

# **Implantação do Sistema Enxuto de Movimentação e Armazenagem de Materiais para uma Empresa Montadora de Veículos Coletivos**

**Alvaro Luiz Neuenfeldt Júnior**  
alvjr2002@hotmail.com

**Flávio Issao Kubota**  
flavioissao.kubota@gmail.com  
UFSM

**Resumo:** O presente artigo tem como objetivo apresentar a implantação do sistema enxuto de movimentação e armazenagem de componentes comprados para a montagem de veículos coletivos, utilizando-se para isso de referenciais teóricos que abordam conteúdos como logística, sistema de manufatura enxuta e gestão de estoques. A metodologia de pesquisa científica utilizada é a exploratória, através de um estudo de caso para duas das linhas de montagem finais da empresa. A análise do sistema de realizou através da demonstração da situação do sistema antes e após as ações tomadas. Os resultados obtidos foram analisados levando-se em considerações questões sobre o fluxo do processo de movimentação dos materiais, análises quantitativas e qualitativas na linha de montagem e nos setores envolvidos. As conclusões enfatizam os resultados obtidos bem como experiências observadas durante e após a implantação do sistema enxuto, além da sua eficiência em relação a antiga forma de armazenar e abastecer os materiais.

**Palavras Chave:** Logística - Produção Enxuta - Fluxo de Materiais - -

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Martins (2005), cada vez mais as empresas industriais estão preocupadas em manufaturar produtos, ou seja, focar em seu negócio principal. Desta maneira, as atividades logísticas internas estão afetando de maneira significativa na competitividade das empresas, pois a adição de tempo e a imprecisão nas movimentações necessárias, tanto para componentes quanto para o produto-fim, alteram substancialmente o tempo de saída e as condições em que o produto é entregue para o cliente final.

Logo, o trabalho tem como enfoque principal a implantação da manufatura enxuta para a movimentação interna de materiais, de forma a eliminar quaisquer desperdícios e elevando a capacidade logística fabril.

A partir disso, o objetivo do trabalho é a apresentação do estudo de caso da implantação do sistema enxuto de armazenamento e movimentação dos componentes comprados para as linhas de montagem final em uma empresa montadora de veículos coletivos, integrando os processos desde o recebimento até o abastecimento dos produtos, referenciado por conceitos teóricos sobre logística interna, cadeia logística integrada, sistema de manufatura enxuta e gestão de estoques.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com Musseti (2000), a logística constitui-se de uma poderosa ferramenta para gerar vantagem competitiva sustentável no atual mercado de trabalho logo, torna-se de fundamental importância para as empresas cada vez mais relacionar boa parte dos custos industriais as questões de armazenamento e transporte dos materiais durante todo o processo de manufatura.

Ainda, segundo a *Council of Logistics Management*, a logística é um processo que planeja, controla a eficiência e implementa o fluxo de matéria-prima, material em processo ou produto pronto, além do fluxo de informações. Seguindo isso, a entrega de materiais no prazo, quantidade e locais corretos tornam-se elementos fundamentais para a redução de tempos de produção dos produtos finais.

Dessa forma, Carvalho (2002) define que a movimentação de materiais origina custos importantes para uma empresa, devido a necessidade de arrumação e manuseio dos diversos itens no espaço, gerando vantagens competitivas e desenvolvimento sustentável dentro do *market share* de cada empresa.

Conforme Martins (2005), ao passar dos anos, a logística de maneira geral passou por quatro grandes fases de evolução da cadeia de fornecimento de materiais, onde atualmente nos enquadrados na visão da cadeia Logística Integrada, que passa a enxergar o processo logístico como um processo de geração de produtos e serviços onde, de um lado temos o fornecedor ou entregador de um produto e, de outro lado, um cliente interno a espera desse produto nas características esperadas para a sua utilização.



**Figura 1:** Logística Empresarial nos dias de hoje. MARTINS(2005).

Com base em Chiavenato (1991), a gestão de estoques refere-se a decisões sobre quando e quanto ressuprir um item ou uma série de itens a medida que ele vai sendo consumido pela demanda. Logo, o desafio é descobrir os momentos corretos de ressuprir a necessidade da demanda, através da relação direta da gestão de estoque com os fatores de relevância para o funcionamento do recebimento, armazenagem, seleção e logística dos materiais.

Para Womack (2004) e com base nos fundamentos do Sistema Toyota de Produção (STP), a implementação da movimentação enxuta em um sistema de produção está diretamente relacionada a eliminação das sete perdas possíveis em um fluxo produtivo (superprodução, espera, transporte, movimentação, estoque, movimentação e defeitos), de forma que estes influem diretamente no mau atendimento as áreas produtivas.

Segundo Ohno (1997), a produção enxuta é uma filosofia de produção em que se procura produzir mais com menos recursos, de forma ininterrupta e provendo os clientes com exatamente o que eles precisam.

O sistema de implantação dessa filosofia de trabalho exige disciplina, padronização e rigor na sua implementação, através do trabalho padrão para os movimentadores de materiais e a criação de ferramentas operacionais como o Plano para Cada Peça (PPCP) e gerenciais como auditorias periódicas para manutenção e melhoria do sistema (WOMACK, 2004).

Criar e manter uma metodologia sistemática que visa o abastecimento enxuto de materiais é um trabalho cuidadoso que exige, em todos os seus níveis hierárquicos, dedicação e fidelidade dos dados manipulados, conforme a apresentação do estudo de caso a seguir.

### **3. METODOLOGIA DE PESQUISA CIENTÍFICA**

Para o trabalho em questão, adotou-se a forma de pesquisa através de um estudo de caso, pois, segundo Gonçalves (2004) este método tem como objeto de estudo uma entidade bem definida, visando conhecer em profundidade os “porquês” e “comos” que caracterizam o estudo, baseando-se fortemente em estudos de campo onde o investigador é o principal instrumento de recolha de dados.

A obtenção desses dados foi feita através de estudos do banco de informações dos materiais da empresa, conversas com os operadores e encarregados, a fim de poder se comparar os resultados de dois sistemas com características distintas, um anterior, com vários problemas e desorientações e outro proposto, com fluidez de materiais e segurança nas informações obtidas.

### **4. ESTUDO DE CASO**

O estudo foi realizado em uma das maiores montadoras de veículos automotivos coletivos do Brasil, que possui como foco o desenvolvimento de ônibus para uso urbano e rodoviário, objetivando a implementação do sistema enxuto de movimentação dos materiais comprados, para um setor específico no final do processo de montagem.

De forma a obter uma maior interação sobre os processos de logística interna da empresa, temos os seguintes setores responsáveis e um resumo das suas principais funções dentro do sistema em questão:

**Tabela 1:** Setores envolvidos e suas principais funções.

Denominação do Setor	Funções Principais
Almoxarifado	Local reservado para recebimento e estocagem dos componentes comprados
Abastecimento Interno	Retirar os materiais do Almoxarifado e armazenar no Estoque da Produção
Estoque da Produção	Estoque de produtos comprados a espera de montagem na linha
PCP	Responsável por controlar os estoques e planejar os futuros pedidos de compra
Linha de Montagem	Local para montagem dos veículos. Possui duas linhas de montagem com sete postos de trabalho em cada uma

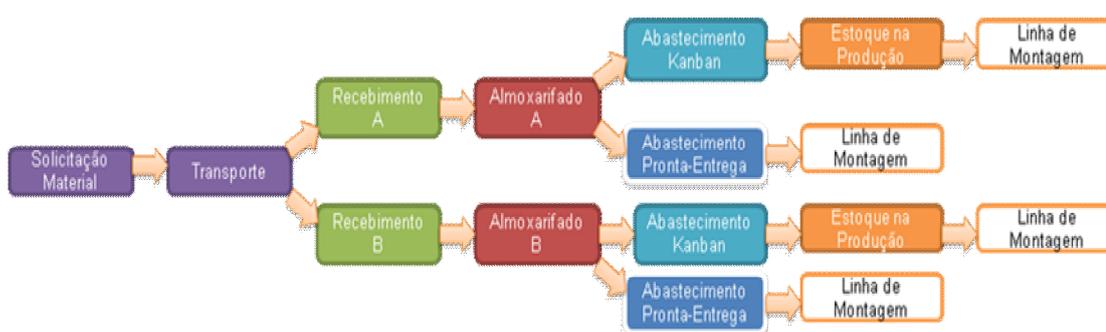
Além disso, existem os setores de Logística Externa e Compras não foram envolvidos no trabalho em questão por não se envolverem de forma direta na logística interna dos materiais comprados.

#### 4.1. SISTEMA ANTERIOR

Nesse contexto, encontrou-se uma estrutura de trabalho que funcionava de forma confusa e com pouca organização, onde a relação entre os setores e a responsabilidade por possíveis problemas decorrentes no processo não eram bem esclarecidas, comprometendo a apuração e a correção da causa-raiz dos problemas existentes na prestação do serviço de armazenagem e movimentação dos materiais comprados.

O resultado disso era a formação de grupos de trabalhos independentes uns dos outros, onde o mais importante era a sua execução da tarefa, independente da forma e das condições que ela era entregue para o próximo setor do fluxo, gerando desorganização e diversos problemas de controle de estoque, faltas de peças na linha de produção e no controle do desempenho da força de trabalho.

Encontramos a seguir a forma genérica com que os materiais comprados eram movimentados e passavam por cada setor:

**Figura 2:** Fluxo genérico dos materiais comprados.

Através da elaboração do fluxo foram realizados os questionamentos sobre alguns pontos tais como: a necessidade de mais de um almoxarifado, a forma de abastecimento adotada, o estoque alocado na linha de montagem, além de fatores apurados em *in loco* como atrasos de peças na linha de montagem e a forma com que os produtos eram transportados, formatando-se a partir daí uma matriz de situação, motivo e consequência dos problemas detectados:

**Tabela 2:** Situações encontradas com seus respectivos motivos e consequências.

<i>Situação</i>	<i>Motivo</i>	<i>Consequência</i>
Almoxarifado dividido em duas partes	Materiais oriundos de fornecedores de diferentes cidades	Equipe de trabalho separada em duas partes, não havendo um controle efetivo das atividades praticadas e do estoque
Forma de abastecimento dos materiais	Não possuir uma definição de como cada material seria transportado	Abastecimento acontecia de forma aleatória, atendendo prioritariamente as urgências e faltas de peças da linha de produção
Estoques da linha de produção	Falta de uma estruturação de produto e cultura organizacional	Falta do controle de estoque de cada item e desorganização do processo de montagem na linha
Atrasos para detectar possíveis faltas de peças	Desorganização do fluxo entre os processos	Falta de peças no momento da montagem, ocasionando atrasos na produção
Transporte irregular das peças compradas	Equipamentos de transporte utilizados	Danificação de alguns tipos de peças

Dessa forma, tornou-se mais fácil a tarefa de encontrar ações corretivas a fim de se obter um sistema enxuto para a movimentação dos materiais comprados.

#### 4.2. AÇÕES CORRETIVAS

Com os principais problemas elencados, fez-se necessária a utilização de uma metodologia de trabalho a fim de se nortear a organização do trabalho e otimizar o tempo de execução das mudanças necessárias.

Para tanto, partiu-se do pressuposto que toda a atividade na logística interna deve ser complementar umas as outras, de forma que um processo depende do outro estar funcionando corretamente. As seguintes ações corretivas tomadas estão baseadas em Womack (2004), através do manual “Fazendo Fluir os Materiais”, que envolve quatro etapas sequenciais de execução: (A) Plano para Cada Peça; (B) Supermercado de Peças Compradas; (C) Rotas de Entregas e Sinais de puxada; (D) Sustentando e Melhorando.

##### 4.2.1 PLANO PARA CADA PEÇA (PPCP)

Realizado através da integração dos dados formatados nos Almoxarifados da empresa, no PCP e na Linha de Montagem, onde se encontrou informações relevantes para o controle e identificação de cada peça. Nesta etapa foi necessário o conhecimento sobre o comportamento de uso para cada material, determinando-se quais os dados deveriam fazer parte do banco de dados.

Estes dados foram reunidos em uma planilha eletrônica, contemplando as seguintes informações com os respectivos setores responsáveis:

**Tabela 3:** Informações contidas no PPCP.

<i>Setor Responsável</i>	<i>Informações</i>
Almoxarifados	Código da peça, Descrição, Unidade, Família, Embalagem Utilizada, Dimensões das Peças, Local de Armazenamento,
Linha de Montagem	Local de Uso, Uso por Montagem
PCP	Uso Diário, Fornecedor, Pedidos por Mês, Tamanho do Lote Padrão, Tempo de Entrega

Essa etapa do trabalho se mostrou bastante desgastante pois, no momento do estudo, existiam mais de três mil itens comprados para o setor da montagem em questão, sendo necessário também um tempo de trabalho elevado, além disso, houve a preocupação da colocação de uma pessoa como responsável pela atualização dos dados obtidos, a fim de se manter a fidelidade dos mesmos.

#### 4.2.2 SUPERMERCADO DE PEÇAS COMPRADAS

Com o estudo realizado no PPCP e com os outros levantamentos já realizados, constatou-se que a empresa não necessitava mais de dois almoxarifados para as peças compradas, sendo um deles eliminado. A realocação dos produtos ocorreu em um almoxarifado único e centralizado, disponível através de uma expansão de área de um dos locais de estoque já existentes.

Com base nos postos de trabalho em que cada peça é montada na linha de montagem, definiu-se que cada peça possua um local de estoque no almoxarifado em conjunto com o grupo de peças que pertence a esse local de montagem, conforme o exemplo abaixo:

**Tabela 4:** Exemplos de endereços de estoque novos e antigos.

<i>Peça</i>	<i>Local de Uso</i>	<i>Endereço estoque antigo</i>	<i>Novo Local de Estoque</i>
A	Linha 1 Posto 2	1 D 3 2	2 D 1 1
B	Linha 1 Posto 2	2 D 4 1	2 D 1 2
C	Linha 2 Posto 3	35 E 5 2	10 D 3 3
D	Linha 2 Posto 3	32 D 1 1	10 D 3 4
E	Linha 1 Posto 4	24 E 2 2	4 E 4 1
F	Linha 1 Posto 4	33 D 3 3	4 E 2 3

O código de localização do estoque segue a seguinte nomenclatura, tomando como base a Peça A: 1-Número da Prateleira; D-Lado da Prateleira (no caso direito); 3-Número da localização vertical; 2- Número da localização horizontal.

Observando a terceira coluna, repara-se que não havia qualquer semelhança entre os antigos locais de estoque das peças, pois a antiga organização interna dos almoxarifados possuía como base o agrupamento das peças por assemelharão dos fornecedores porém, o método se mostrou inapropriado no decorrer dos anos, tanto para organização do estoque quanto para separação e abastecimento para a linha de montagem.

Importante salientar que se uma peça possuísse mais de um local de entrega na linha, esta foi agrupada com as peças do posto de trabalho em que esta é mais utilizada, não havendo separação do local de estoque para um item.

Com a realocação das peças definidas, foi necessário determinar os níveis de estoques máximos a serem mantidos para cada item, obtendo o total de área necessária para a armazenagem das peças para cada posto de trabalho no almoxarifado.

Esse estudo foi realizado levando-se em consideração a média de uso de cada peça por tipo de veículo montado, tamanho do lote de entrega pelo fornecedor e o nível de segurança adotado para absorver possíveis erros ou atrasos de entrega.

Cada peça foi alocada fisicamente conforme as suas características analisadas no PPCP, utilizando-se como opções de estocagem: Caixas padrões número 5, 7 e 50, Pallets, Caixas e Dispositivos Personalizados. O sistema de armazenagem utilizado é o de porta pallets, com tamanhos variados, utilizando a sistemática FIFO (*First in First out*) para armazenamento e retirada dos materiais.

Ficou claramente visível para as pessoas envolvidas no estudo que a maior dificuldade nesta etapa foi a redução do nível dos estoques para alguns itens, devido as desconfianças, principalmente dos operadores mais experientes, das possíveis faltas de peças a serem movimentadas para a linha de montagem, além da não possibilidade, devido a questões de pós-venda, da eliminação de alguns itens em desuso.

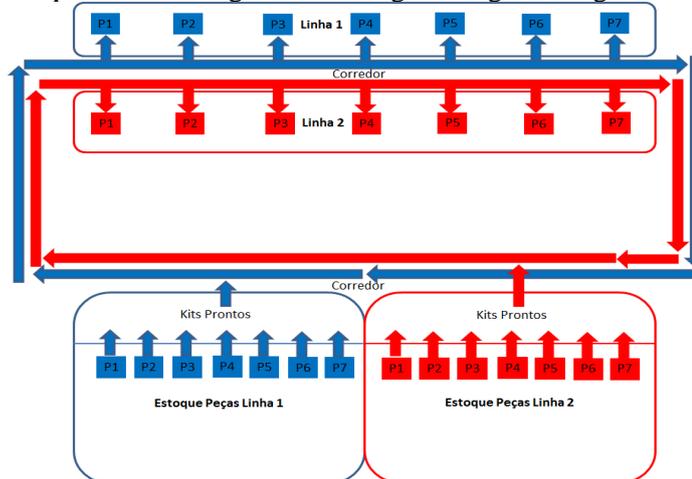
#### 4.2.3 ROTAS DE ENTREGA

Primeiramente, foi determinado que a forma de movimentação dos materiais deveria ser alterado portanto, não se utilizando mais o carregamento das peças a granel de forma individualizada conforme a necessidade de abastecimento do estoque na linha de montagem ou a falta de alguma peça específica no momento da montagem, e sim que as peças devem ser entregues em forma de “Kits”, onde as várias peças necessárias em um posto de trabalho devem ser entregues ao mesmo tempo.

A formação dos Kits de peças acontece no Almojarifado, em um espaço específico ao lado das prateleiras que representam cada um dos postos de trabalho da linha de montagem, conforme a periodicidade de carregamento definido para cada uma das duas linhas.

Além disso, as linha de montagem possuem uma rota de entrega cada, onde todas as peças necessárias para os carro programados devem ser entregues a todos os postos por um trator de pequeno porte, acoplado a containers, realizando o abastecimento posto por posto, de forma sequencial na montagem. Cada contêiner é responsável por carregar as peças para cada um dos postos de trabalho na linha de montagem.

Portanto, o esquema de entrega dos kits segue a seguinte lógica:



**Figura 3:** Disposição das rotas de entrega determinadas.

A movimentação das peças para a montagem ficou sincronizado de acordo com o período de avanço dos carros da linha de montagem e, a fim de evitar possíveis faltas de peças, cada posto de trabalho na linha de montagem possui três locais para colocação dos Kits, abastecidos e utilizados conforme o quadro genérico abaixo:

**Tabela 5:** Exemplo da relação de abastecimento dos kits.

<i>Kit</i>	<i>Quando foi abastecido?</i>	<i>Quando será utilizado?</i>
1	T	T+2
2	T+1	T+3
3	T+2	T+4
4	T+3	T+5
5	T+4	T+6

Como exemplo, temos que enquanto está sendo utilizado o KIT 1, o setor de Logística Interna está abastecendo o KIT 3, que só será utilizado em T+2, garantido uma previsão de possíveis faltas de peças além de uma boa margem para quaisquer eventualidades que possam a vir acontecer.

#### 4.2.4 SUSTENTANDO E MELHORANDO

Dentro dessa fase, destaca-se o trabalho de revisão das principais estruturas de produto para as duas linhas de montagem em questão, levando-se em consideração o estudo de quando, como, onde e de que forma cada um dos materiais comprados devem ser montados. Com isso, pode-se obter o tempo padrão de montagem para cada um dos postos de trabalho, bem como da padronização da forma de montagem de cada peça na linha.

Além disso, ocorre periodicamente o estudo e revisão da obsolescência dos itens comprados, obtendo-se dados tais como quantidade, valor em estoque e área utilizada no almoxarifado, de forma a eliminar e reutilizar o espaço disponível para armazenamento de outros materiais.

## 5. RESULTADOS OBTIDOS

Como resultado das ações realizadas, houve primeiramente o redesenho da estrutura de trabalho, tanto em cada setor como na interação entre eles, conforme descrito abaixo:

**Figura 4:** Fluxo dos materiais comprados obtido após as alterações.

Pode-se notar que a nova estrutura visa o trabalho sequencial onde um setor depende do todo para realizar as suas atividades com eficácia, além da definição do papel dos responsáveis em cada uma das etapas do abastecimento diário.

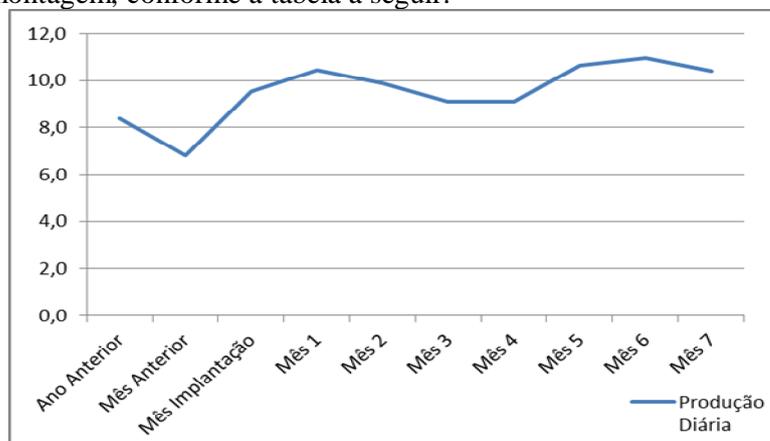
Além disso, houveram mudanças internas em cada um dos setores envolvidos, de acordo com resumo na tabela a seguir:

**Tabela 6:** Resumo das principais mudanças internas em cada setor.

<i>Denominação do Setor</i>	<i>Principais Mudanças Internas</i>
Almoxarifado	Estocagem dos materiais por postos de trabalho, além do <i>picking</i> das peças ocorrer de agrupada conforme o Kit a ser utilizado na linha de montagem
Abastecimento Interno	As peças de cada linha da produção são movimentadas por Kits de peças para cada posto de trabalho
Estoque da Produção	Deixou de existir, só havendo espaço para a colocação de três Kits por posto de trabalho, conforme a programação dos veículos a serem montados
PCP	Controle dos materiais em estoque em apenas um local

Linhas de Montagem	Trabalhando em postos de trabalho com trabalho padronizado e tempo constante de avanço da linha
--------------------	---

Relacionado ao contexto em que se encontram os setores envolvidos, temos alguns resultados quantitativos a serem levados em consideração como o total de carros finalizados nas linhas de montagem, conforme a tabela a seguir:



**Figura 5:** Total de veículos prontos nos meses antes, durante e após a implantação.

Nota-se que já no mês de implantação da movimentação enxuta obteve-se um aumento significativo do total de carros prontos, o que se seguiu durante os meses seguintes.

Cabe ressaltar que esse resultado não foi obtido apenas com essa atividade em específico, e sim é o resultado de uma série de atividades em conjunto de vários setores dentro do departamento industrial, a fim de se aumentar a eficácia da produção e o aumento do número de vendas de ônibus no período.

Outro ponto observado é o aumento do número médio de carros produzidos, durante o período, com uma diminuição significativa do número de horas extras necessárias e o número de trabalhadores para a montagem, além da eliminação do turno de trabalho noturno para a linha 2.

Quanto à falta de peças sob responsabilidade dos setores envolvidos, houve nos primeiros meses após a implantação um acréscimo no número de faltas de peças compradas, isso devido a falta de cultura quanto ao sistema enxuto para abastecimento de materiais, bem como de problemas detectados na estrutura do produto (dificultado pela alta customização do produto final em consideração), além de problemas relacionados com a falta de peças em estoque na produção.

Com a realocação das peças na linha de montagem, houve um ganho de espaço de aproximadamente 20% de área horizontal, possibilitando o rearranjo das linhas a fim de acomodar melhor os postos de trabalho, tanto para a execução das tarefas quanto para aumento da segurança do trabalho e alocação dos Kits para as peças compradas.

## 6. CONCLUSÃO

Visando a lucratividade e a redução dos custos industriais empresariais, tem-se que o Sistema Toyota de Produção, em específico o sistema enxuto de abastecimento de materiais, é cada vez mais importante na atualidade, principalmente pela excelente relação custo-benefício relacionadas as mudanças necessárias.

Porém, foi constatado que para a implantação da filosofia enxuta dentro da área industrial era necessário um maior amadurecimento sobre a cultura e os conceitos do sistema por parte das mão-de-obra diretamente envolvida nas tarefas de montagem e abastecimento das peças compradas, bem como de um planejamento de movimentação e armazenamento

enxuto que contemplasse não só os materiais comprados, e sim também com as peças fabricadas, a fim de se obter um sistema padrão dentro dos mesmos setores de montagem.

Além disso, tem-se que levar em consideração num primeiro momento, a falta de organização quanto ao armazenamento individual de algumas peças, devido principalmente, a nova localização destas no almoxarifado bem como da restrição física destes quando ocorria um aumento inesperado nos pedidos de compra dessas peças.

Por fim, mesmo com alguns poréns, para o processo produtivo em questão, a filosofia *lean manufacturing* de produção enxuta tornou-se uma ferramenta imprescindível para ganhos na organização e tempo na produção de ônibus, atendendo as necessidades recorrentes.

## **7. REFERÊNCIAS**

**CARVALHO, J. M. C.** Logística. Lisboa, Editora Silabo, 2002.

**CHIAVENATO, I.** Iniciação à Administração da Produção. São Paulo, Editora Makron, McGraw-Hill, 1991.

**GONÇALVES, H. A.** Manual de Artigos Científicos. São Paulo, Editora Avercamp, 2004.

**MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P.** Administração da Produção. São Paulo, Editora Saraiva, 2005.

**MUSSETI, M. A.** A Identificação da Entidade Gestora Logística: Uma contribuição para o seu processo de formação e educação. 2000. São Carlos, Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

**OHNO, T. O.** Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala. Porto Alegre, Editora Bookman, 1997.

**WOMACK, J. P. & JONES, D. T.** A Mentalidade Enxuta nas Empresas: Elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro, Editora Campus, 2004.