.....	40
3.2.2 Caracterização do processo produtivo	44
3.2.3 Descrição do Problema.....	50
3.2.4 Identificação das informações relevantes.....	52
3.2.5 Desenvolvimento do sistema de gestão das peças N.....	55
3.2.6 Desenvolvimento do sistema de estocagem no bordo de linha.....	56
3.2.7 Desenvolvimento do armazém N	58
3.2.8 Desenvolvimento do sistema e fluxo de abastecimento da linha de montagem	60
3.2.9 Definição do roteiro de aplicação	63
3.3 Apresentação dos resultados obtidos.....	64
4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	66
REFERÊNCIAS.....	68

1 INTRODUÇÃO

O setor automotivo é considerado um dos mais importantes da economia, com alto grau de investimento e uma cadeia produtiva extensa. Em todo o mundo, o complexo automotivo, composto por fabricantes de automóveis, ônibus, caminhões, máquinas agrícolas e fornecedoras de autopeças, ainda é uma importante fonte de progresso tecnológico e desenvolvimento. No Brasil, essa indústria constitui uma das principais atividades econômicas do país, dado seu papel estratégico no processo de industrialização.

Diante do cenário atual de crise econômica, o setor automotivo vive dificuldades no mundo todo. De acordo com a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea), o mercado automobilístico Europeu está em declínio. Grandes empresas do setor estão adotando medidas para evitar dispensas. Diversas mudanças sociais, políticas, econômicas e tecnológicas vêm ocorrendo, tornando necessárias mudanças também nos setores produtivos. Para que as empresas possam sobreviver neste cenário de mudanças constantes, é necessário que elas se tornem mais competitivas. Esse aumento de competitividade exige das empresas do setor um contínuo aperfeiçoamento de seus produtos, processos e eliminação de desperdícios. De modo a assegurar sua sobrevivência e seu crescimento, as empresas vêm buscando principalmente a redução de custos e melhores níveis de produtividade e qualidade.

Levando estes aspectos em consideração, a utilização dos conceitos e técnicas da produção enxuta (*lean production*) se destaca. A filosofia *lean* adota a abordagem de que os mercados mudam, e a indústria deve se adaptar rapidamente. Com a prática enxuta, as mudanças de mercado são esperadas e aceitas porque variabilidade e flexibilidade fazem parte da mesma. Há décadas, o *lean* é aplicado na área da produção e vêm estendendo suas técnicas para os demais setores das organizações. A aplicação desta filosofia abrange todos os setores e níveis estruturais da organização tendo como principal objetivo eliminar o desperdício, reduzindo custos, aumentando a produtividade e a entrega de valor ao cliente.

Atualmente, a logística tem se destacado na busca de produtividade e eficiência. Tornou-se ferramenta indispensável na identificação de oportunidades de redução de custos, tendo em vista que este é um dos seus principais objetivos. A constante busca pela melhora contínua na área traz grandes diferenciais

competitivos. A logística interna é diretamente responsável pela cadeia de valor da empresa quando procura otimizar os processos inerentes às atividades de gerenciamento dos recursos de produção. O correto gerenciamento desses recursos se mostra como fator de suma importância na busca pela redução de custos e eficiência produtiva. A logística enxuta é uma filosofia que busca soluções que tornem mais eficientes as práticas logísticas, trabalhando essencialmente na redução das perdas, agregando valor através da eliminação dos desperdícios. Ela otimiza todos os processos logísticos da empresa e permite realizar uma melhoria contínua dos fatores fundamentais: segurança, qualidade, produção e entrega.

Nesse contexto, a aplicação das práticas enxutas na logística interna torna-se extremamente relevante, uma vez que se propõe a buscar soluções que tornem mais eficientes as cadeias das quais faz parte, soluções estas que se direcionam à eliminação de desperdícios, tais como movimentações e transporte desnecessárias, estoques elevados, esperas e retrabalhos, em suma, atividades que não agregam valor. Esta eliminação ou redução gera ganhos muito importantes.

Desta forma, o presente trabalho propõe-se a analisar a utilização de algumas técnicas enxutas na logística interna de uma indústria de ônibus visando otimizar a gestão de peças específicas de clientes utilizadas na linha de montagem de forma a reduzir a falta de peças no momento da montagem e, conseqüentemente, as horas de retrabalho e os custos logísticos.

1.1 Objetivos

Desta forma, tendo em vista o exposto acima, pode-se apresentar os objetivos geral e específico deste trabalho.

1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral analisar a aplicação técnicas enxutas, visando melhorar a gestão da logística interna de peças fora de série em uma indústria de ônibus.

1.1.2 Objetivos Específicos

A partir do objetivo geral proposto, os objetivos específicos abaixo foram estabelecidos:

- Demonstrar a importância da utilização de conceitos de logística enxuta na manufatura identificando os ganhos gerados através da utilização desses conceitos na logística de apoio à produção;
- Caracterizar as principais técnicas enxutas aplicadas na logística interna;
- Aplicar as técnicas enxutas na gestão e armazenagem de peças fora de série visando a redução dos desperdícios.

1.2 Justificativa

De acordo com a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea), em 2010 o Brasil foi o sexto maior produtor mundial de veículos, com produção de cerca de 3,64 milhões de unidades. Em 2011, foram licenciados 3,284 milhões de veículos, o que representa um acréscimo de 4,8% frente ao mesmo período de 2010. Neste primeiro bimestre de 2012, o setor registrou um crescimento de 3,5%, comparado ao mesmo período de 2011, com vendas de 3,7 milhões a 3,8 milhões de unidades. A Anfavea ainda projeta alta de 4% a 5% nas vendas de automóveis, comerciais leves, ônibus e caminhões novos no país em 2012.

Um estudo realizado em 2011, pelo Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (DIEESE), apontou que o mercado automotivo brasileiro vive um momento de aquecimento, no qual o principal desafio da indústria automobilística brasileira neste momento é garantir a competitividade do veículo produzido no país. É possível afirmar que o país está no limiar de uma nova fase das indústrias de veículos, com cada vez mais competitividade.

Assim, tem-se que as empresas do setor automobilístico vivem um momento onde as constantes mudanças e o aumento da concorrência implicam na necessidade de ações gerenciais voltadas para a otimização dos processos e redução dos custos. Dentre as diversas alternativas para obtenção dessas melhorias citadas, destacam-se técnicas relacionadas com a logística enxuta.

Neste contexto, as técnicas enxutas utilizadas na logística interna, tais como bordo de linha, trens logísticos, *flow racks* dinâmicos, entregas programadas e rotas de abastecimento, possibilitam melhorias nas práticas logísticas de apoio à produção através da redução dos desperdícios, auxiliando também na identificação

de falhas no processo produtivo e as oportunidades de melhoria. A utilização dessas técnicas contribui ainda para o objetivo maior que é a redução de custos para o aumento da competitividade da empresa.

Sob o enfoque empresarial, o desenvolvimento deste estudo contribuirá para tornar a empresa mais competitiva, ágil e mais rápida nas respostas às variações do mercado. Pois a otimização da gestão destas peças deverá ajudar a empresa a reduzir seus custos com retrabalho, estoques em processo e atividades que não agregam valor.

Sob o aspecto acadêmico, o desenvolvimento deste estudo permitirá um avanço no entendimento das transformações recentes do próprio processo competitivo na indústria automobilística, tendo em conta tanto o aumento da concorrência quanto a reação a variações de demandas frente as crises econômicas mundiais. Ao mesmo tempo, este estudo tentará fornecer novos elementos para o avanço do estudo das técnicas utilizadas para a otimização da logística interna na indústria manufatureira.

A origem deste estudo deu-se pela necessidade da melhoria do sistema de gestão dessas peças fora de série baseado nos conceitos de logística enxuta na Irisbus Iveco e, para este setor industrial, foram identificados poucos trabalhos publicados que sejam efetivamente relacionados à adequação e aplicabilidade dos métodos abordados. Desta forma, as questões abordadas neste estudo poderão ser utilizadas em outras empresas como subsídio para melhorias da produtividade, qualidade e retorno financeiro.

1.3 Metodologia da pesquisa

De acordo com Silva e Menezes (2005), as pesquisas podem ser classificadas quanto à natureza, forma de abordagem do problema, objetivos e procedimentos técnicos.

Quanto à natureza, a presente pesquisa pode ser classificada como uma pesquisa aplicada, pois ela objetiva otimizar a gestão da logística interna de peças em uma indústria de ônibus através da utilização de ferramentas enxutas.

Quanto à forma de abordagem do problema, esta pesquisa pode ser classificada como qualitativa pois a análise de dados e a identificação das mudanças necessárias foi realizada intuitivamente, para que através da interpretação e

atribuição de significado a esses dados, sejam tomadas decisões quanto à logística interna da empresa.

Quanto aos objetivos, a pesquisa em pauta pode ser classificada como descritiva pois vai trabalhar com variáveis, estabelecendo relações entre elas, utilizando o levantamento como forma de coleta de dados.

Por fim, quanto aos procedimentos técnicos, optou-se pela utilização de pesquisa bibliográfica, realizada através a consulta de livros, artigos, monografias e teses, buscando trabalhar os seguintes conceitos: Logística, manufatura enxuta e logística enxuta.

Foi utilizada também uma pesquisa documental, realizada na empresa em estudo visando coletar e analisar dados logísticos e históricos relacionados às referências das peças.

Por fim, foi realizado um estudo de caso, para o qual foi selecionada uma empresa com um processo fabril manufatureiro no qual a logística interna era fator determinante para a produtividade. Espera-se com este estudo de caso verificar como a aplicação das ferramentas enxutas ajudam na melhoria da logística interna.

1.4 Estrutura do trabalho

O presente trabalho é composto por quatro capítulos:

Capítulo 1 – Apresenta inicialmente uma contextualização do problema a ser estudado, seguido dos objetivos geral e específico do trabalho realizado, a importância do mesmo, assim como a metodologia empregada para o seu desenvolvimento e, por fim, a sua estrutura.

Capítulo 2 – É realizada revisão da literatura acerca de logística enxuta abordando um breve histórico, conceitos e importância da logística na manufatura e das práticas da manufatura enxuta para em seguida trazer alguns dos conceitos e ferramentas *lean* aplicados à logística interna.

Capítulo 3 – Destinado à apresentação do estudo de caso, divide-se em duas partes, a primeira descreve sucintamente as etapas que constituem o estudo ao passo que a segunda aborda as considerações pertinentes e os resultados obtidos no estudo. Tais etapas fornecem uma visão geral do processo e mostram uma utilização prática das ferramentas propostas no capítulo anterior a fim de melhorar a gestão das peças específicas de clientes.

Capítulo 4 – É a conclusão deste trabalho, verifica o alcance dos objetivos propostos, apresenta sugestões para trabalhos futuros e expõe outros comentários pertinentes.

2 LOGÍSTICA ENXUTA

O referencial teórico deste estudo será desenvolvido primeiramente através da explicação de conceitos logísticos importantes, depois será realizado um aprofundamento da filosofia *lean manufacturing* para então apresentar os conceitos relevantes de logística enxuta relacionados a este trabalho.

2.1 Logística e Cadeia de Suprimentos

Para o entendimento da importância e da relevância da logística neste trabalho, serão abordados os conceitos de logística, de cadeia de suprimentos e de integração logística no ambiente empresarial, depois será desenvolvido o conceito da logística voltada ao apoio à produção, por fim, serão trabalhados alguns conceitos importantes relacionados à logística interna.

2.1.1 Conceitos e importância

O desenvolvimento inicial da logística está diretamente ligado ao avanço de atividades militares e das necessidades que resultaram das guerras, como de deslocamento de tropas militares e de suprimentos. Mais tarde, as indústrias começaram a perceber que os conceitos logísticos poderiam ser utilizados na própria indústria, inicialmente ligados somente à armazenagem e distribuição, sem ser relacionados diretamente à produção.

Segundo Novaes (2007), muitos conceitos de gestão foram criados e aperfeiçoados durante a II Guerra Mundial, como a melhoria da linha de produção e aumento na padronização dos produtos para facilitar a produção e permitir seu barateamento. Somente após a segunda guerra mundial, começou-se a analisar o termo logística como vantagem competitiva nas empresas.

De acordo com Bowersox e Closs (2009), a logística moderna existe desde o início da civilização, ou seja, não constitui de modo algum uma novidade. No entanto, a implementação das melhores práticas logísticas tornou-se uma das áreas operacionais mais desafiadoras e interessantes da administração.

Algumas definições de logística têm sido difundidas ao longo do tempo. Uma definição bastante utilizada e que é aceita pela maioria dos autores, também adotada por Novaes (2007, p.35), é proposta pelo *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP) como:

Logística é o processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como os serviços e informações associados, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do consumidor.

Segundo Bowersox e Closs (2009, p.19), “o objetivo da logística é tornar disponíveis produtos e serviços no local onde são necessários, no momento em que são desejados”. É difícil imaginar a realização de qualquer atividade de produção sem o apoio logístico. Os autores salientam também que a responsabilidade operacional da logística está diretamente relacionada com a disponibilidade de matérias-primas, produtos semiacabados e estoques de produtos acabados, no local onde são requisitados, ao menor custo possível.

A logística hoje está difundida em todas as áreas empresariais, o que torna o seu bom gerenciamento um fator vital no sucesso das organizações. O gerenciamento logístico inclui o projeto e a administração de sistemas para controlar o fluxo de materiais, os estoques em processo e os produtos acabados, com o objetivo de fortalecer a estratégia das unidades de negócios da empresa. O objetivo central da logística é atingir um nível desejado de serviço ao cliente pelo menor custo possível. (BOWERSOX; CLOSS, 2009)

Bowersox e Closs (2009) afirmam que as expectativas ligadas à competência logística dependem diretamente do posicionamento estratégico da empresa. Todas as empresas devem executar atividades logísticas para atingir seus objetivos empresariais básicos. O nível de importância dado à logística, em sentido estratégico, depende da ênfase dada ao uso proativo dessa competência para a obtenção da vantagem competitiva.

Muitas vezes, a logística é considerada meramente uma função operacional que tem a habilidade de reduzir custos e viabilizar melhorias locais. Mas, do ponto de vista estratégico, tem capacidade de proporcionar vantagem competitiva no mercado ao oferecer ao cliente o nível de serviço desejado (BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2006). Isso se traduz na agregação de valor para o cliente final, fator decisivo no desempenho da organização.

Novaes (2007) cita que o termo agregar valor ao produto tem sido muito falado no contexto da Administração. Nesse aspecto, a logística tem um papel fundamental. Empresas que desenvolveram uma competência logística de classe mundial aproveitam vantagens competitivas por oferecerem um serviço superior. A logística agrega valor de lugar, de tempo, de qualidade e de informação à cadeia

produtiva, procurando ainda eliminar do processo o que não tenha valor para o cliente.

De acordo com Bowersox e Closs (2009), a competência logística é alcançada pela coordenação de um projeto de rede, informação, transporte, estoque e armazenagem, manuseio e embalagem. O desafio está em gerenciar o trabalho relacionado a essas áreas funcionais de maneira orquestrada, com o objetivo de gerar a capacidade necessária ao atendimento das exigências logísticas.

2.1.2 Logística Integrada

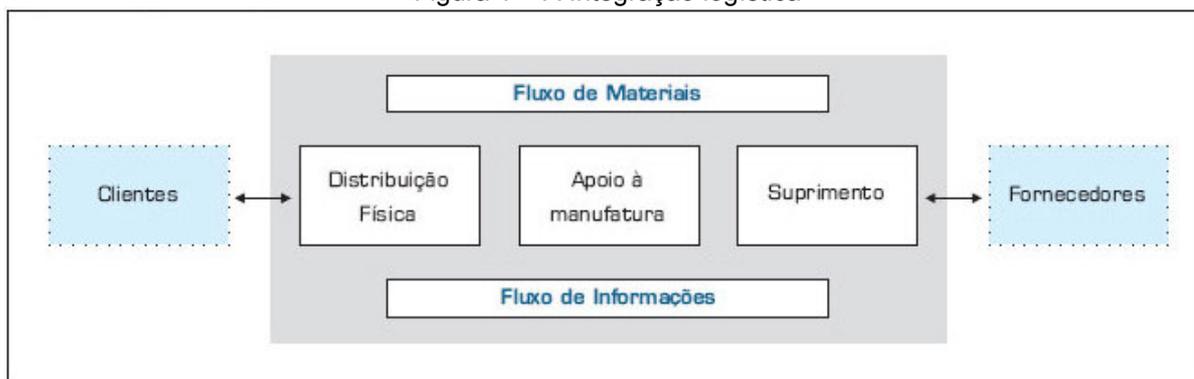
De acordo com Bowersox e Closs (2009), a logística envolve a integração de diversas áreas funcionais. O que faz a logística contemporânea interessante é o desafio de tornar os resultados combinados da integração interna e externa numa das competências centrais da empresa.

Ao dissertar a respeito de cadeias de suprimentos, Bowersox, Closs e Cooper (2006) afirmam que a sincronização operacional é essencial em relação aos clientes assim como a fornecedores de materiais e de serviços que interligam operações internas e externas como um processo integrado.

Novaes (2007) aborda a ideia de que a cadeia de suprimentos consiste de fato numa evolução da logística. O que facilita a compreensão desse desenvolvimento quando se percebe que a cadeia de suprimentos consiste na representação da integração logística máxima, muito embora várias organizações ainda não tenham chegado nesse estágio de desenvolvimento. Liker (2005) considera a logística integrada como uma das práticas necessárias à implantação do JIT e uma parte importante na construção de uma manufatura enxuta.

O conceito de logística integrada é ilustrado na Figura 1. Segundo Bowersox e Closs (2009), o processo de integração logística tem duas ações inter-relacionadas: fluxo de materiais e fluxo de informações. A consideração de operações internas isoladamente é útil para mostrar a importância fundamental da integração de todas as funções e atividades envolvidas na logística. Para ser totalmente eficaz no atual ambiente competitivo, a empresa deve expandir sua abordagem integrada para incorporar clientes e fornecedores.

Figura 1 - A Integração logística



Fonte: BOWERSOX; CLOSS (2009)

De acordo com o autor, o gerenciamento operacional da logística abrange a movimentação e a armazenagem de materiais e produtos acabados. As operações logísticas têm início com a expedição inicial de materiais ou componentes por um fornecedor, e terminam quando um produto fabricado ou processado é entregue a um cliente.

Bowersox e Closs (2009) explicam ainda que é útil dividir as operações logísticas em três áreas: distribuição física, apoio à manufatura e suprimento. Essas áreas são consideradas conjunto de componentes operacionais logísticos de uma empresa, por isso são mostradas no centro da figura. A área da distribuição física trata da movimentação de produtos acabados para entrega aos clientes. O suprimento abrange a compra e a organização da movimentação de entrada de materiais, de peças e de produtos acabados dos fornecedores, para as fábricas e montadoras, depósitos ou lojas de varejo. A área de apoio à manufatura concentra-se no gerenciamento de estoque em processo à medida que este flui entre as fases de fabricação.

Para fins deste trabalho, o desenvolvimento do referencial teórico será voltado para a área da logística de apoio à manufatura.

2.1.3 Apoio à Manufatura

Para Bowersox e Closs (2009), as questões operacionais específicas do apoio à manufatura englobam atividades relacionadas com o planejamento, a programação e o apoio às operações de produção. Incluem o planejamento de programa mestre e a execução de atividades de armazenagem do estoque semiacabado, manuseio, transporte e sequenciamento de componentes.

Ainda segundo Bowersox e Closs (2009), a missão do apoio logístico à produção é facilitar o quê, o onde e o quando da produção, e não o como. A meta é dar apoio a todas as necessidades da produção da maneira mais eficiente.

O apoio à produção foi definido por Baudin (2004) como o gerenciamento, o manuseio e a distribuição física de materiais para garantir um fluxo adequado de recursos entre as áreas de produção, dentro da planta. Por isso, normalmente, as operações logísticas de apoio à manufatura restringem-se exclusivamente à empresa. Nesse contexto estão incluídos todos os processos logísticos internos.

No cenário atual, quando cada decisão empresarial é influenciada por preocupações com lucratividade, custos, ambiente e responsabilidade social, ser eficiente no uso dos recursos disponíveis tem sido um critério prioritário para direcioná-las de forma correta e segura. Uma das áreas importantes na gestão desses recursos é a logística interna. Segundo Fleury (2000, p. 37 *apud* Coimbra, 2005) “A integração interna, ou seja, o gerenciamento integrado dos diversos componentes do sistema logístico, é uma condição necessária para que as empresas consigam atingir excelência operacional com baixo custo”.

Porter (1989, p. 36 *apud* Coimbra, 2005) define que “logística interna são atividades associadas ao recebimento, armazenamento e distribuição de insumos no produto, como manuseio de material, armazenagem, controle de estoque, programação de frotas, veículos e devolução para fornecedores”.

De acordo com Coimbra (2005), a logística interna é diretamente responsável pela cadeia de valor da empresa quando procura otimizar os processos inerentes às atividades tais como a infraestrutura do layout de distribuição interna da empresa e atividades primárias de apoio, tais como manutenção de estoques mínimos, entrega dos produtos nos locais de utilização e outras atividades ligadas a produção para que o produto final saia no tempo correto com a qualidade ideal utilizando o mínimo de recursos possíveis, o que agregará valor ao produto.

A logística interna sempre foi fonte potencial de melhoria na eficiência geral das empresas. De acordo com Baudin (2004), a eficiência das operações reflete diretamente na redução ou otimização do lead time e, conseqüentemente, na redução dos custos.

Dentro da manufatura, a logística de produção abrange os processos de suprimentos, movimentação, fabricação, estocagem e distribuição dos produtos, sejam eles matérias-primas, componentes ou produtos acabados.

Rago *et al.* (2003) ao abordar a logística orientada ao posto de trabalho, afirma que é necessário gerenciar eficientemente as diferentes atividades logísticas realizadas na empresa, dado que os custos de armazenagem e movimentação são uma parte muito importante do custo do produto. O autor divide essas atividades em três categorias:

- a) Localização estratégica dos estoques;
- b) Distribuição física: recebimento, movimentação, transporte e processamento de pedidos;
- c) Planejamento da produção e gestão de estoques.

Para o gerenciamento eficiente destas atividades, algumas ferramentas e conceitos podem ser utilizados.

2.1.4 Armazenagem e movimentação de materiais

Para as empresas com processos produtivos complexos, a armazenagem eficiente oferece oportunidades de diminuição de estoque de materiais e de peças, assim como redução de custos de manuseio. Segundo Bowersox e Closs (2009), a armazenagem tornou-se parte integrante do *Just in time* (JIT) e de outras estratégias de produção baseadas na eliminação de estoques. Para esta eliminação, é preciso apoiar-se em entregas altamente confiáveis e isso só pode ser alcançado com armazéns estrategicamente localizados.

De acordo com Moura (2005), armazenagem é a denominação genérica e ampla que inclui todas as atividades de um ponto destinado à guarda temporária e à distribuição de materiais (depósitos, almoxarifados, centros de distribuição).

Segundo Bowersox, Closs e Cooper (2006), os benefícios obtidos com a armazenagem estratégica são classificados com base nos custos e serviços. Os benefícios econômicos da armazenagem ocorrem quando os custos logísticos totais são reduzidos, já os serviços dos armazéns podem oferecer benefícios através de uma geração intensificada de receitas.

Bowersox, Closs e Coper (2006, p.320) destacam ainda os benefícios de serviços relacionados ao apoio à produção:

Armazéns de apoio à produção estocam inventário oferecendo suporte às operações de fabricação. O estoque de segurança de itens comprados de fornecedores externos justifica-se em razão dos longos ciclos de produção, possíveis descontinuidades de fornecimento e variações significativas nas taxas de uso. Nessas situações, a prática de suprimento mais eficaz pode

ser a da utilização de armazéns de apoio à produção que mantenham estoques de materiais processado, componentes e subconjuntos.

O benefício relacionado ao serviço de armazenagem se relaciona aos sortimentos para montagem, que objetiva apoiar as operações de manufatura.

Para seu correto funcionamento, é necessário projetar bem algumas características, este projeto é dividido por Bowersox e Closs (2009) em três princípios: critérios de projeto, plano de armazenagem e tecnologia de manuseio.

Os três fatores a serem considerados no projeto são o número de andares, a altura útil e o fluxo de produtos. Qualquer que seja o tamanho do armazém, o projeto deve possibilitar o uso eficiente do espaço cúbico do local, utilizando ao máximo a altura disponível. O projeto típico do depósito deve prever área de recebimento, área de armazenagem no solo, área de armazenagem em estantes, área de separação de pedidos, área de embalagem e área de espera para carregamento, tudo disponibilizado de forma a criar um fluxo de produtos, se possível, em linha reta.

O projeto de armazéns deve considerar também as características dos produtos, particularmente aquelas relativas à volume, peso e acondicionamento na estocagem. Na definição de um plano de estocagem, o volume do produto é o principal fator a ser levado em conta. Um plano integrado de armazenagem deve moldar-se às características específicas de cada produto.

O último princípio, a tecnologia de manuseio, relaciona-se diretamente à eficácia e eficiência da tecnologia adotada para o manuseio de materiais. A movimentação de materiais é a principal função de um armazém. Os armazéns devem ser considerados estruturas projetadas para facilitar ao máximo o fluxo de produtos. O manuseio de produtos é a chave da produtividade de um armazém devido à quantidade relativamente grande de mão-de-obra necessária, às limitações ao uso de avançadas tecnologias de informação e à recente integração com outras atividades logísticas.

Bowersox e Closs (2009) abordam que o movimento de materiais, numa vasta rede de instalações, faz da logística um processo que exige muita mão de obra. A produtividade é definida como a razão do que é produzido sobre o que é despendido. Para aumentar a produtividade, existem duas possibilidades: conseguir aumento da produção com as mesmas quantidades de insumo, ou manter mesma produção com redução de insumos.

2.2 A Manufatura Enxuta

Para entendimento deste trabalho, é de grande relevância o entendimento de conceitos relacionado ao Sistema Toyota de Produção, então serão abordados a seguir um breve histórico e conceitos deste sistema produtivo, assim como a definição e identificação dos vários tipos de perdas encontradas na indústria manufatureira. Depois será desenvolvido brevemente o conceito de *World Class Manufacturing* (WCM).

2.2.1 O Sistema Toyota de Produção (STP)

A Produção enxuta começou com o Sistema Toyota de Produção (STP) no Japão, o qual foi adotado mais tarde nos Estados Unidos quando as empresas estudaram os métodos japoneses. Quando a indústria automotiva doméstica adotou a prática do STP, tal como o *kanban*, o movimento tornou-se conhecido como *just-in-time* (JIT). Depois, o movimento JIT mudou para Produção Enxuta a medida que uma abordagem mais holística para a produtividade da empresa foi desenvolvida. (ZYLSTRA, 2008)

O desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção surgiu de uma necessidade. Segundo Dennis (2008), o STP, ou sistema *lean* de produção, era a solução para os problemas da Toyota em meados de 1950. Nos trinta anos seguintes, *Taiichi Ohno* resolveu esses problemas um por um, e conseguiu que a Toyota aceitasse seu sistema. Hoje, o STP está difundido em todo o mundo e torna-se cada vez mais evidente o sucesso das empresas que utilizam seus princípios e técnicas.

Dennis (2008) aborda o fato de que os problemas enfrentados atualmente pela indústria são os mesmos enfrentados pela Toyota em 1950: concorrência difícil, tecnologia em rápida mudança, alto custo de capital, preços fixos ou em queda e mercados fragmentados que demandam muitos produtos em baixo volume. Com a prática enxuta, as mudanças de mercado são esperadas e aceitas porque variabilidade e flexibilidade fazem parte da mesma.

Ao abordar as mudanças na economia atual Dennis (2008, p.31) afirma:

Antigamente, as empresas podiam estabelecer seus preços de acordo com a fórmula: $\text{Custo} + \text{Margem de lucro} = \text{Preço}$. O setor de contabilidade

determinava o custo baseado nos princípios de contabilidade de custos, e uma margem de lucro comum para a área era acrescentada. O preço era passado para o consumidor que, com quase toda certeza pagava. Isso não se aplica hoje em dia. A equação de lucro hoje é assim: Preço (fixo) – Custo = Lucro.

O mercado está cada vez mais competitivo e o consumidor cada vez mais exigente. A variedade de escolhas e o acesso ilimitado à informação, faz com que os consumidores exijam cada vez mais qualidade a preços razoáveis. Nesse tipo de ambiente econômico, a única forma de aumentar o lucro é reduzindo custo.

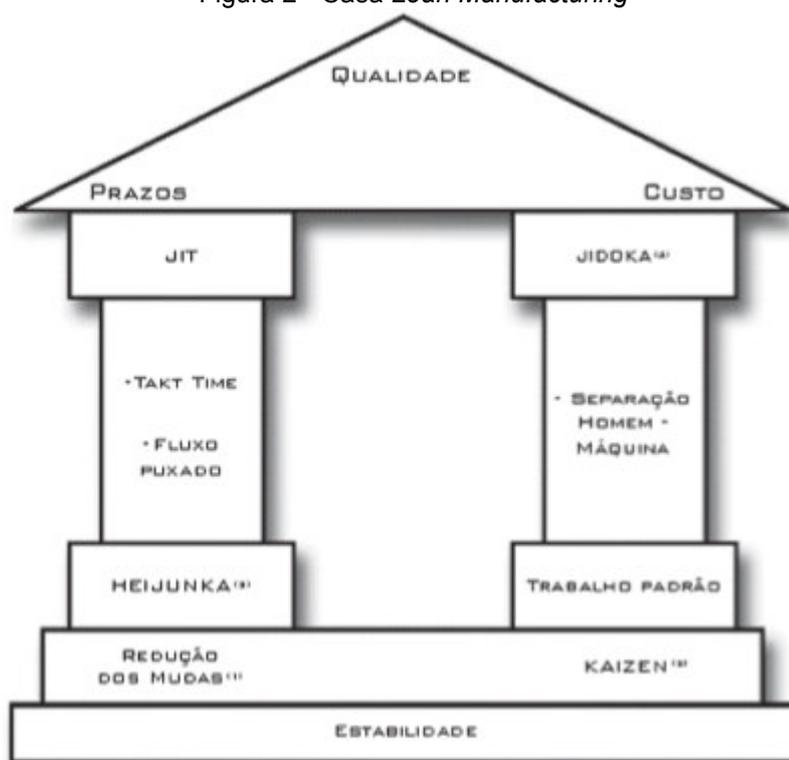
Segundo Ohno (1997), frequentemente usa-se a palavra “eficiência” ao falar sobre produção, gerência, e negócio. “Eficiência”, na indústria moderna e nas empresas em geral, geralmente significa redução de custos. A redução de custos deve ser o objetivo dos fabricantes de bens de consumo que busquem sobreviver no mercado atual.

A essência da produção enxuta é reduzir os custos e melhorar a eficiência através da eliminação de desperdícios. Ohno (1997) defende que o Sistema Toyota de Produção é um método para eliminar integralmente o desperdício e aumentar a produtividade. Na produção, “desperdício” se refere a todos os elementos de produção que só aumentam os custos sem agregar valor – por exemplo, excesso de pessoas, de estoques e de equipamento.

Rago *et al.* (2003) define manufatura enxuta, a qual é baseada no STP, como uma série de processos flexíveis que possibilitam manufatura de produtos ao menor custo. “Enxuta” é utilizada para descrevê-la porque, quando comparada com a produção em massa, utiliza menos recursos. Eliminar os desperdícios e reduzir as perdas são os alicerces da manufatura enxuta.

Muitos autores representam a relação de ferramentas e conceitos do STP ou *Lean* através do desenho de uma casa, onde cada conceito é representado por fundamentos e pilares, conforme o grau de sua importância. Eles podem ser facilmente visualizados na Figura 2.

Figura 2 - Casa Lean Manufacturing



Fonte: Vision Lean (2008)

Na Figura 2, a estabilidade representa a fundação da casa, ou seja, voltado para a empresa, destaca-se a padronização de métodos, estabilidade de equipes e estabilidade operacional. As duas ferramentas necessárias à sustentação do telhado, que representa os objetivos que são qualidade superior, menor custo e *lead time* curto, são o *Just-in-time* (JIT), sistema puxado, *takt time* e fluxo contínuo, e a automação (*jidoka*), separação homem-máquina.

A base da casa é constituída pela melhoria contínua (*kaizen*) e a redução dos desperdícios (*mudas*), ambos movimentam o sistema. A base do Sistema Toyota de Produção, é a total eliminação dos desperdícios. “A eliminação completa desses desperdícios pode aumentar a eficiência de operação por uma ampla margem. Para fazê-lo, devemos produzir apenas a quantidade necessária, liberando assim a força de trabalho extra” (OHNO, 1997, p.39).

2.2.2 As perdas na manufatura

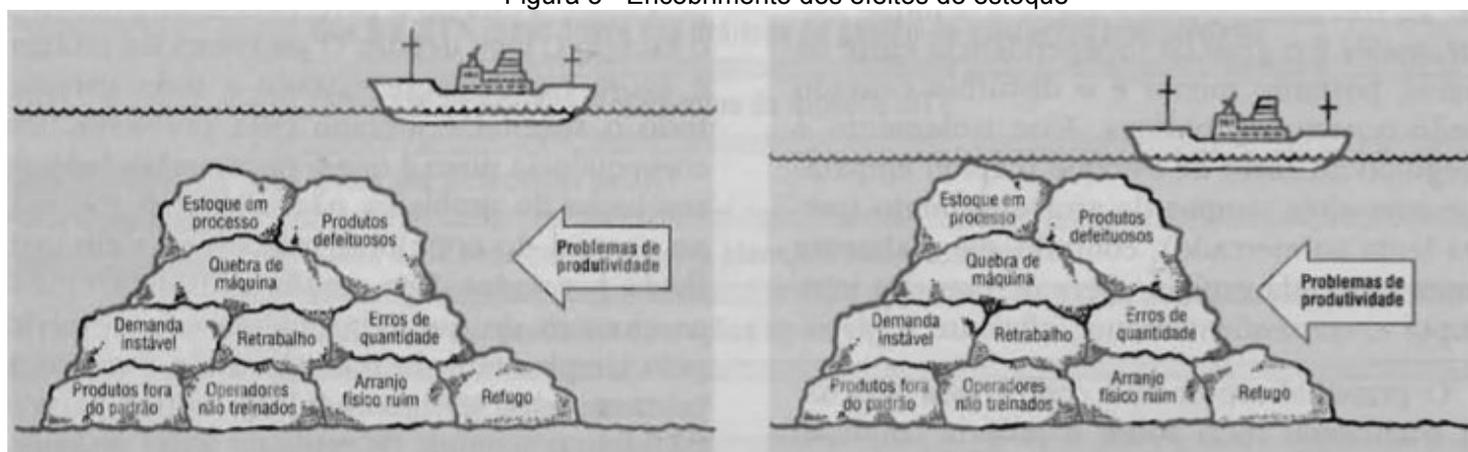
O desperdício, ou perda, pode ser definido como qualquer atividade que não agrega valor. Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 488) “Identificar os desperdícios é o primeiro passo para elimina-los. A Toyota identificou sete tipos

de desperdícios, os quais acredita-se serem aplicáveis em vários tipos de operações diferentes”. Esses desperdícios são descritos a seguir:

- a) Superprodução: De acordo com Ohno (1997), as perdas por superprodução são nossos piores inimigos, pois ajudam a esconder as outras perdas. Ou seja, a superprodução é a maior das fontes de desperdícios. Produzir além do necessário ou antes do momento necessário, onde as peças ou produtos ficam aguardando a ocasião de serem consumidos ou processados, gera estoques, aumentando o custo de produção e armazenamento;
- b) Tempo de espera: Esse tipo de perda consiste no tempo em que nenhum processo é realizado. Pode ser do operador, ao ficar ocioso assistindo a uma operação, do processo, dada a ocorrência de falta ou atraso da matéria-prima, e do lote, quando peças que já passaram por um determinado processo têm que esperar o restante do lote para seguir para a próxima etapa (LIKER, 2005);
- c) Transporte: “A movimentação de materiais dentro da fábrica, assim como a dupla ou tripla movimentação do estoque em processo não agrega valor” (SLACK;CHAMBERS;JOHNSTON, 2009, p.488). De acordo com Liker (2005), pode-se citar como exemplo das perdas por transporte, o carregamento de longas distâncias de estoque em processo (WIP – *work in process*), transporte ineficiente e a movimentação de materiais, peças e bens acabados entre os processos ou para dentro e fora dos estoques;
- d) Processo: Na visão de Slack, Chambers e Johnston (2009), algumas operações, frutos do projeto ruim de componentes ou manutenção ruim, são desnecessárias. Podendo, assim, ser eliminadas. Essas operações podem ter como consequência produtos defeituosos e movimentos desnecessários;
- e) Movimentação: Perda por movimentação é definida por Liker (2005) como qualquer forma de movimento desnecessário que os trabalhadores tiverem que realizar durante o seu trabalho como procurar, esperar, empilhar, andar, entre outros são desperdícios. “A simplificação do trabalho é uma rica fonte de redução do desperdício de movimentação” (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p. 488);

- f) **Produtos defeituosos:** As perdas pela fabricação de produtos defeituosos consiste na fabricação de peças, componentes e produtos acabados que não atendem às especificações de qualidade requeridas pelo projeto, ocasionando desperdício de material e mão-de-obra. Para Liker (2005), a produção de peças e produtos defeituosos, reparos, retrabalhos, substituições na produção e inspeções significam perdas com material, manuseio, tempo e esforço;
- g) **Estoque:** Os estoques são definidos por Liker (2005) como fenômenos não lucrativos, sob a forma de estoque de matéria-prima, estoque em processo (WIP) ou bens acabados, causando longos tempos de processamento, obsolescência, mercadorias danificadas, atrasos, custos de manutenção de estoque e de transportes. De acordo com Ohno (1997), o maior de todos os desperdícios é o estoque em excesso. Se na fábrica tiver muitos produtos para estocar, deve-se construir um depósito, contratar trabalhadores para carregar as mercadorias para este depósito e, provavelmente, comprar um carrinho de transporte para cada trabalhador. Além das perdas citadas acima pelo autor, Slack, Chambers e Johnston (2009) afirmam que o JIT vê os estoques como um “manto negro” que fica sobre o sistema de produção, evitando que os problemas sejam descobertos, como desbalanceamento da produção, atraso dos fornecedores, defeitos, falta de disponibilidade do equipamento e longos tempos de setup, como pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 - Encobrimento dos efeitos do estoque



Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2009, p.484)

A partir da identificação dos desperdícios, Ohno (1997) desenvolveu vários métodos de combate a fim de proporcionar os resultados esperados, como o *just in time*, *kanban*, *poka-yoke*, dentre outros. Tais técnicas são consideradas simples, no entanto, denotam alta eficiência nos resultados.

O *kanban*, por exemplo, é um registro ou placa de sinalização que controla o fluxo de produção, isso permite a agilidade da entrega e a produção necessária de peças. Já o *poka-yoke* é um dispositivo de inspeção, que paralisa o processo até a identificação e correção de qualquer erro. O JIT consiste no conceito de se produzir e estocar somente o necessário.

2.2.3 World Class Manufacturing (WCM)

O *World Class Manufacturing*, ou WCM, é um modelo organizacional destinado à eliminação das perdas e à melhoria das condições de trabalho e da produtividade da empresa (IVECO, 2010). Ele nasceu de uma colaboração entre o grupo Fiat e os melhores experts europeus e japoneses, com o objetivo de melhorar o padrão de produção para um padrão reconhecido mundialmente.

Os princípios do WCM podem ser aplicados em todas os aspectos de uma organização, desde o sistema de qualidade até a manutenção, desde o controle de custos até a logística, em uma perspectiva de melhoria contínua. O sistema se baseia nos mesmos conceitos do *lean manufacturing* de forma a reduzir todos os tipos de perdas e desperdícios através da contribuição de todos e do rigoroso uso de métodos e padrões.

O sistema WCM opera sobre dez pilares de ação:

- a) Segurança e higiene no trabalho;
- b) Análise de custos;
- c) Melhoria focada;
- d) Organização do local de trabalho;
- e) Manutenção;
- f) Manutenção de equipamentos;
- g) Controle de qualidade;
- h) Logística;
- i) Desenvolvimento de pessoas;
- j) Meio ambiente.

Cada um dos pilares possui níveis de melhoria incrementais e resultados que são claramente identificados e mensurados. Cada pilar tem seu líder e seu time, que aplicam as metodologias de análise e eliminam atividades que não agregam valor à produção ou que possam ser feitas em menor tempo, com menos energia e materiais e com menor esforço físico.

2.3 Logística Enxuta

A logística enxuta é um tema de grande abrangência. O presente trabalho abordará, especificamente, a logística enxuta de apoio à produção.

De acordo com Bowersox, Closs e Cooper (2006, p.53):

A área de apoio à produção se concentra na gestão do inventário de produtos em processo, à medida que fluem entre os estágios de produção. A responsabilidade logística fundamental na produção é participar da formulação de uma programação-mestre de produção, e cuidar de sua implementação, em relação à disponibilidade oportuna de materiais, peças componentes e inventário de produtos em processo. Assim, a preocupação total do apoio à produção não é de como a produção ocorre, mas, ao contrário, quais produtos, quando e onde serão fabricados.

Bowersox, Closs e Coper (2006) definem logística enxuta como a habilidade superior de projetar e administrar sistemas para controlar a movimentação e a localização geográfica de matérias-primas, trabalhos em processo e inventários de produtos acabados ao menor custo total.

Já Baudin (2004) aborda que logística enxuta é a dimensão logística do *lean manufacturing*. O termo pode e tem sido aplicado aos serviços, mas neste trabalho é focado na manufatura sendo um domínio que é rico em conceitos, abordagens e técnicas logísticas que podem ser chamadas de *lean* por fazerem parte do STP ou porque foram adaptadas dele para aplicação em diferentes contextos.

O foco da logística enxuta pode ser identificado nos desenvolvimentos, relativamente recentes, da teoria e prática de custo total. “Para apoiar a produção, o inventário de produtos em processo deve ser posicionado de forma apropriada. O custo de cada componente e sua movimentação passam a ser parte do processo de agregar valor” (BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2006, p.53).

De acordo com Bowersox, Closs e Cooper (2006), alcançar o menor custo total significa que os ativos financeiros e humanos comprometidos com a logística

precisam ser mantidos em um mínimo absoluto. Também é necessário que se mantenham as despesas operacionais diretas tão reduzidas quanto possível.

Baudin (2004) cita como os dois principais objetivos da logística enxuta:

- a) Entregar os materiais necessários, quando necessários, na exata quantidade necessária e convenientemente apresentados, para a produção.
- b) Perseguir a eliminação dos desperdícios sem degradar a entrega.

2.3.1 As perdas na logística

Para conseguir essa eliminação de desperdícios na logística, pelo fato de haverem divergências entre o sistema produtivo e logístico, há a necessidade de identificar as perdas no ambiente logístico. É necessário então adaptar as sete perdas proposta por Ohno (1997) à produção para a logística.

Bañolas (2006) faz essa análise das diferentes visões da produção enxuta e da logística enxuta. Ele propõe a transposição da abordagem de perdas para a logística enxuta de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1 - Perdas na produção x Perdas na logística

7 PERDAS NA PRODUÇÃO ENXUTA	7 PERDAS NA LOGÍSTICA ENXUTA
Perdas por superprodução	Superoferta por quantidade
Perdas por transporte	Superoferta por antecipação
Perdas por processamento	Perdas por processamento
Produtos defeituosos	Perdas por defeitos
Perdas por movimentação	Perdas por movimentação
Perdas por esperas	Perdas por esperas
Perdas por estoque	Perdas P (previsão, planejamento, programação, prazo)

Fonte: Bañolas (2006)

Na logística interna, as perdas podem ser exemplificadas da seguinte maneira:

- a) A superoferta por quantidade pode ser exemplificada por lotes econômicos maiores que o consumo real. É a quantidade que excede a necessidade, provocando excesso de estoque;
- b) Na superoferta por antecipação, pode-se citar como exemplo, materiais solicitados pela produção muito antes do momento real de utilização;

- c) As perdas por processamento podem ser contagens de produtos, quantidades erradas ou falhas ao processar os pedidos;
- d) As perdas por defeitos podem ser consideradas como quebras de equipamentos ou avarias nos produtos, ou seja, desperdícios com retrabalhos e reparos;
- e) Perdas por movimentação podem ser no caso da armazenagem, movimentação de produtos muitas vezes na área de estocagem e, no caso da movimentação dos operadores, supermercados de materiais colocados longe dos pontos de utilização, ou a procura por peças mal localizadas ou mal identificadas;
- f) No caso das perdas por espera, como exemplo, temos a espera por peças na montagem de kits ou à espera de outras peças para serem processadas;
- g) Por fim, temos as perdas P (previsão, planeamento, programação e prazo). Por exemplo, alterações constantes no planeamento e programas de produção, ou seja, a variação das necessidades, causando ociosidade e falhas no atendimento.

Pode-se apontar como principais perdas a de estoque, onde importantes capitais ficam imobilizados nos diferentes armazéns, estoques importantes ao lado da linha de montagem (bordo de linha) e baixa rotação de estoques. Esse espaço importante ocupado no bordo de linha, por sua vez, causa perdas de espera e deslocação e a muda de transporte, cujo custo dos equipamentos e manutenção são elevados.

Após a identificação das perdas, devem ser realizadas ações planejadas para a eliminação das mesmas. Para isso, podem ser utilizadas uma série de princípios e ferramentas enxutas voltadas para a logística interna.

2.3.2 Bordo de linha

Bordo de linha é o termo utilizado para designar o que está junto à linha de montagem, como materiais e estantes. É o local do qual o operador retira os materiais que necessita para realizar uma operação. Ele deve ser disposto de forma a reduzir os tempos de procura de peça e mudança de séries, eliminar paragens por falta de abastecimento, operações inúteis e deslocamentos difíceis (VISION LEAN, 2008)

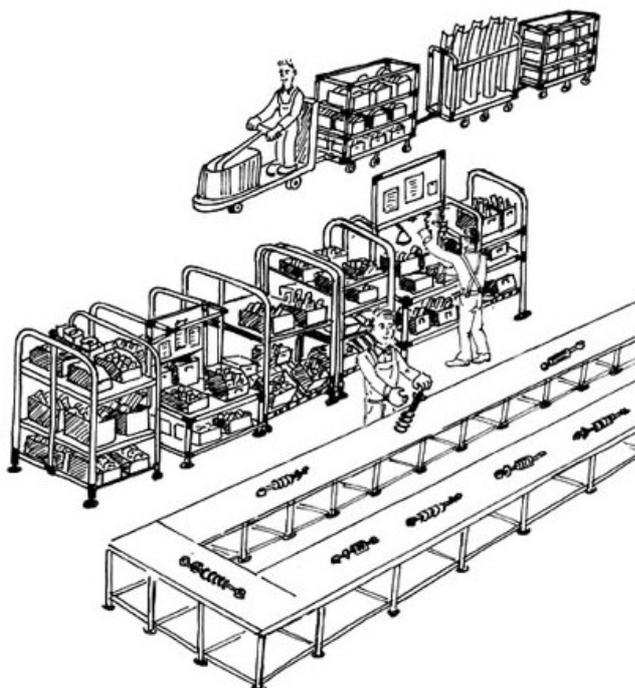
Todas as peças necessárias à montagem devem estar dispostas no bordo de linha de modo a criar uma boa gestão visual. As peças devem ter referências fixas e únicas a fim de que sua posição seja facilmente encontrada pelo operador. O abastecimento do bordo de linha deve ser realizado em pequenas quantidades e curto tempo de forma a garantir um processo de mudança rápida, minimizar os recursos envolvidos no transporte e movimentação de materiais.

Devem ser utilizados pequenos contentores e eliminar grandes volumes a fim de evitar o acúmulo de peças e reduzir o espaço ocupado na linha de montagem, além disso, a retirada de peças de pequenos contentores mais leves facilita o trabalho do operador, melhorando assim a ergonomia do posto de trabalho.

Com a utilização dos princípios do bordo de linha, o controle de qualidade se torna mais eficiente. Ao utilizar pequenos lotes, os defeitos são vistos mais facilmente, além de facilitar a descoberta de falhas como as rupturas de estoque.

As estruturas utilizadas no bordo de linha devem ser adaptadas às necessidades da linha de produção. Devem permitir a utilização do sistema de duas caixas, na qual o *kanban* de abastecimento é a caixa vazia. Além disso, o sistema de entrega (*mizusumashi*) tem que ser flexível, como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 - Bordo de linha com abastecimento através de *mizusumashi*



Fonte: Vision Lean (2008)

2.3.3 Mizusumashi (trem logístico)

O *mizusumashi* (a sua tradução para o inglês, *water-spider*, é geralmente mais utilizada), ou trem logístico, é considerado peça central do fluxo puxado, é um meio a se atingir o JIT (RODRIGUES, 2011). É definido como um trem elétrico, conduzido por um colaborador, que reboca vagões (*trailers*) desenhados de acordo com as peças a serem transportadas, realizando circuitos e rotas padrão em um intervalo predefinido.

O trem logístico deve transportar as peças dentro de caixas padronizadas, devidamente acomodadas nos vagões, de forma a que não sejam danificadas durante o transporte. O trem logístico pode possuir vários vagões, dependendo da quantidade e das dimensões das peças a serem transportadas. A quantidade de vagões dependerá das limitações da rota, do peso máximo e dos postos de trabalho a serem percorridos.

Em sua rota, o *mizusumashi* realiza o trajeto pelos postos a serem abastecidos entregando as peças pedidas em listas de *picking* (separação e preparação de pedidos) ou por um sinal *kanban* e ao mesmo tempo recolhe os contentores vazios. O trem elétrico, geralmente, se caracteriza pela posição do operador ser em pé para facilitar a entrada e saída do veículo, melhorar a ergonomia e permitir a redução do tempo de paradas e partidas e de abastecimento e recolhimento de contentores, como pode ser observado também na As estruturas utilizadas no bordo de linha devem ser adaptadas às necessidades da linha de produção. Devem permitir a utilização do sistema de duas caixas, na qual o *kanban* de abastecimento é a caixa vazia. Além disso, o sistema de entrega (*mizusumashi*) tem que ser flexível, como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4.

O trem logístico permite acrescentar valor, uma vez que são reduzidos os desperdícios de transporte. A frequência de entrega é alta, reduzindo os *stocks* em linha, e as tarefas são realizadas apenas por um operador.

2.3.4 Rotas de abastecimento

A rota de abastecimento é uma ferramenta enxuta que tem como principal objetivo criar o fluxo de matérias primas ou componentes para abastecer a linha de montagem auxiliando na logística interna (WALTER, 2011). Geralmente utiliza os

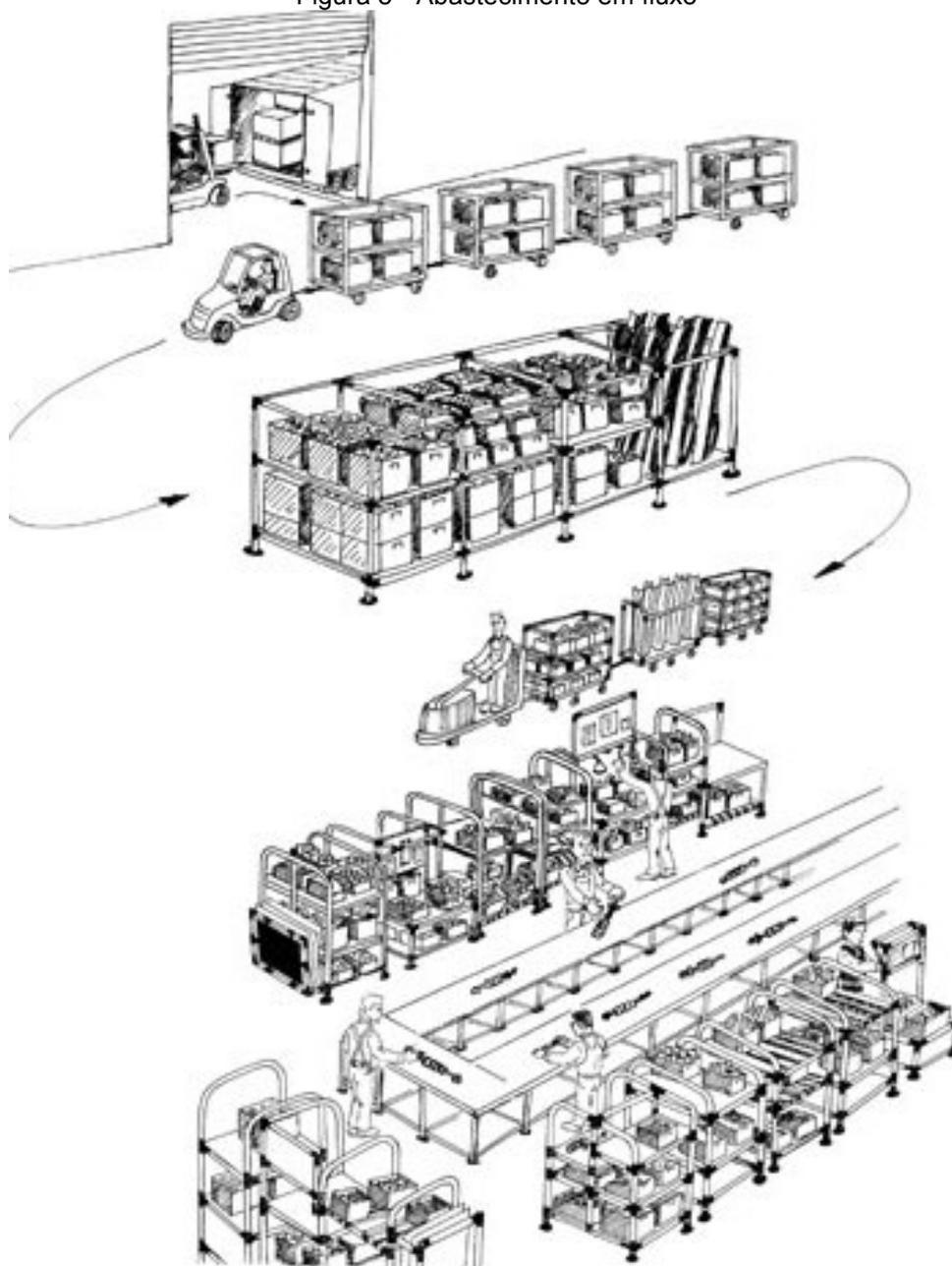
trens logísticos com vagões acoplados. Esses vagões, como citado anteriormente, são projetados especificamente para as peças que irão transportar, facilitando o armazenamento do item durante o transporte e o abastecimento do posto que utilizará o material. O *mizusumashi* se desloca através de um circuito pré-definido, passando por vários pontos. No caso do percurso ser muito extenso ou da quantidade de peças a serem transportadas for muito grande, pode-se dividi-lo em dois.

No ponto de abastecimento das peças, existem prateleiras de abastecimento específicas nas quais o material é abastecido por fora da célula de produção, sem interferir no trabalho do operador, pode-se citar como exemplo os *flow racks* dinâmicos, estruturas de estocagem de bordo de linha que utiliza trilhos que permitem que o contentor deslize até as mãos do operador e que, de forma semelhante, retorna os contentores vazios pelo nível de baixo.

Ao se definir a rota de abastecimento, deve-se levar em consideração o trajeto a ser percorrido, a parada somente em pontos pré-definidos, os horários fixos de partida, as limitações de quantidade de peças e número máximo de vagões acoplados.

Essa abordagem deriva de uma técnica conhecida como *milk run*, sistema de coletas programadas de materiais, no qual um único equipamento de transporte é utilizado para realizar coletas em vários fornecedores e entregar o material em um destino final. A entrega de quantidades menores, mais frequentemente leva a redução de estoques (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). Possibilitando, desta forma, ganhos em redução de custo de transporte e armazenagem. O abastecimento das linhas em fluxo (ver Figura 5), permite a redução de todas as mudas.

Figura 5 - Abastecimento em fluxo



Fonte: Vision Lean (2008)

3 ESTUDO DE CASO

Neste capítulo será apresentado o estudo de caso desenvolvido ao longo do trabalho. Alinhado com o objetivo geral deste trabalho, que é analisar a aplicação técnicas enxutas, visando melhorar a gestão da logística interna de peças fora de série em uma indústria de ônibus, o estudo de caso propõe-se a aplicar os conceitos relacionados a logística enxuta na logística interna em um ambiente real de uma indústria. Assim, este capítulo encontra-se estruturado em: roteiro para o desenvolvimento do estudo de caso, desenvolvimento do estudo de caso e apresentação dos resultados obtidos.

3.1 Roteiro para o desenvolvimento do estudo de caso

Inicialmente serão apresentadas as nove etapas nas quais o estudo foi dividido com uma breve descrição das mesmas.

3.1.1 Etapa 1 – Caracterização da empresa:

Na primeira etapa, será apresentada a empresa selecionada para o desenvolvimento do estudo de caso. Serão apresentados o histórico do grupo industrial juntamente com suas vendas mundiais, porcentagem das vendas nos principais mercados europeus e localização das principais fábricas e representantes comerciais. Depois será apresentada a fábrica na qual foi desenvolvido o trabalho, seu volume de produção, os tipos de produtos fabricados e algumas particularidades de seus processos produtivos.

3.1.2 Etapa 2 – Caracterização do processo produtivo:

Uma vez apresentada a empresa, faz-se oportuno realizar a caracterização do processo produtivo em estudo. Nessa caracterização é importante apresentar as características relevantes relacionadas à unidade operacional na qual foi desenvolvido o trabalho, como fluxograma, informações a respeito do fluxo de produção, identificação das linhas de montagem, descrição do processo de gestão das peças estudadas neste trabalho e identificação de alguns inconvenientes provocados por esse processo de gestão.

3.1.3 Etapa 3 – Descrição do problema:

Depois de caracterizado o processo produtivo e apresentado o sistema de gestão das peças que serão trabalhadas nesse estudo, nesta etapa, será apresentado e justificado o problema enfrentado pela empresa, estabelecendo a motivação para a realização deste projeto. Em seguida, descreverá a proposta de solução que servirá como base para construir a especificação e estabelecer as prioridades para o sistema que será desenvolvido. Para isso serão apresentados dados referentes a um estudo de causas realizado pela empresa e informações pertinentes a esse estudo.

3.1.4 Etapa 4 – Identificação das informações relevantes:

Para iniciar o desenvolvimento do trabalho, visando identificar as informações relevantes e realizar uma aproximação do funcionamento atual do processo produtivo, é necessário coletar os dados relativos às peças específicas que serão o foco deste trabalho. As informações necessárias para esta etapa são a carga de trabalho atribuída ao tratamento dessas peças, o valor do estoque em processo, o volume do estoque no bordo de linha, o volume estocado nos armazéns, a localização dos estoques e dos pontos de utilização e o detalhamento da sua forma de gestão atual. Estes dados serão tratados a fim de identificar as peças mais relevantes, os pontos críticos de utilização, os lotes excepcionais de clientes, os possíveis ganhos financeiros do projeto e os custos de implantação. Os dados serão obtidos através de observação direta, consulta aos responsáveis pelos devidos setores afetados, consulta aos documentos da empresa e extração de dados do *software* de gestão da produção da empresa. A coleta de dados também será utilizada para criar um plano de ação com as devidas tarefas a serem realizadas, prazos e responsáveis.

3.1.5 Etapa 5 – Desenvolvimento do sistema de gestão das peças N:

Uma vez coletados e tratados os dados necessários, será desenvolvido um novo sistema de gestão diferenciado para gerenciar as peças específicas tratadas no trabalho, aqui chamadas de peças N. Para isso, as informações obtidas na etapa anterior, como tipo de fluxo de produção e de suprimento, recursos atribuídos ao armazém e sua forma de gestão e volume e valor dos estoques

envolvidos, serão utilizadas para moldar e direcionar o novo sistema de gestão às necessidades levantadas pelo estudo.

3.1.6 Etapa 6 – Desenvolvimento do sistema de estocagem no bordo de linha:

De acordo com as necessidades do novo sistema de gestão, nesta etapa, será desenvolvido um sistema otimizado de estocagem no bordo da linha de montagem. Este sistema será desenvolvido levando em consideração as características específicas das peças N, levantadas na etapa de coleta de dados, os contentores padrão da fábrica e a localização dos pontos de uso mais relevantes das peças.

3.1.7 Etapa 7 – Desenvolvimento do armazém N:

Tendo em vista que as peças N terão um sistema de gestão diferenciado das demais peças da fábrica, nesta etapa será desenvolvido um armazém exclusivamente para estas peças, o armazém N, com um sistema de gestão também diferenciado. Será definida a carga de trabalho necessária para a gestão do armazém, através da medição dos tempos dos procedimentos, medidos manualmente, assim como os procedimentos-padrão adotados, a localização das partes pertinentes, como garagem de recepção, local de estocagem de *trailers* e birô dos operadores, e os equipamentos necessários para a movimentação de materiais. Além disso, será desenvolvido o sistema de endereçamento das peças nos alvéolos do armazém através da relação entre os volumes dos contentores e dos alvéolos (zonas das prateleiras) do armazém.

3.1.8 Etapa 8 – Desenvolvimento do sistema e fluxo de abastecimento da linha de montagem:

Após as definições pertinentes ao armazém em conjunto com o sistema de gestão das peças N, serão desenvolvidos o sistema e o fluxo do abastecimento da linha de montagem. Nesta etapa serão desenvolvidas as estruturas de estocagem, levando em consideração aspectos ergonômicos e espaciais. Serão definidos os locais e quantidades de estoques no bordo de linha, através das informações obtidas na etapa de coleta de dados e das restrições do chão de fábrica, a quantidade de trajetos diferentes de entrega aliados ao número de *trailers*

e sua capacidade de carga e os trajetos mais convenientes às linhas de montagem e localização dos estoques definidas.

3.1.9 Etapa 9 – Definição do roteiro de aplicação:

Nesta etapa é definido o roteiro mais apropriado de aplicação do trabalho realizado. A fim de realizar a implementação do projeto da melhor forma possível, são definidas a linha piloto, por onde deve começar a implementação, a ordem e os prazos das atividades, os recursos humanos e financeiros necessários, a mobilização de equipamentos e todos os outros elementos estruturais necessários ao bom funcionamento do projeto.

3.2 Desenvolvimento do estudo de caso

Neste tópico será apresentado o desenvolvimento do estudo de caso conforme as etapas citadas no tópico anterior e os seus respectivos resultados.

3.2.1 Caracterização da empresa

A Irisbus nasceu em 1999 da decisão de dois grandes grupos industriais e comerciais europeus, o Grupo Fiat-Iveco e o Grupo Renault, a fim de unir suas atividades de transporte público agregando suas unidades de ônibus rodoviários e urbanos, respectivamente. Essa associação permitiu, de imediato, à Irisbus de se impor como uma das principais produtoras mundiais e como segunda produtora europeia de ônibus.

O Grupo Fiat criou em 1975 a entidade Iveco (*Industrial Vehicules Corporation*). Depois, o grupo comprou a montadora espanhola Pegaso a fim de reforçar a importância da Iveco como maior força mundial nos transportes europeus. Depois do começo do ano de 2003, a Irisbus foi adquirida 100% pelo grupo Iveco. Atualmente, são em média 20.000 unidades de produtos comercializadas pelo grupo Iveco a cada ano em mais de 40 países, produtos estes que podem ser observados na Figura 6.

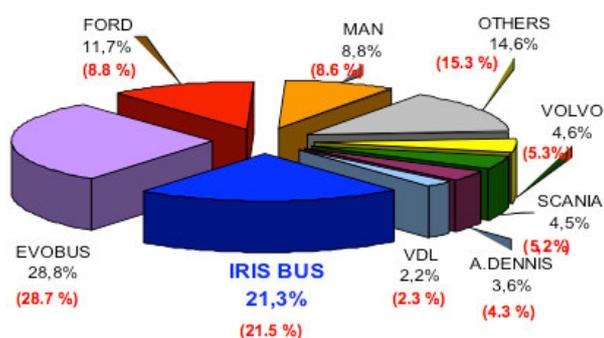
Figura 6 - Exemplos de produtos comercializados pelo grupo Iveco



Fonte: Elaborado pela autora (2012).

No mercado europeu dos veículos de mais de 3,5 toneladas, a Irisbus Iveco, representando 21,3 % do mercado, está entre as principais produtoras, atrás somente da Evobus, do grupo Mercedes-Benz, como pode ser destacado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Volume de vendas nos principais mercados europeus



Principais Mercados Europeus

França, Alemanha, Itália, Espanha, Grã-Bretanha.

Veículos de mais de 3.5 t

Volume Total: 2010 = 23.927 (- 9.3 %)
2009 = 26.372

Fonte: Elaborado pela autora (2012).

No Gráfico 2 abaixo, pode-se observar que, em 2010, as vendas mundiais da Irisbus Iveco representaram em média 6519 veículos de mais de 3,5 toneladas, sendo divididos entre micro-ônibus e derivados (26%), chassis (7%), ônibus rodoviários (35%) e ônibus urbanos (32%).

Gráfico 2 - Vendas mundiais de veículos de mais de 3,5 t em 2010



A Irisbus Iveco agrupa no mundo inteiro 4755 pessoas, principalmente na República Tcheca, França, Itália e Espanha, divididas entre plantas industriais e representantes comerciais, de acordo com a Figura 7.

Figura 7 - Principais plantas industriais e representantes comerciais.

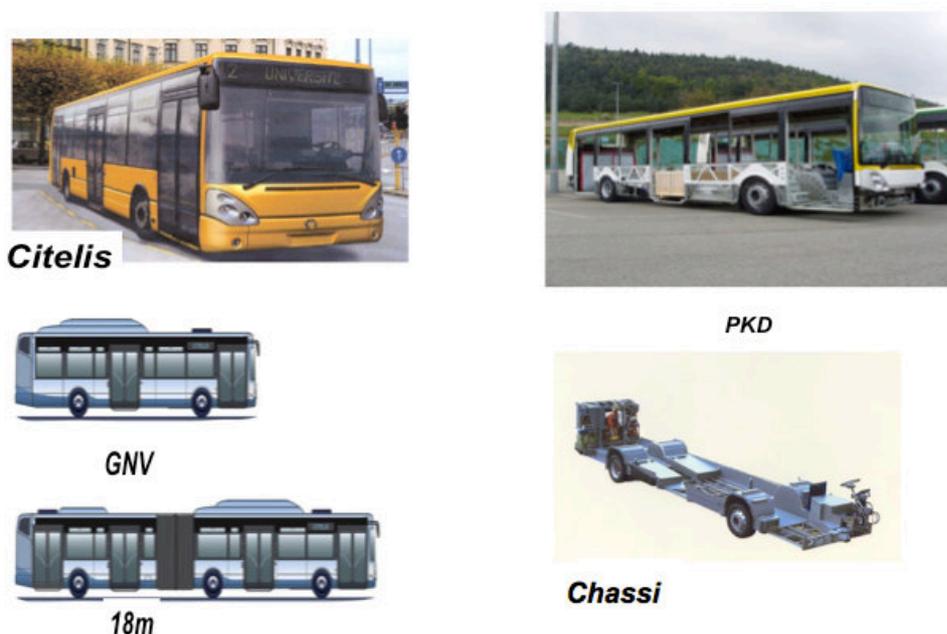


Fonte: Elaborado pela autora (2012).

O trabalho foi desenvolvido na fábrica Charles SCHREIBER localizada em Annonay, comuna francesa na região administrativa de Ródano-Alpes, no departamento de Ardèche. Em 2010, a fábrica produziu 1407 veículos, entre ônibus urbanos e rodoviários, e realizou um volume de negócios de 1082 milhões de euros. Atualmente, a fábrica conta com, aproximadamente, 1200 trabalhadores assalariados e uma superfície total de 271.035 m².

Nesta unidade são produzidos ônibus rodoviários, o EVADYS de transporte interestadual, ônibus urbanos, o CITELIS para transporte dentro das cidades, e chassis, estruturas de suporte que recebem as carrocerias, ou em versão PKD (*Partially Knocked Down*), chassis com o pavilhão e as faces frontal e traseira (sem as laterais) como podem ser vistos na Figura 8.

Figura 8 - Exemplos de produtos fabricados na fábrica Charles SCHREIBER.



Fonte: Elaborado pela autora (2012).

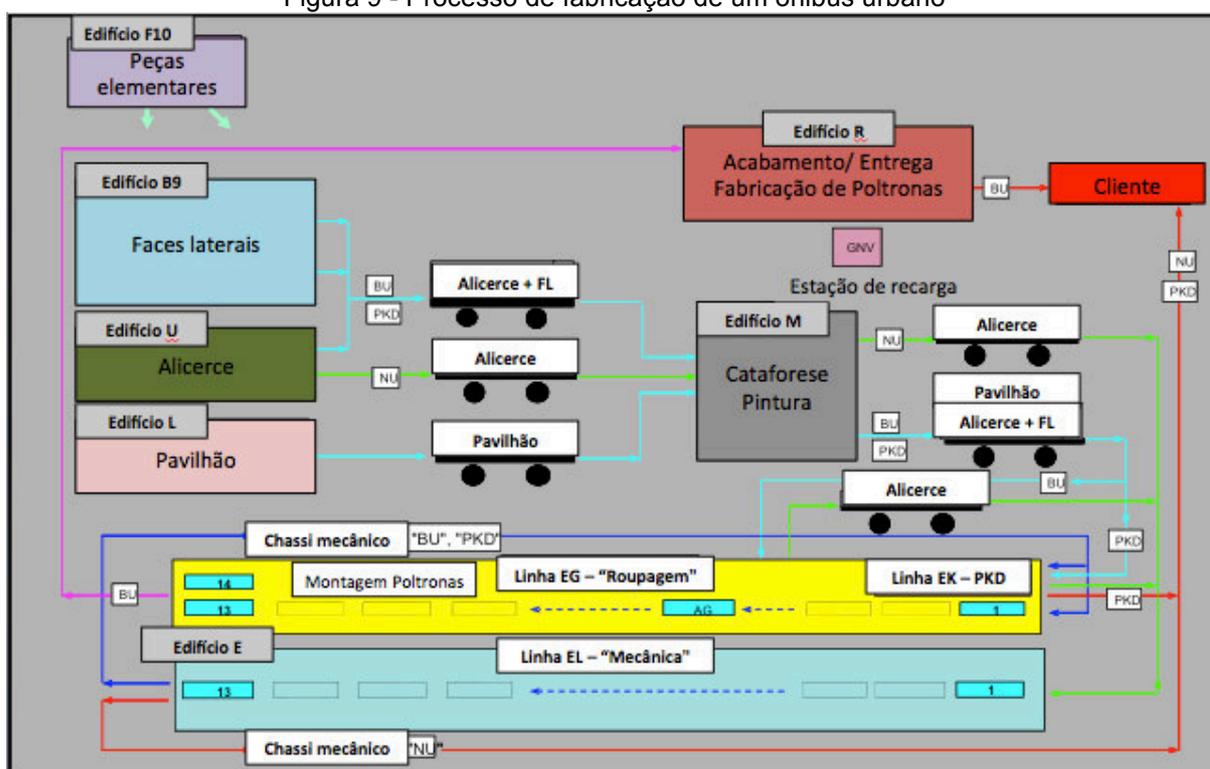
Para responder à demanda, a fábrica trabalha em regime de dois turnos e tem uma produção diária de, em média, um ônibus rodoviário e cinco ônibus urbanos. Esse tipo de produção, manufatura onde os clientes podem personalizar os veículos, se difere bastante da produção em série. Ela combina elementos da produção artesanal e industrial, utilizando trabalhadores altamente qualificados que fabricam cada produto de acordo com as especificações do comprador, porém utilizando máquinas automatizadas. Esta estratégia é o que diferencia a Irisbus das outras marcas no mercado.

A fábrica de Annonay tem a particularidade de realizar quase todas as operações para conceber um ônibus. Nela são fabricadas várias partes mecânicas e elétricas, carroceria, chaparia, revestimento, pintura e acabamento.

3.2.2 Caracterização do processo produtivo

O trabalho foi desenvolvido exclusivamente no processo de fabricação de ônibus urbanos. Como já foi citado, quase toda as operações de concepção de um ônibus são realizadas na fábrica de Annonay, cada uma em diferentes edifícios. O processo de fabricação dos ônibus urbanos constitui-se da fabricação de peças elementares, faces laterais, alicerce e pavilhão, cada uma destas partes segue para a cataforese, para proteção anticorrosiva, e depois para a pintura. Depois da pintura, estas partes seguem para as linhas de montagem, em seguida para o acabamento e depois são encaminhadas para os clientes, como pode ser acompanhado na Figura 9.

Figura 9 - Processo de fabricação de um ônibus urbano

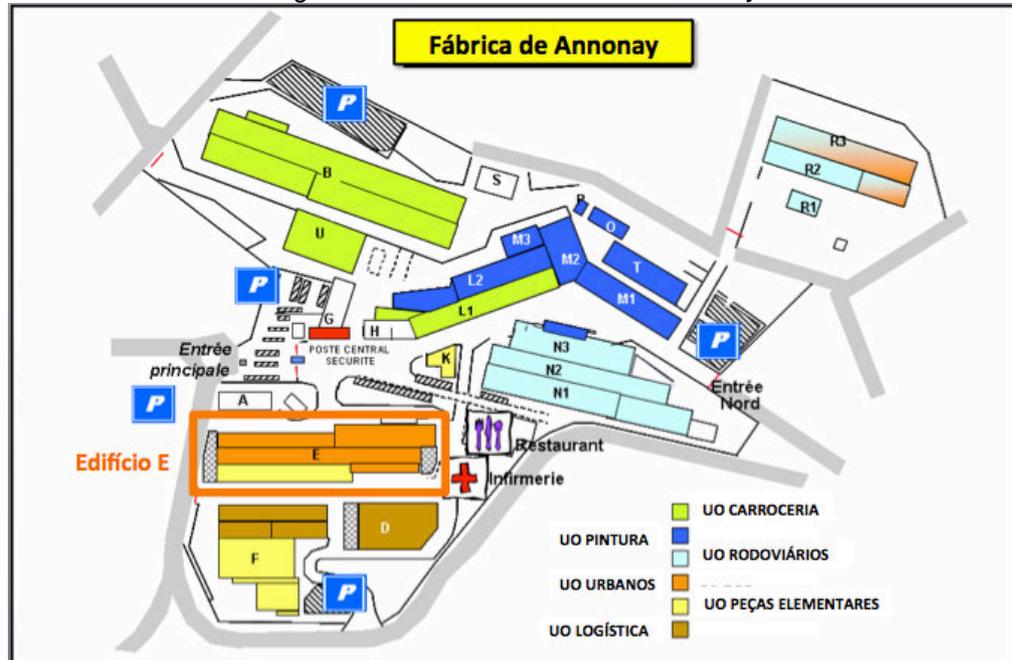


Fonte: Elaborado pela autora (2012).

Para o desenvolvimento do projeto, foi trabalhado essencialmente sobre a unidade operacional de montagem de ônibus urbanos (edifício E na planta da fábrica –Figura 10). A fábrica passa atualmente por uma série de mudanças a fim de se

adaptar ao padrão Fiat de produção enxuta, o *World Class Manufacturing* (WCM), modelo organizacional destinado a eliminar as perdas.

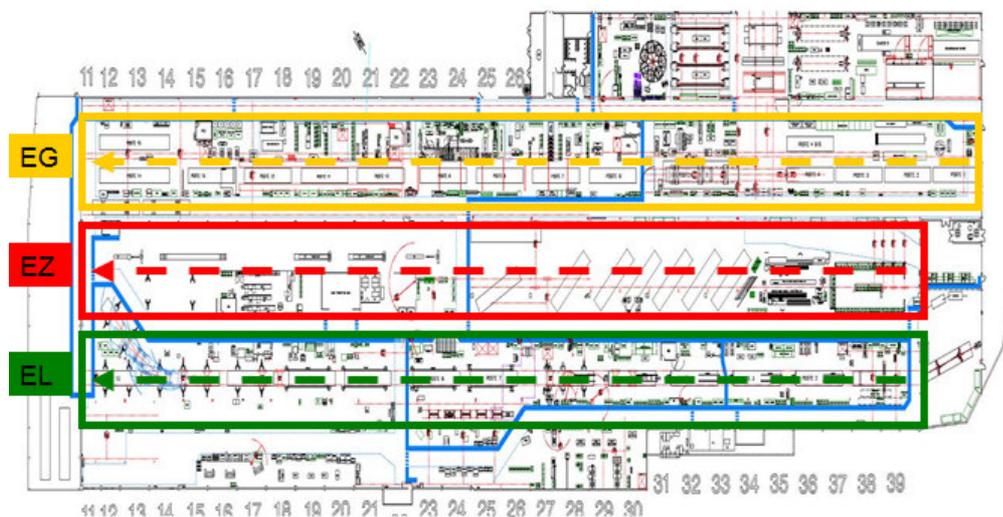
Figura 10 - Planta da fábrica de Annonay



Fonte: Criado pela autora.

A UO URBANOS (Unidade Operacional de Ônibus Urbanos) é dividida em 3 linhas principais: a linha de montagem mecânica (EL), a linha de guarnecimento (EG), e a linha de recuperação (EZ), dispostas de acordo com a Figura 11.

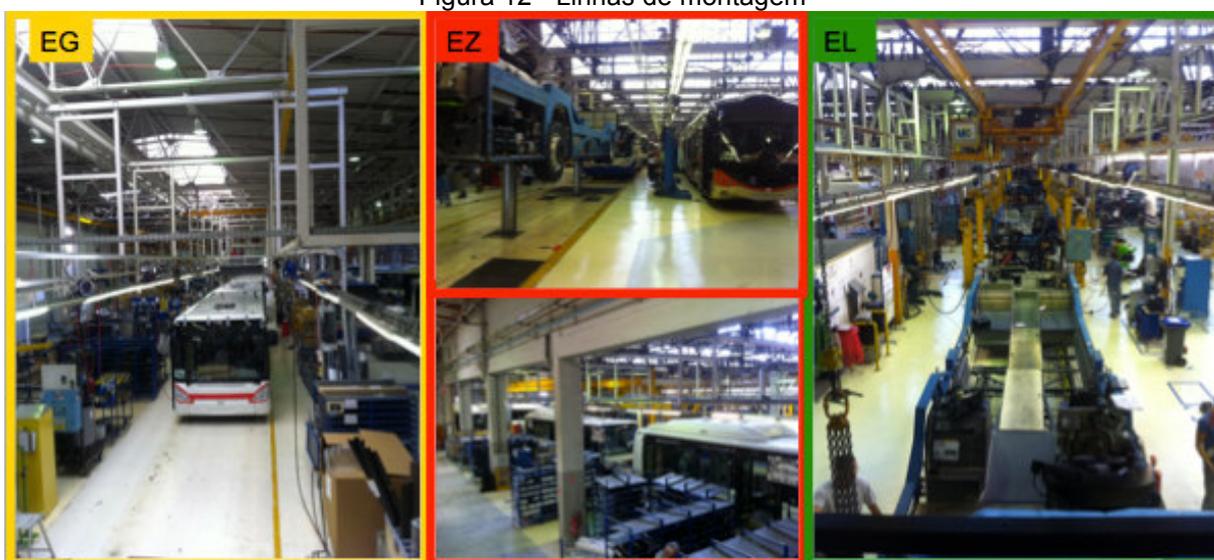
Figura 11 - Planta UO URBANOS



Fonte: Elaborado pela autora (2012).

Na linha EL são montados os componentes mecânicos, como por exemplo, o sistema de aquecimento, motores, bateria, transmissão. Na linha EG é realizada a roupagem do veículo, são montadas as faces laterais, o pavilhão, a fiação elétrica, as poltronas, os componentes de acabamento e tudo o que é relacionado a caracterização dos veículos (colocação dos adesivos, por exemplo). A linha EZ é exclusiva para retrabalhos, caso o veículo saia das outras duas linhas incompleto ou com algum defeito. Pode-se observar as três linhas de montagem na Figura 12.

Figura 12 - Linhas de montagem



Fonte: Elaborado pela autora (2012).

Cada linha de montagem é dividida em vários postos (ver Figura 13), no qual cada posto exerce uma atividade específica e é numerado por uma seção e subseção. Cada um dos postos de montagem tem uma função bem definida, da mesma forma como os operadores e responsáveis pelas atividades são bem designados, de modo que não haja dúvida quanto as responsabilidades de cada um. A linha EL possui 13 postos de montagem e a linha EG possui 15.

Os postos são dispostos de forma a manter um fluxo contínuo de produção, ou seja, a primeira operação de montagem é realizada no posto 1 da linha EL, a segunda no posto 2 e assim por diante. Os veículos que saem da linha EL seguem para o posto 1 da linha EG, e os que saem da linha EG, caso precisem de retrabalho, seguem para a linha EZ, se não, vão direto para o acabamento e entrega. Cada veículo tem dia e hora exatos de entrada e saída de cada posto de montagem.

Figura 13 - Detalhe posto de montagem



Fonte: Elaborado pela autora (2012).

Além dos postos principais, existem as chamadas preparações, nas quais são fabricados e montados subitens que serão depois agregados aos veículos, como painéis elétricos e motores, por exemplo. Cada preparação é sincronizada com os postos da linha de montagem, isso quer dizer que se a preparação de um subitem qualquer demora 3 dias, este item começa a ser preparado 3 dias antes do momento da passagem do veículo no posto de montagem onde ele será agregado.

Nas linhas de montagem, existem várias categorias de peças, cada peça com sua respectiva referência. Há referências ditas 'de série', que são referências de peças que são montadas em todos os veículos e que possuem um endereço de estocagem fixo e conhecido na linha de montagem, e há as referências ditas 'Novas', ou N, que são referências de peças fora de série, ou seja, não são montadas em todos os veículos nem têm um endereço de estocagem fixo na linha de montagem onde são consumidas. São peças que diferenciam os veículos de acordo com a vontade dos clientes.

Este tipo de peça tem uma variabilidade muito alta, pode ser um pequeno adesivo diferenciado na parte traseira do veículo, um tipo de parafuso utilizado para fixar a poltrona do motorista ou uma câmera a ser instalada na porta do ônibus (ver Figura 14). Esse tipo de peça representa em média 40% das referências em cada Ordem de Produção (OP), tipo de veículo diferente comandado. Sua importância se

dá devido ao fato desse tipo de peça fazer parte da principal estratégia da empresa: a personalização dos veículos.

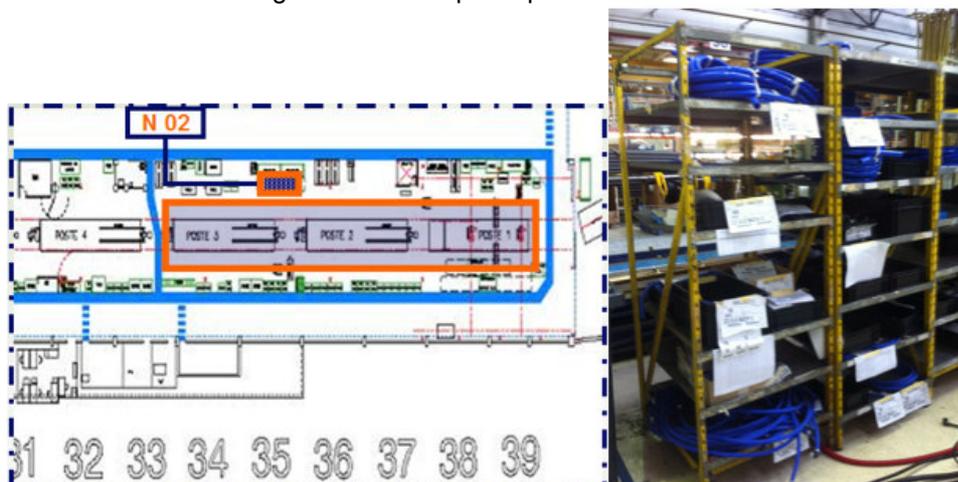
Figura 14 - Exemplos peças Novas



Fonte: Elaborado pela autora (2012).

Atualmente, as referências N não possuem um sistema de gestão otimizado. Elas são entregues na linha de montagem em um endereço específico para este tipo de peça: o supermercado N, raque de estocagem de peças Novas. Cada supermercado N abastece um certo número de postos onde as peças fora de série são montadas nos veículos. Pode-se citar, por exemplo, o supermercado N02 (ver Figura 15) que reagrupa os três primeiros postos de montagem da linha mecânica.

Figura 15 - Exemplo supermercado N02

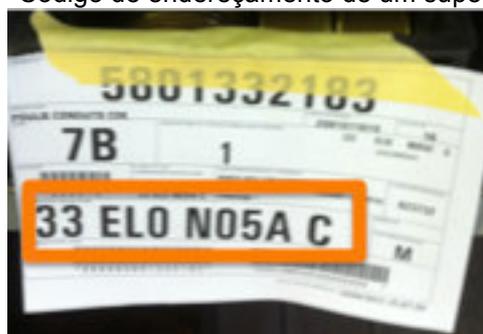


Fonte: Elaborado pela autora (2012).

No atual processo de gestão das peças N, uma pessoa identifica as referências que são consideradas fora de série (referências que não possuem endereço fixo de consumo na linha de montagem) de uma nova OP na ficha de constituição, que é uma ficha que contém todas as peças que constituem o veículo e onde cada peça deve ser montada e estocada na linha. Essa ficha de constituição é uma extração do *software* de gestão da produção da Irisbus Iveco: o **PMI**.

Depois, esta mesma pessoa cria um endereço temporário na linha de montagem que terá somente a duração da OP (desde a entrada do primeiro veículo na linha de montagem até a saída do último), cada OP pode ter quantos veículos o cliente desejar. O endereço criado é do tipo **33 ELO N 05 A C** no software de gestão, onde **33** designa a planta de Annonay, **ELO** a linha de montagem, **N05** o supermercado N onde a referência deve ser entregue, **A** a OP a qual a referência é atribuída e **C** o lugar onde a peça será consumida (ver Figura 16) . Ao mesmo tempo, esta pessoa detecta as peças que estão faltando nos armazéns e informa aos gestores (responsáveis pela produção).

Figura 16 - Código de endereçamento de um supermercado N



Fonte: Elaborado pela autora (2012).

No momento seguinte, ele faz com que as referências sejam entregues nos supermercados N para os primeiros veículos (até dez veículos, caso a OP contém um pedido de mais de dez veículos) e entrega um resumo aos responsáveis pelo abastecimento da linha de montagem para que eles possam comandar as referências dos próximos veículos.

Este processo complicado de gestão provoca alguns inconvenientes como:

- a) Grande volume de inventário físico no bordo da linha de montagem, já que, dada a chegada de uma nova OP, são enviadas para a linha de produção, de uma só vez, peças suficientes para a montagem de até 10

veículos e essas peças permanecem na linha de montagem até seu consumo total;

- b) Existem peças consideradas “Novas” que já são montadas em todos os veículos, mas ainda não estão implantadas no posto de montagem e permanecem no processo de gestão das peças N;
- c) Os responsáveis pelo abastecimento da linha de montagem devem comandar as peças novamente, uma vez que as peças somente são endereçadas para a linha de montagem, diretamente do armazém principal, na primeira vez;
- d) Endereço das peças N é mal definido, logo, há estoque mal localizado;
- e) Dificuldade de encontrar as referências (necessidade de procurar referência por referência em todas as prateleiras do raque de estocagem);
- f) Perda das peças, seja por danos ou por desaparecimento, já que as peças ficam expostas e de fácil acesso para qualquer pessoa durante todo o tempo de passagem da OP pela linha de montagem.

3.2.3 Descrição do Problema

Uma das prioridades da fábrica é a redução das horas de retrabalho por veículo causadas pela falta de peças no momento da montagem. Na linha de montagem, os veículos tem hora exata para entrar e sair de cada posto, logo, se uma peça não está disponível no momento em que ela deve ser montada no veículo, a falta desta peça tem como consequência as horas gastas nas atividades de retrabalho. As horas de retrabalho reduzem os ganhos obtidos pela empresa sobre a venda de seus produtos acabados.

A falta de peças no momento da montagem possui várias causas: atraso dos fornecedores, peças defeituosas, ruptura de estoque, erros de montagem, modificação das necessidades, atraso nas OP, não conformidade dos fornecedores, erros dos métodos e dos estudos de projeto. A análise de cifras das perdas permite identificar as duas perdas mais significativas: As rupturas de estoque, que representam quase 50% das perdas, e o atraso dos fornecedores. No entanto, as rupturas de estoque são um problema atribuído à logística.

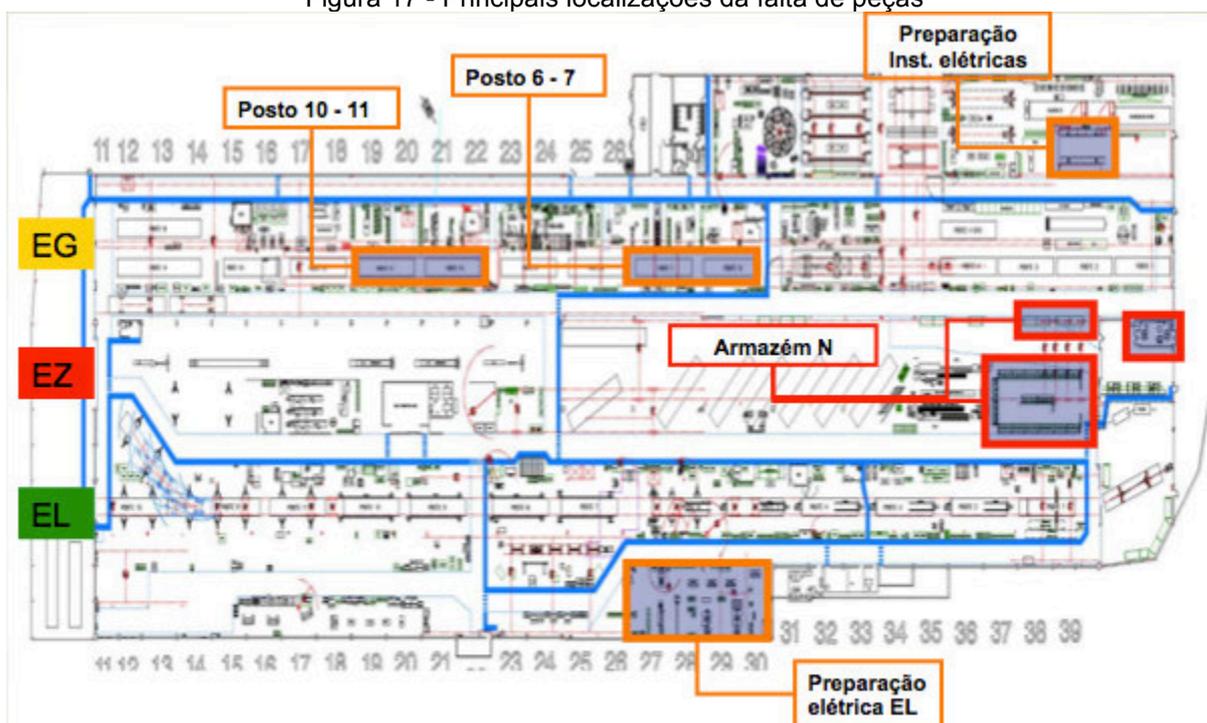
Um estudo foi organizado a fim de descobrir a causa destas rupturas de estoque. Após este estudo, foi constatado que a maior parte (60%) destas peças

faltantes eram peças fora de série e vinham de quatro lugares diferentes da linha de montagem:

- a) Os postos 10 e 11 da linha de guarnecimento (linha EG), correspondente ao armazém N11 e N13;
- b) Os postos 6 e 7 da linha EG, correspondente ao armazém N07;
- c) Preparação das instalações elétricas da linha EG, correspondente ao armazém N01 e N51;
- d) Preparação elétrica da linha mecânica (linha EL), correspondente ao armazém N68, NE1, NE2, NE3 e NE4;

Na Figura 17 abaixo, pode ser observada a localização dos postos citados.

Figura 17 - Principais localizações da falta de peças



Fonte: Elaborado pela autora (2012).

Constatou-se que a falta de peças na linha de montagem era proveniente dos postos que possuíam o maior número de peças fora de série, logo, o maior número de peças N. Foi então decidido atribuir um tratamento específico a essas peças N na linha de produção.

A idéia foi de implantar um armazém próximo à linha de montagem exclusivo para estas peças com um sistema de gestão adaptado para estas referências N. De fato, durante a passagem dos postos de montagem e preparação

pelas mudanças do WCM, somente são levadas em conta as referências de série. É necessário que todas as referências sejam alojadas sob a mesma política, logo, há a necessidade de proporcionar um sistema de gestão particular para essas referências N baseado no *Just-in-Time*. Neste novo sistema de abastecimento dos postos N será entregue, diariamente, somente o que será consumido na linha de produção naquele dia. Para isso, é indispensável detectar as referências com antecedência para que seja possível entregá-las no momento correto.

A utilização do sistema tipo *Kanban* (utilizado na maioria das peças de série) não é possível com esse tipo de referência devido a sua aleatoriedade e dependência da Ordem de Produção, logo, não se pode substituir o contentor vazio pelo cheio porque seu consumo não é regular. Portanto, é necessário desenvolver um sistema de detecção, de gestão e de abastecimento das referências N com o objetivo de reduzir as peças que faltam na linha de montagem, reduzir os custos de logística interna, otimizar a gestão das peças “Novas” e melhorar as condições de trabalho dos envolvidos na gestão destas peças. Na mesma ocasião, o projeto deve permitir a liberação de espaço nos armazéns da fábrica a fim de continuar a desenvolver o WCM.

3.2.4 Identificação das informações relevantes

A fim de justificar o projeto, é preciso realizar um estudo de investimento. É necessário identificar os ganhos que o projeto aportará e levantar seus custos de implantação. Através da estimativa da relação de custo/benefício será possível verificar se vale a pena ou não levar o projeto adiante. Para levantar essas informações, uma série de dados devem ser coletados e tratados.

Como as OP, e conseqüentemente as referências N, mudam diariamente, foi decidido que a melhor maneira de estimar as informações necessárias era a de escolher um dia aleatório como referência e coletar e analisar os dados dos estoques presentes no bordo de linha e nos armazéns, desconsiderando as OP extraordinárias (que possuem 90% de suas referências consideradas “Novas”, o veículo híbrido, por exemplo) e considerar aquele dia como referência para estimar todas as informações necessárias.

Através de extrações do PMI e consulta aos documentos da empresa, foram levantadas informações como o número de peças, o número de referências, o

valor atribuído a elas divididas por cada supermercado N e respectivo posto de montagem e o espaço em solo ocupado pelas peças N no bordo de linha.

Foi possível avaliar o estoque de peças N no bordo de linha em mais de 880.000 euros referentes a 950 referências (ver Quadro 2), calculando quantidade vezes valor unitário de cada peça. A fim de estimar os ganhos ocasionados pelo novo sistema de abastecimento dos postos N, entregando somente o que vai ser consumido diariamente, foi calculado o *Work In Process* (WIP) futuro. Foi obtido um valor de 110.000 euros referentes a 470 referências. O ganho de WIP foi avaliado em aproximadamente 770.000 euros.

Quadro 2 - Valores WIP atual

Supermercado N	No de peças	No de referências	WIP atual	Porcentagem
N01	100	18	3 240,19 €	0,37%
N02	230	26	14 296,01 €	1,62%
N05	195	29	3 177,44 €	0,36%
N07	717	73	44 995,76 €	5,09%
N08	153	24	2 843,12 €	0,32%
N09	1584	148	82 591,53 €	9,35%
N11	1992	163	189 660,17 €	21,47%
N13	536	76	35 002,79 €	3,96%
N51	1760	186	255 179,62 €	28,89%
N61	758	76	186 119,74 €	21,07%
N62	20	2	560,56 €	0,06%
N63	285	34	32 105,88 €	3,64%
N66	50	5	307,29 €	0,03%
N68	198	31	17 349,55 €	1,96%
NE1	62	8	1 038,35 €	0,12%
NE2	60	7	7 504,65 €	0,85%
NE3	195	36	5 005,63 €	0,57%
NE4	75	8	2 193,29 €	0,25%
Total	8970	950	883 171,57 €	100,00%

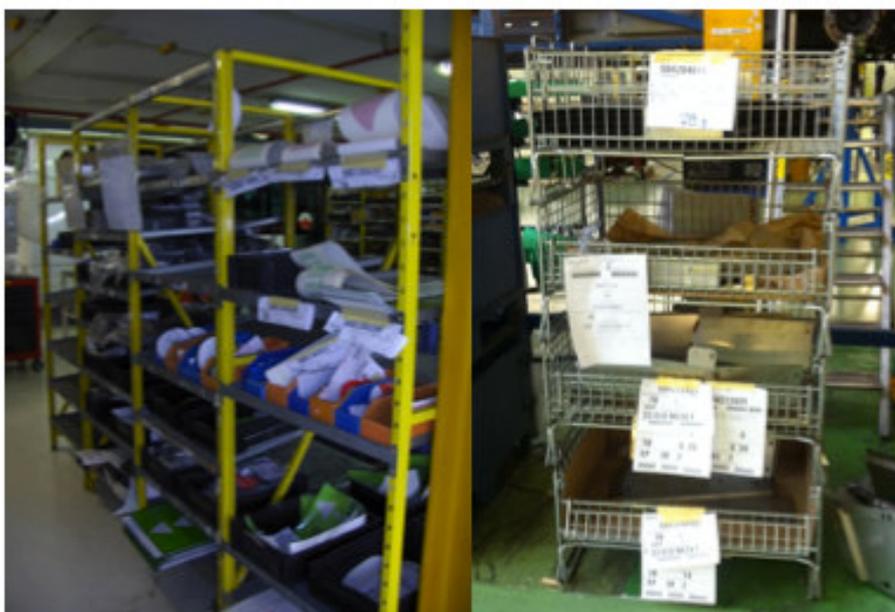
Fonte: Elaborado pela autora (2012).

Foi levantada a área utilizada no chão de fábrica pelas referências N graças aos diferentes contentores utilizados para estocar as peças no bordo de linha. Foram contabilizados 65 unidades de raque de estocagem tipo Mn852, representado na Figura 18, 12 unidades do Y900, 10 unidades do Y901, 4 unidades do Y903, 1 unidade do Y905, 1 unidade do Y906 e 2 unidades do Y909, que são

tipos de contentores padrão da empresa com as dimensões específicas documentadas, e outros contentores específicos, totalizando 100m² ao solo.

Foi estimado um ganho de 50% sobre esses 100 m², ou seja, um ganho de 50 m², em função da redução do WIP nos postos de trabalho. Foi previsto ainda, que o desenvolvimento do armazém N permitirá um ganho de 50% sobre as horas de retrabalho atribuídas à falta de peças “Novas” e aos pedidos adicionais de peças (240.000 euros calculados no estudo de causas), seja um total de 120.000 euros a cada ano.

Figura 18 - Estruturas de estocagem no bordo de linha



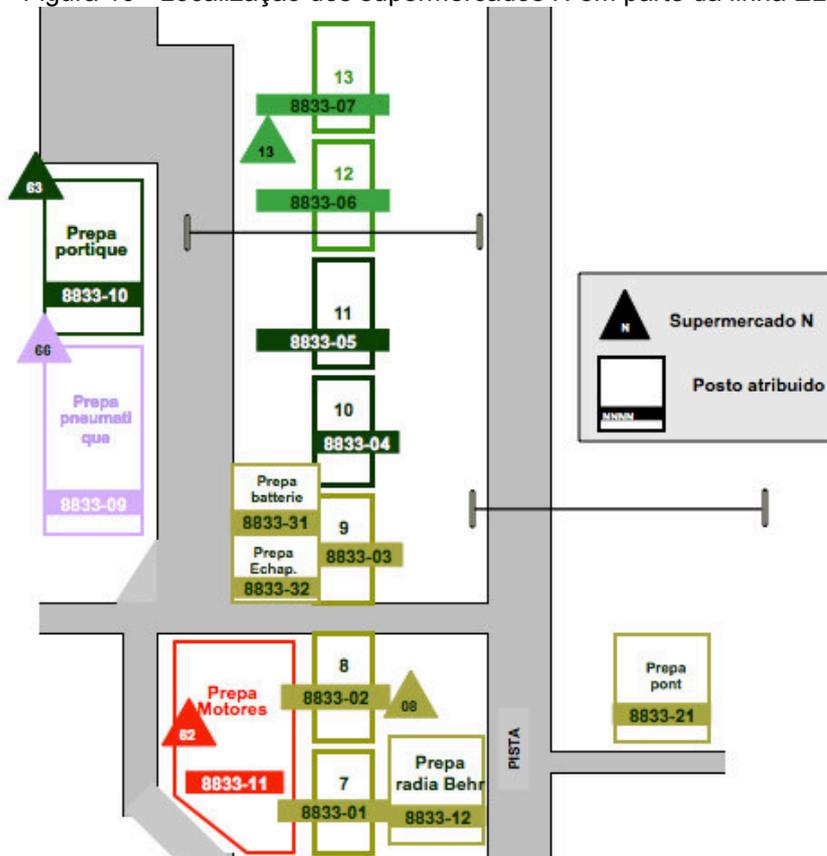
Fonte: Elaborado pela autora (2012).

Foi estabelecido também o orçamento necessário para a implantação do projeto: Em média, 50.000 euros para financiar o armazém e seus derivados (estrutura, estantes, equipamento). Em relação ao investimento humano, o projeto se autofinanciará através de transferência de carga de trabalho, as pessoas já envolvidas no processo de gestão atual serão realocadas no novo sistema.

Após a estimativa da relação custo/benefício e aprovação do projeto, uma divisão detalhada de tarefas, prazos e responsabilidades foi construída a fim de organizar o desenvolvimento do projeto e de dar prioridade às ações a serem efetuadas.

Foi realizado o mapeamento da localização dos supermercados N, conforme a Figura 19, e seus respectivos pontos de utilização, foi levantado o volume ocupado pelas peças N nos armazéns e definida sua localização.

Figura 19 - Localização dos supermercados N em parte da linha EL



Fonte: Elaborado pela autora (2012).

3.2.5 Desenvolvimento do sistema de gestão das peças N

O novo sistema de gestão das peças N precisa ter uma definição precisa deste tipo de referência, esta definição foi estabelecida como referências que não possuem endereço fixo na linha de montagem, que são montadas em menos de 100 veículos e permanecem menos de 3 meses na linha de montagem.

O fato é que através do antigo sistema não era possível realizar o abastecimento diário das referências a cada posto de montagem. A solução encontrada foi a de desenvolver uma macro, com os parâmetros do novo sistema, que permitisse automatizar ao máximo as operações realizadas pelos encarregados de gerir as peças. A utilização da macro permitiria liberar uma carga de trabalho considerável, tendo em vista que antes quase todo o processo relacionado ao tratamento das referências N era feito manualmente.

O sistema de gestão foi desenvolvido pela equipe de TI da empresa em VBA (*Visual Basic Applications*) no Excel através dos parâmetros definidos. Esse sistema de gestão possui 3 etapas:

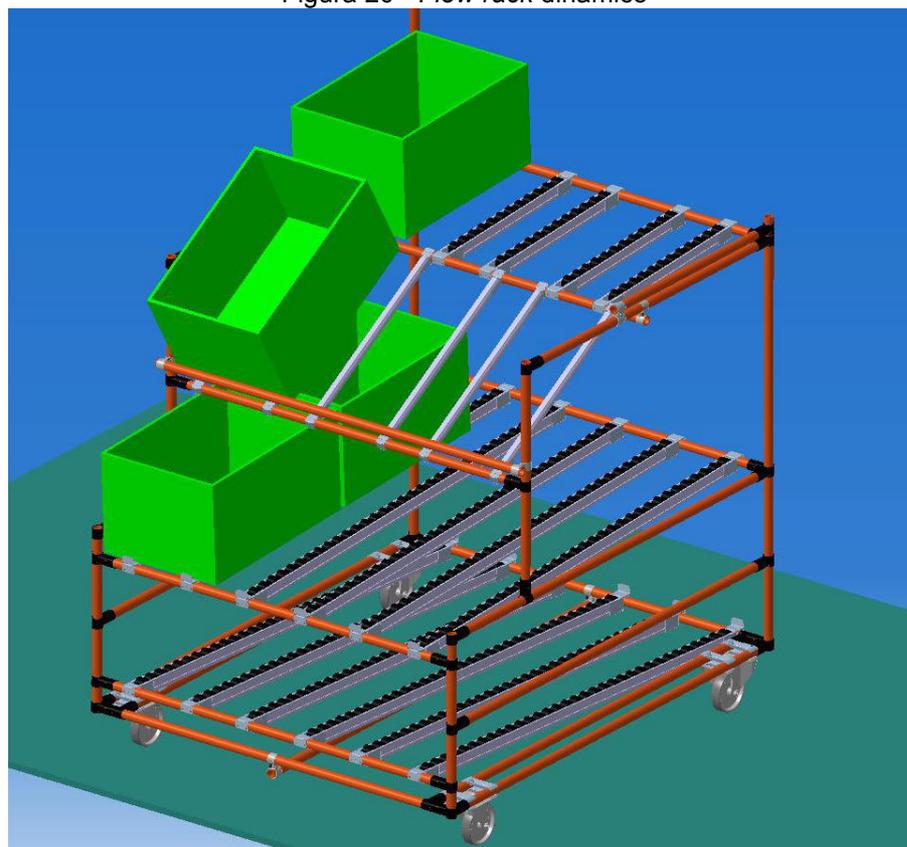
- a) uma macro que trata uma nova OP (Detecção das referências N, tratamento a ser aplicado a cada referência);
- b) uma macro que determina quais veículos são montados em cada posto durante o dia e, conseqüentemente, quais peças devem ser entregues em cada supermercado, baseado no planejamento de materiais;
- c) uma macro que determina a ordem de retirada de itens do armazém (*best way*);

No novo sistema de gestão, dada a entrada de uma nova OP, as referências consideradas Novas serão detectadas, através da ficha de constituição, enviadas para o armazém N, onde serão alocadas nos alvéolos, cada referência será tratada e seu destino e hora de entrega definidos de acordo com a programação da produção. Diariamente, em horários pré-determinados, as peças serão arrumadas em coleções e serão entregues na linha de produção.

3.2.6 Desenvolvimento do sistema de estocagem no bordo de linha

Foi decidido estocar as peças nos supermercados de acordo com a produção diária, por exemplo, se no dia os veículos que serão montados correspondem a 1 veículo do tipo A, 1 do tipo B, 2 veículos do tipo C e 1 do tipo D, então os supermercados serão abastecidos no dia somente com a coleção de peças para aqueles veículos. As estruturas escolhidas para estocar as peças foram os *flow racks* dinâmicos, à imagem do sistema *kanban* do WCM, como pode ser observado na Figura 20.

A fim de distinguir as referências N das demais, foi utilizada a gestão visual através da escolha de uma nova cor para os *racks* de estocagem. Todos os *racks kanban* utilizados na fábrica são da cor azul, para facilitar a visualização da localização das peças N, foi utilizada a cor laranja na construção dos *racks* N de estocagem. Além disso, cada contentor, que possui as peças de cada veículo a ser montado no dia, foi propriamente identificado com nome e número do veículo onde as peças devem ser montadas e a identificação das peças ali contidas.

Figura 20 - *Flow rack* dinâmico

Fonte: Elaborado pela autora (2012).

Foram desenhados 3 tipos de módulos diferentes, dado o caráter aleatório das dimensões das peças N, cada um deles desenvolvidos em altura e inclinação condizentes com as características ergonômicas adequadas. Houve a limitação de padronizar ao máximo os módulos e também o sistema de estocagem das referências nos módulos. Foi então decidida a utilização do maior formato de contentor padrão: o bac 4900 (Figura 21).

Figura 21 - contentor padrão da empresa (BAC 4900)



Fonte: Elaborado pela autora (2012).

Um bac 4900 representa um veículo de uma OP no qual são dispostas todas as referências de um supermercado N. Logo, são entregues vários bacs 4900 de acordo com a cadência de produção, um exemplo de cadência de produção pode

ser observado na Quadro 3. Os *racks* de estocagem foram dimensionados para suportar a maior cadência diária possível: 8 veículos na linha mecânica e 6 veículos na linha de guarnecimento.

Quadro 3 - Cadência de produção da linha EL

VAN	Comanda	Posto 1	Posto 2	Posto 3
04185639_2	SYTRAL	07/04/11 15:25	08/04/11 08:07	08/04/11 09:36
10677600	HZ ST GRATIEN	08/04/11 08:07	08/04/11 09:42	08/04/11 11:01
10664923	RATP	08/04/11 09:42	08/04/11 11:07	08/04/11 13:11
04185640_1	SYTRAL	08/04/11 11:07	08/04/11 13:17	08/04/11 14:36
04185640_2	SYTRAL	08/04/11 13:17	08/04/11 14:42	11/04/11 07:18
10664924	RATP	08/04/11 14:42	11/04/11 07:24	11/04/11 08:43
04185641_1	SYTRAL	11/04/11 07:24	11/04/11 08:49	11/04/11 10:18
04185641_2	SYTRAL	11/04/11 08:49	11/04/11 10:24	11/04/11 11:43
10664925	RATP	11/04/11 10:24	11/04/11 11:49	11/04/11 13:53
10663430_1	HZ TOULON	11/04/11 11:49	11/04/11 13:59	11/04/11 15:18
10663430_2	HZ TOULON	11/04/11 13:59	11/04/11 15:24	12/04/11 08:00
10677601	HZ ST GRATIEN	11/04/11 15:24	12/04/11 08:06	12/04/11 09:35
10664926	RATP	12/04/11 08:06	12/04/11 09:41	12/04/11 11:00
04185642_1	SYTRAL	12/04/11 09:41	12/04/11 11:06	12/04/11 13:10
04185642_2	SYTRAL	12/04/11 11:06	12/04/11 13:16	12/04/11 14:35
10680446	HZ EVREUX	12/04/11 13:16	12/04/11 14:41	13/04/11 07:17
10677649_1	HZ BEAUCHAMPS	12/04/11 14:41	13/04/11 07:23	13/04/11 08:42
10677649_2	HZ BEAUCHAMPS	13/04/11 07:23	13/04/11 08:48	13/04/11 10:17
10664927	RATP	13/04/11 08:48	13/04/11 10:23	13/04/11 11:42
04185643_1	SYTRAL	13/04/11 10:23	13/04/11 11:48	13/04/11 13:52
04185643_2	SYTRAL	13/04/11 11:48	13/04/11 13:58	13/04/11 15:17
10664928	RATP	13/04/11 13:58	13/04/11 15:23	14/04/11 07:59
04185644_1	SYTRAL	13/04/11 15:23	14/04/11 08:05	14/04/11 09:34
04185644_2	SYTRAL	14/04/11 08:05	14/04/11 09:40	14/04/11 10:59
10680447	HZ EVREUX	14/04/11 09:40	14/04/11 11:05	14/04/11 13:09
10682557	HZ CHATEAUROUX	14/04/11 11:05	14/04/11 13:15	14/04/11 14:34
04185645_1	SYTRAL	14/04/11 13:15	14/04/11 14:40	15/04/11 07:16
04185645_2	SYTRAL	14/04/11 14:40	15/04/11 07:22	15/04/11 08:41
10664929	RATP	15/04/11 07:22	15/04/11 08:47	15/04/11 10:16
04185646_1	SYTRAL	15/04/11 08:47	15/04/11 10:22	15/04/11 11:41
04185646_2	SYTRAL	15/04/11 10:22	15/04/11 11:47	15/04/11 13:51
04198937	MAUBEUGE	15/04/11 11:47	15/04/11 13:57	15/04/11 15:16
10682558	HZ CHATEAUROUX	15/04/11 13:57	15/04/11 15:22	18/04/11 07:58
10677650_1	HZ BEAUCHAMPS	15/04/11 15:22	18/04/11 08:04	18/04/11 09:33

Fonte: IVECO (2010)

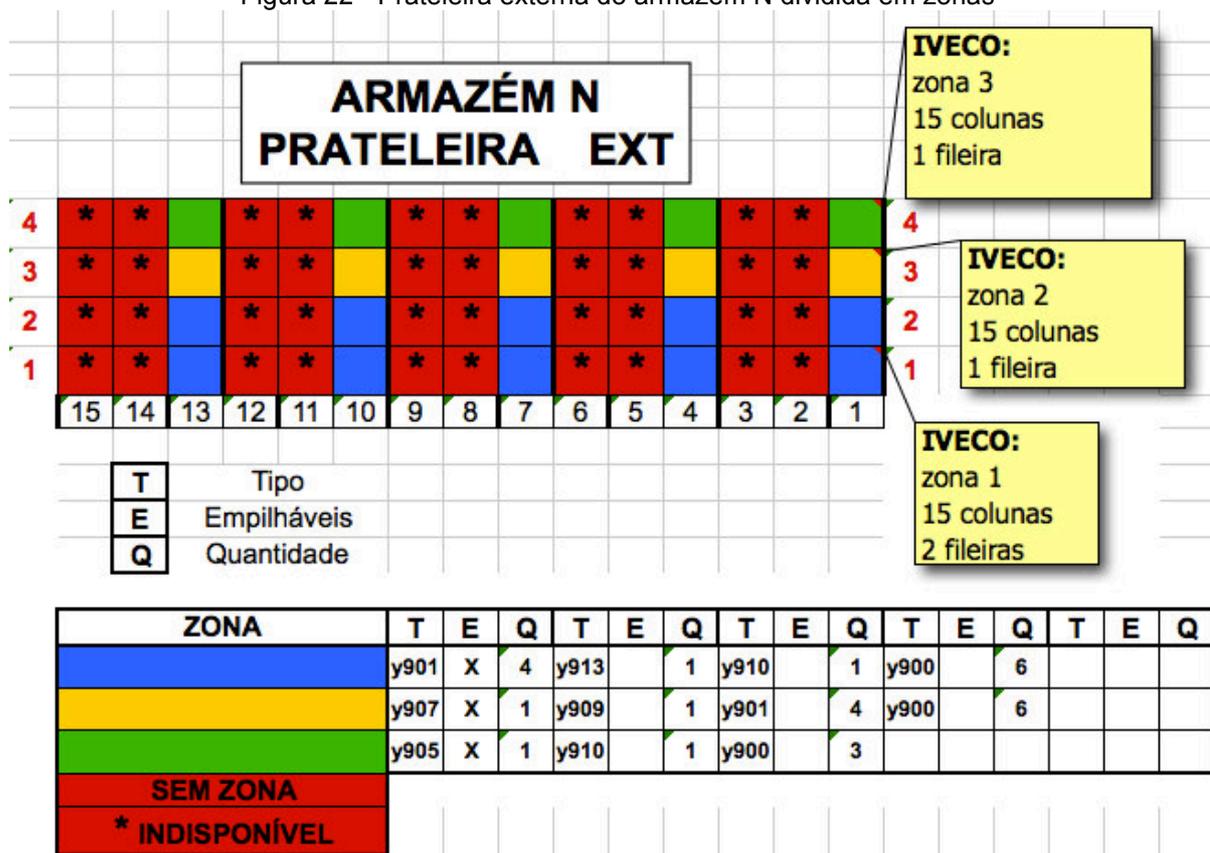
3.2.7 Desenvolvimento do armazém N

Em primeiro lugar, foi necessário dimensionar o armazém. Foi estimado o número e tipo de contentores atualmente nos armazéns da fábrica a um instante T. Graças a esse estudo e a uma matriz de escolha, foi escolhido o tipo de estocagem na qual nenhum alvéolo é dedicado a uma referência específica.

Na verdade, dada a entrada de uma nova referência no armazém, o software de gestão PMI propõe um alvéolo disponível em relação ao tipo de contentor no qual ela é estocada. Cada alvéolo é dedicado a três tipo principais de contentores que seguem uma ordem de prioridade definida. A atribuição dos alvéolos foi realizada através da criação de uma classificação relacionando as dimensões dos alvéolos com as dimensões dos contentores utilizados. A atribuição se baseia também nas porcentagens dos tipos de contentores previstos para o armazém N e leva em consideração aspectos ergonômicos e especificações técnicas de armazenagem, como espaço mínimo para movimentação com o empilhador e distancia mínima entre contentores.

O armazém N será composto por 5 prateleiras, um total de 84 alvéolos. Quatro traves internas e uma externa. A organização da dedicação dos alvéolos da prateleira externa pode ser visualizada na Figura 22.

Figura 22 - Prateleira externa do armazém N dividida em zonas

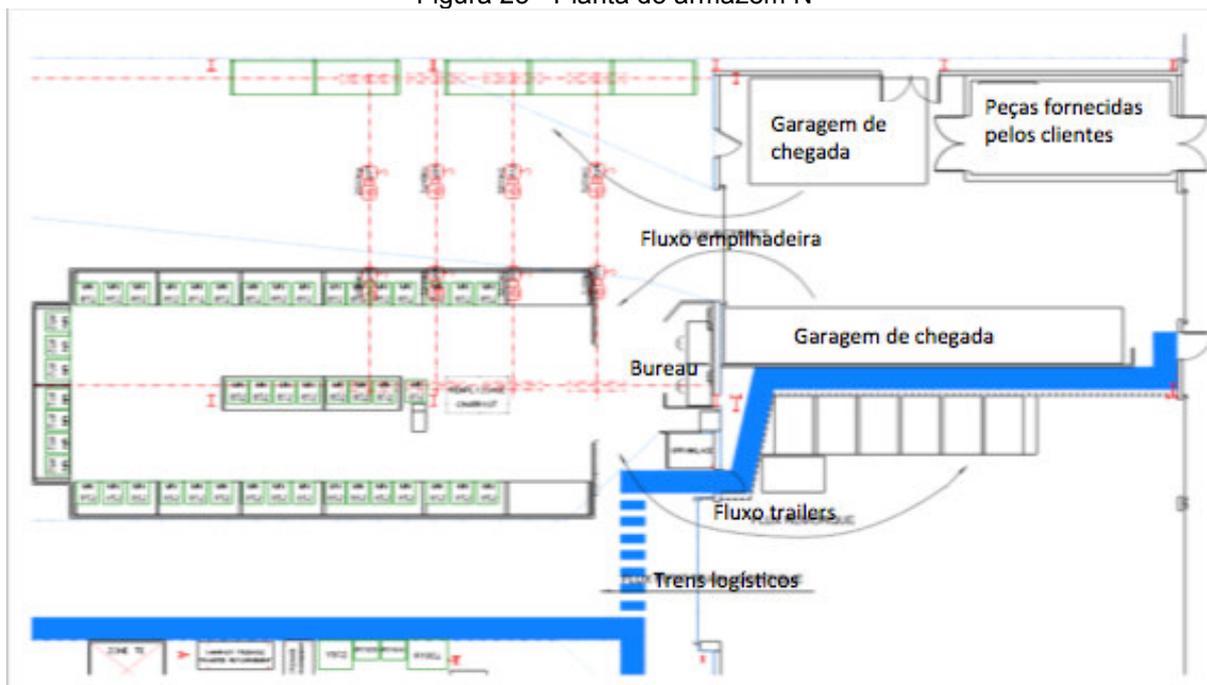


Fonte: Elaborado pela autora (2012).

O armazém N (ver Figura 23) se situa na entrada da linha EZ (linha de recuperação). Estando ela limitada pelo espaço disponível, foi necessário encontrar

soluções para uma garagem de chegada (recepção das peças vindas de outros armazéns), um lugar para estocar os trens logísticos que farão o abastecimento da linha de montagem e um escritório para os operadores. É importante ressaltar que essas definições levaram em consideração as normas de segurança e conceitos importantes de armazenagem e movimentação de materiais.

Figura 23 - Planta do armazém N



Fonte: Elaborado pela autora (2012).

3.2.8 Desenvolvimento do sistema e fluxo de abastecimento da linha de montagem

Foram definidos três rotas de abastecimento (trajetos) diferentes que são ligados ao número de trailers de entrega, limitados pelo número máximo de trailers possivelmente tracionados, que foram testadas em situação real na linha de montagem.

Podem ser tracionados no máximo 4 trailers em um trajeto, cada trailer tendo a capacidade para 30 bacs 4900, como pode ser visto na Figura 24. Os trajetos e a localização dos racks N de estocagem foram definidos de acordo com as limitações referentes ao número de trailers de entrega possíveis, a proximidade dos postos que possuíam o maior número de referências N, ao espaço disponível na linha de montagem, à proximidade da pista de entrega e ao fluxo do armazém.

Figura 24 - Trem logístico com um trailer acoplado

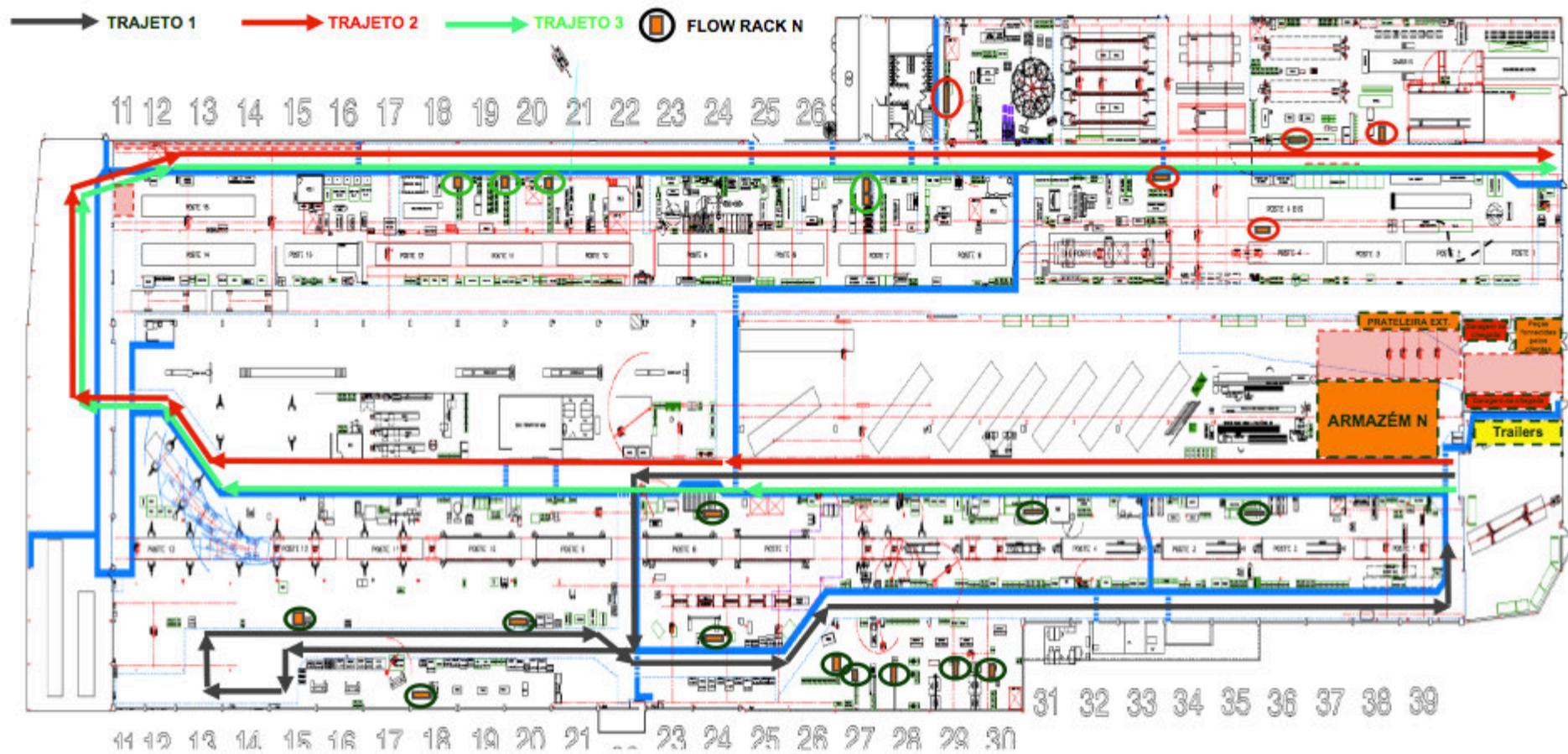


Fonte: Elaborado pela autora (2012).

Todas as decisões relacionadas ao tipo de estocagem, abastecimento, entrega e organização foram tomadas respeitando os princípios organizacionais da empresa e validadas juntamente com o setor de métodos.

O primeiro trajeto engloba todos os *racks* de estocagem da linha EL, já que são atribuídas menos referências N a esta linha, ele abastece 12 *racks*. O segundo engloba os quatro últimos *racks* da linha EG, devido ao grande número de peças a serem estocadas nesses *racks*, e o terceiro engloba os *racks* restantes da linha EG. Ver Figura 25.

Figura 25 - Rotas de abastecimento



Fonte: Elaborado pela autora (2012).

3.2.9 Definição do roteiro de aplicação

A fim de poder começar a implementar o armazém N, os elementos estruturais indispensáveis ao bom funcionamento do armazém foram implantados, a montagem dos pallets (ver Figura 26), a instalação do escritório dos gestores, a construção dos módulos, a comanda dos bacs necessários, entre outros.

Figura 26 - Estrutura do armazém N



Fonte: Elaborado pela autora (2012).

Para iniciar o funcionamento do projeto, a fim de poder identificar as falhas possíveis no funcionamento do armazém, foi escolhida a linha EL, que possui um menor número de referências N, como linha piloto. As atividades seguintes a serem realizadas são o encaminhamento das peças presentes na linha e nos outros armazéns para o armazém N. Enquanto são construídos e posicionados os *racks* de estocagem, os operadores do armazém e da linha de produção passam por uma familiarização ao novo sistema de gestão e operação. Tudo isso com um acompanhamento sucinto da equipe da logística e dos métodos.

Todas as falhas e pontos mal calculados devem ser identificados, para que somente após solucionados todos os problemas o projeto possa ser implantado na linha EG.

3.3 Apresentação dos resultados obtidos

Durante o estudo de caso percebeu-se que a empresa passava por uma série de transformações e mudança para melhoria contínua a fim de se adaptar ao WCM, modelo organizacional da Fiat baseado nos princípios *lean* que objetiva a eliminação de desperdícios. Porém, essas mudanças somente eram aplicadas nas peças consideradas “de série”, fazendo com que o sistema de gestão dos outros tipos de peças, no caso as peças específicas de clientes, ou peças N, fosse marginalizado. Isso provocou perdas consideráveis para a empresa, dada a importância desse tipo de peça e ao seu valor estratégico.

Através do estudo realizado e da aplicação dos conceitos *lean* na logística interna da empresa, foi possível ver claramente as melhorias nos processos logísticos da manufatura.

Atualmente, o armazém N funciona sob uma cadencia de produção de 6 veículos. Possui 21 pontos de entrega no bordo de linha, sendo 12 na linha EG e 9 na linha EL. As entregas são realizadas duas vezes ao dia, uma para a linha EG e uma para a linha EL, em horários determinados. E cada trem logístico, composto por no máximo 4 trailers, entrega de 100 a 200 referências N diariamente (ver Figura 27).

Figura 27 - Armazém N com um trailer esperando para abastecer a linha



Fonte: Elaborado pela autora (2012).

O projeto permitiu a redução de 50% nas horas de retrabalho dos veículos. Houve uma redução de 85%, em média, do WIP na linha de montagem. Além de redução dos m² ocupados na linha de produção e da necessidade de repedido de peças. Um exemplo de *flow rack* de estocagem implantado na linha EG pode ser verificado na Figura 28.

Figura 28 - *Flow Rack* na linha EG



Fonte: Elaborado pela autora (2012).

Com a experiência adquirida e as diferentes evoluções a serem implantadas, é previsto que a porcentagem de retrabalho possa ser reduzida ainda mais de maneira significativa.

Chega-se portanto ao final desse estudo de caso podendo constatar que a utilização de conceitos e ferramentas *lean* na otimização dos processos logísticos internos é um dos grandes esforços estratégicos da logística que pode levar à redução de custos significativa para a empresa. Foi possível otimizar o manuseio dos materiais e o abastecimento da linha de montagem, diminuir os estoques em processo e reduzir os deslocamentos desnecessários dos operadores do ponto de estocagem até o ponto de uso. A implantação das rotas de abastecimento predeterminadas e em horários fixos gerou maior organização na entrega. A linha de montagem ficou mais organizada, ajudando a prevenir acidentes, e a gestão visual dos *flow racks* e dos contentores melhorou as condições de trabalho.

4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Conforme apresentado ao longo deste trabalho, na busca pelo aumento da competitividade, as empresas têm procurado cada vez mais a redução de custos através da eliminação dos desperdícios. Tendo em vista esse cenário, nota-se a importância da disseminação do pensamento enxuto, filosofia de excelência baseada na eliminação planejada de todo tipo de desperdício. A utilização de ferramentas enxutas ajudam a eliminar todas as operações que não agregam valor ao produto, serviço e processos, aumentando o valor das atividades realizadas, permitindo a redução dos custos, o que tem se mostrado indispensável para sobreviver em um mercado global que exige melhor qualidade a um preço mais baixo.

O presente trabalho teve como finalidade demonstrar, a partir do estudo de caso, a aplicação de algumas técnicas enxutas na logística interna de uma indústria de ônibus objetivando otimizar a gestão de peças específicas de clientes utilizadas na linha de montagem de forma a reduzir a falta de peças no momento da montagem e, conseqüentemente, as horas de retrabalho e os custos logísticos.

Assim, o estudo de caso mostrou que a utilização de conceitos de logística enxuta na manufatura é de suma importância devido a sua capacidade de alcançar um menor custo logístico total, mantendo os ativos financeiros e humanos comprometidos na logística em um mínimo operacional. Foi possível verificar também que através da utilização desses conceitos é possível reduzir consideravelmente os desperdícios na logística de apoio à produção, gerando ganhos na redução de custos de produção e de inventários, auxiliando na obtenção de melhor qualidade.

Foram identificadas algumas das principais técnicas enxutas aplicadas na logística interna, como: o bordo de linha, que designa o que está junto à linha de montagem e deve ser disposto de forma a eliminar operações inúteis e deslocamentos difíceis; o *mizusumashi*, conhecido como trem logístico, sendo considerado como peça central para se atingir o JIT; e as rotas de abastecimento, que são utilizadas para criar o fluxo de matérias primas ou componentes para abastecer a linha de montagem.

Através da utilização dos conceitos de bordo de linha no estudo de caso, foi possível reduzir os tempos de procura das peças e paradas por falta de

abastecimento, além de proporcionar ganhos consideráveis na redução dos estoques em processo na linha de montagem. A utilização dos *mizusumashi* permitiu acrescentar valor ao sistema logístico, uma vez que foram reduzidos os desperdícios de transporte. A definição de rotas de abastecimento apropriadas proporcionou ganhos em redução de custo de transporte e armazenagem auxiliando na melhoria da logística interna.

Foi possível perceber que ferramentas enxutas isoladas podem ser implantadas na logística interna com foco em determinado resultado específico, possibilitando a obtenção de benefícios consideráveis. A partir da aplicação dessas técnicas enxutas na gestão, armazenagem e distribuição das peças fora de série visando a redução dos desperdícios, foi possível obter melhorias otimizando o processo de gestão dessas peças, auxiliando na redução das horas de retrabalho, do inventário e do espaço no bordo da linha de montagem e criando sistemas de entrega e distribuição na planta mais apropriados.

Assim, com base no que foi exposto, é possível afirmar que os objetivos propostos no início deste trabalho foram atingidos.

Em relação a trabalhos futuros, recomenda-se a expansão da aplicação das técnicas apresentadas. Embora o presente estudo tenha sido limitado à uma única unidade operacional da empresa, o mesmo pode ser ampliado para todas as unidades produtivas, padronizando o processo de gestão deste tipo de peças em toda a organização, proporcionando ganhos relativos a melhoria dos processos de gestão e reduzindo ainda mais os custos com retrabalho, inventário e espaço ocupado no bordo de linha.

REFERÊNCIAS

- BAÑOLAS, R. **A logística enxuta em desenvolvimento**. Prolean, 2006. Disponível em: <<http://www.prolean.com.br/8.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2012.
- BAUDIN, M. **Lean Logistics: The Nuts And Bolts Of Delivering Materials And Goods**. New York: Productivity Press, 2004. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=nLyuEYC8rWIC&hl=pt-PT&redir_esc=y> Acesso em: 20 abr. 2012.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão logística de cadeias de suprimentos**. São Paulo: Bookman, 2006.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística Empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo: Atlas, 2009.
- COIMBRA, C. S. **O custo da ineficiência na logística interna**. In: 5º Congresso USP de Controladoria e Contabilidade, 2005, São Paulo. Anais do 5º Congresso USP de Controladoria e Contabilidade, 2005. Disponível em: <<http://www.congressosp.fipecafi.org/artigos52005/508.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2012.
- DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- IVECO. Intranet. **World Class Manufacturing**. [Annonay], 2010. Slides
- LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- MOURA, R. A. **Sistemas e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais**. São Paulo: IMAM, 2005.
- NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- OHNO, T. **O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- RAGO, S. F. T.; JUNIOR, E. C.; BANZATO, E.; BANZATO, J. M.; MOURA, R. A. **Atualidades na Gestão da Manufatura**. São Paulo: IMAM, 2003.
- RODRIGUES, N. V. G. **Mizusumashi na otimização da logística interna da indústria automível**. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial) - Universidade de Aveiro, Aveiro, 2011. Disponível em: <<http://ria.ua.pt/handle/10773/7442>>. Acesso em: 20 mai. 2012.
- SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: UFSC, 2005. Disponível em: <<http://www.portaldeconhecimentos.org.br/index.php/por/content/view/full/10232>>. Acesso em: 30 mar. 2012.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

WALTER, M. F. C. **Aplicação do Lean SCM na Logística Interna**. Artigo final de disciplina (Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2011. Disponível em: <http://www.idl.ufsc.br/index.php?option=com_docman&task=doc_details&gid=14&Itemid=14>. Acesso em: 20 mai. 2012.

VISION LEAN. **Prática do Lean-Manufacturing**, 2008. Disponível em <<http://www.vision-lean.pt/trilogiq>>. Acesso em: 15 mai 2012.

ZYLSTRA, K. **Distribuição Lean: A abordagem lean aplicada à distribuição, logística e cadeia de suprimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2008.