

## AVANÇANDO NA IMPLANTAÇÃO DA LOGÍSTICA INTERNA LEAN: DIFICULDADES E RESULTADOS ALCANÇADOS NO CASO DE UMA EMPRESA MONTADORA DE VEÍCULOS

### ADVANCING ON THE IMPLEMENTATION OF LEAN INTERNAL LOGISTICS: DIFFICULTIES AND RESULTS ON THE CASE OF AN AUTOMOTIVE MANUFACTURING COMPANY

Giuliano Marodin\* [gmarodin@producao.ufrgs.br](mailto:gmarodin@producao.ufrgs.br)  
Cristian Pillar de Eckert\* [cristian.eckert@gmail.com](mailto:cristian.eckert@gmail.com)  
Tarcísio Abreu Saurin\* [saurin@producao.ufrgs.br](mailto:saurin@producao.ufrgs.br)

\*Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, RS

**Resumo:** O objetivo da Produção Enxuta (PE) é produzir mais com menos recursos, dentre eles, menos pessoas, espaço, tempo e estoques. Desta forma, a redução de recursos disponíveis no sistema produtivo aumenta as exigências de qualidade e flexibilidade na logística interna de materiais. A literatura apresenta uma escassez de trabalhos sobre o tema e estes se baseiam apenas nos primeiros passos da implantação da logística de abastecimento enxuta. Assim, este artigo tem como objetivo analisar a logística interna de abastecimento em uma planta industrial que já utiliza práticas de PE, propor e acompanhar a implantação de melhorias no processo. O método utilizado foi uma pesquisa-ação que adaptou o guia de Harris *et al.* (2004) para que fosse realizado em uma empresa já madura no uso do sistema de PE. Como resultado, o método permitiu um entendimento do processo de forma sistêmica, a identificação e solução de problemas antes da implantação das novas rotas de abastecimento. Ainda, em termos práticos para a empresa, o trabalho trouxe uma série de melhorias nos processos, a redução nos custos diretos da logística de abastecimento e melhoria no balanceamento da carga de trabalho das rotas.

**Palavras-chave:** Logística interna. Produção enxuta. Abastecimento de materiais. Movimentação de materiais.

**Abstract:** The main purpose of lean production (LP) is to produce more with fewer resources, for example less people, space, time and stock. The lesser quantity of resources on the production system increases the demand for greater quality and flexibility to the internal logistics. However, the amount of articles on the subject is sparse and mainly focused on the first steps of the implementation process. This article had the following objectives: to analyze the internal logistic of a plant that already uses LP practices, to propose and to implement improvements. The method used was an action research that adapts the Harris *et al.* (2004) guidelines to be used on a company that already use LP practices. As results, the study allowed the solution of several problems before the implementation of the new routes. As results for the company, there were several process improvements, as well as the reduction of direct logistics costs and improvement of the work balancing among routes.

**Keywords:** Internal logistics. lean production. Material handling.

## 1 INTRODUÇÃO

A constante exigência por redução de preços e melhoria na qualidade de produtos e serviços (NETO e BARROS, 2007) torna necessária uma contínua

melhoria de processos, sejam eles produtivos ou de apoio à produção (ZYLSTRA, 2008). A Produção Enxuta (PE) tem se destacado como um dos meios para se atingir tais padrões, inclusive em serviços, processos administrativos e áreas de apoio à manufatura (ZYLSTRA, 2008).

Diferentes estudos têm demonstrado que as práticas de PE estão sendo utilizadas por um grande número de empresa nos EUA (PAY, 2008), no Brasil (SAURIN *et al.*, 2010) e no mundo (LEI, 2007; MOREIRA; ALVEZ, 2008). O objetivo da PE foi definido por Womack *et al.* (2004) por produzir mais com menos recursos, dentre eles, menos pessoas, espaço, tempo e estoques. O fluxo unitário através de células de manufatura é freqüentemente utilizado para a implantação de sistemas de PE (SAURIN *et al.*, 2010). A redução de estoques e o uso do fluxo unitário de peças aumenta a exigência de confiabilidade e velocidade também na logística de materiais, por exemplo. No caso do setor automotivo, a montagem de um veículo envolve mais de 10 mil peças, onde é necessária uma ampla operação de movimentação de materiais externa e interna à fábrica (WOMACK *et al.*, 2004).

Um dos problemas evidenciados na implantação da PE é a dificuldade das empresas na formação do processo logístico que sustente o uso das práticas de PE na manufatura (HARRIS *et al.*, 2004). Assim, o estudo do fluxo de materiais neste ambiente se torna essencial (ALVAREZ e ANTUNES JR., 2009). O aumento da diversidade de produtos e a introdução rápida de novos modelos tornam a logística na cadeia de suprimentos uma atividade mais complexa e é justamente nestes ambientes que a PE tem demonstrado maior aplicabilidade e importância (FUNK, 1995). Além disso, segundo Fleury (2008), as operações logísticas têm demonstrado um potencial estratégico do ponto de vista competitivo, atingindo novos patamares de complexidade e exigência.

Os trabalhos encontrados sobre a logística interna em fábricas são escassos em comparação àqueles realizados sobre a logística externa (ex. FUNK, 1995; WU, 2003; CHUAH, YINGLING, 2005; REICHHART, HOLWEG; 2007). Dentre os estudos sobre o tema de logística interna, existe uma predominância por projetos de implantação em seus meses iniciais. Domingo *et al.* (2007), por exemplo, descrevem um estudo de caso de uma empresa da cadeia automotiva espanhola que implantou um sistema de movimentação de materiais com base nos princípios da PE. O caso demonstra uma série de resultado alcançado no projeto. Harris *et al.* (2004)

apresentam um guia para criar o fluxo de materiais dentro das fábricas, entretanto, sem a aplicação prática deste e com uma abordagem ampla. Zylstra (2008) discute conceitualmente a cadeia de suprimentos e a logística na PE, interna e externa, em funcionamento, mas sem aprofundar em casos realizados e dificuldades encontradas.

Em trabalhos realizados no Brasil, Villanova *et al.* (2008) avaliam o resultado da aplicação do guia de Harris *et al.* (2004), com enfoque nos resultados alcançados nos indicadores de acuracidade de estoque e parada de linha. Outros autores propõem uma série de melhorias no processo de abastecimento baseados em práticas de PE (PEREIRA FILHO, 2002; MIRANDA; LEITE, 2010), na indústria aeroespacial e em uma montadora de veículos pesados, respectivamente. Entretanto, não há a implantação destas melhorias ou discussão de resultados em ambos os casos.

Assim, se identifica uma carência de estudos sobre melhorias na logística interna de materiais em empresas que já possuem práticas de PE incorporadas, de forma a torná-la mais enxuta possível. Enquanto as empresas avançam no uso das práticas de PE, se torna mais importante conhecer como as práticas enxutas estão sendo utilizadas e como gerenciar essa atividade com ciclos de melhorias, não apenas os projetos de implantação. Saurin *et al.* (2011) apresenta uma pesquisa onde cerca de 50% das empresas pesquisadas realizam projetos de implantação das práticas de PE há oito anos ou mais. Tal fato indica que as empresas brasileiras já estão aptas para a realização de estudos sobre a manutenção e sustentação das práticas de PE.

Desta forma, o objetivo do trabalho foi analisar a logística interna de abastecimento em uma planta industrial que já utiliza práticas de PE, propor e acompanhar a implantação de melhorias no processo. Outro contexto pouco explorado em trabalhos sobre PE é a implantação das melhorias, onde, muitos autores se resumem a simples proposição de estados futuros (ex. LIAN; LANDEGHEM, 2007; ABDULMALEKA; RAJGOPALB, 2007). Esta abordagem tende a simplificar as dificuldades da implantação de prática de PE, pois o estado futuro é construído a partir de suposições.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 A logística interna na Produção Enxuta**

A logística na PE é definida como “um sistema puxado com reposição frequente em pequenos lotes, estabelecido entre cada uma das empresas e plantas ao longo do fluxo de valor” (LEI, 2003). Segundo Baudin (2004), a logística enxuta é a dimensão da manufatura enxuta responsável pela eficiente entrega dos materiais, feita repetidas vezes e em pequenas quantidades, ou seja, o oposto da visão tradicional de grandes entregas em baixa frequência. A logística é um dos principais aspectos para o funcionamento do sistema enxuto (SHINGO, 1996; WOMACK, 2004).

O cerne da distribuição enxuta se concentra em garantir um alto nível do serviço a um menor custo (ZYLSTRA, 2008). A visão enxuta da logística é um sistema em fluxo unitário e produção contínua, onde o envio e reposição ocorrem de forma unitária, puxando a produção e reabastecendo um único por vez (SMALLEY, 2008). Segundo o autor, o combate às fontes de instabilidade se torna essencial neste ambiente.

Carrera (2008) afirma que alguns dos principais ganhos que as empresas buscam com a visão enxuta de sua logística são: a) entregas mais rápidas e flexíveis do estoque ao ponto de uso; b) a redução do custo logístico operacional; c) o aumento da produtividade da mão-de-obra; d) a redução de estoques e conseqüente aumento do giro de estoque; e e) a liberação de área fabril interna.

### **2.2 A movimentação interna de materiais na PE**

De acordo com Domingo *et al.* (2007), o fluxo de materiais enxuto requer customização, uma vez que depende de condições particulares de cada situação produtiva. A construção de um fluxo de materiais enxuto passa pelo entendimento do fluxo da produção, pois ambos estão fortemente conectados (HARRIS *et al.*, 2004).

Em relação ao fluxo de produção, Rother e Harris (2002) definem que a criação do fluxo contínuo deve iniciar pela definição das famílias de produtos e do

ritmo de demanda do cliente, chamado de tempo *takt*. O segundo passo é entender os processos necessários e, como terceiro passo, analisar e ajustar máquinas, material e arranjo físico. Feito isso, o método parte para o dimensionamento e distribuição do trabalho e, por último, definir como será o sistema de informação para garantir a produção puxada.

O terceiro passo proposto por Rother e Harris (2002) se dedica à implantação da logística interna. Para isso, Harris *et al.* (2004) propõem um guia para desenvolver a logística interna de materiais segundo os princípios da PE. Villanova *et al.* (2005), por exemplo, utilizam esse método para a implantação de um sistema de logística interna em uma fábrica de produtos da linha branca.

Segundo Harris *et al.* (2004), as etapas contidas no guia de implantação da logística interna são: a) construir um plano de informações e orientações para cada peça, o PPCP; b) criar um mercado de peças compradas; c) planejar o fluxo de materiais; e d) manter o planejamento, incorporando-o à rotina. Na seqüência, são abordadas as quatro etapas citadas.

### **2.2.1 Etapa 1 - Plano para cada peça (PPCP)**

Segundo Harris *et al.* (2004), deve ser criado um banco de dados que contenha todas as informações necessárias para que cada peça seja gerenciada da doca ao seu ponto de uso. Para isso, os autores sugerem a elaboração do plano para cada peça (PPCP), documento que deve conter todos os dados pertinentes acerca do material. O PPCP pode conter, por exemplo: a) informações sobre a peça, como o código, descrição, consumo diário, local de uso e armazenamento; b) informações sobre o fornecedor, como frequência de pedido, fornecedor e localização; e c) informações sobre a embalagem, como peso, tipo, dimensões e utilização. Por conter uma grande quantidade de dados, é necessário manter o PPCP atualizado.

### **2.2.2 Etapa 2 - Mercado de peças compradas**

O mercado de peças compradas é um estoque de produtos, com pontos de reposição e nível máximo controlados visualmente, que funciona de acordo com a

necessidade de materiais para a produção (HARRIS *et al.*, 2004). Para sua criação, os autores sugerem que seja definido: a) um local que minimize a movimentação dos operadores e o transporte de produtos; b) quais os itens e os níveis de estoque para cada item; c) os procedimentos de retirada e abastecimento; e d) os procedimentos de “emergência”, caso algum item alcance o nível mínimo ou máximo. Vale salientar que a definição do espaço ocupado pelo mercado de peças não deve ocorrer em função do espaço disponível, ou seja, o espaço é que deve se adaptar ao tamanho do estoque do mercado (HARRIS *et al.*, 2004).

### **2.2.3 Etapa 3 - Projeto das rotas de entrega**

Para Smalley (2004), as rotas de movimentação podem ser de dois tipos. O primeiro deles apresenta um intervalo fixo de tempo e quantidade de materiais variável. Nesse caso, a cada intervalo fixo de tempo é feita uma rota definida para abastecimento e coleta de cartões *kanban*. Harris *et al.* (2004) sugerem que esse tempo seja de 1 hora. O segundo tipo é o de entregas com quantidade fixa e tempo variável, onde o abastecedor recebe o sinal de necessidade e reabastece o ponto de uso com uma quantidade padrão.

De acordo com Harris *et al.* (2004), os passos para a realização dessa Etapa são: a) definir os meios de movimentação; b) criar as rotas de entrega; c) fazer a distribuição das peças; d) identificar as ruas, sentidos, o trajeto e os pontos de parada e entrega de material.

A definição de quais itens serão incorporados em uma rota parte do tempo necessário para entregar um item na produção. Ou seja, o tempo necessário para o transportador abastecer um item no mercado, entregar na linha e retornar para o mercado (HARRIS *et al.*, 2004; DOMINGO *et al.*, 2007). Outros itens são então alocados com os respectivos tempos de reposição, priorizando aqueles a serem entregues no mesmo local na produção. Neto e Barros (2007) consideram, além do tempo padrão, margens de folga fisiológicas e operacionais, conforme apresentado na equação 1.

$$CT_i = (TP_{ix}FR_i) / [1 - (FA + FE + PP + PR)]$$

(Equação 1)

Onde:

CT: Carga de trabalho para o item “i” (minutos/hora).

TP: Tempo padrão de ciclo de abastecimento para o item “i” (minutos).

FR: Número de trocas necessárias para o item “i” (movimentações/hora).

FA: Percentual estatístico de faltas ocorridas no último trimestre.

FE: Percentual de férias proposto para o período.

PP: Percentual de perdas para atender necessidades pessoais.

PR: Percentual de tempo de recuperação por esforço físico.

A frequência de movimentações depende de uma série de fatores, como, ritmo de produção, *mix* de produtos, necessidade de peças por carro e quantidade de peças por embalagem, por exemplo. Harris *et al.* (2004) sugerem três formas para estabelecer o fluxo de informação, pelo sistema *andon*, por embalagens vazias ou por cartões *kanban*.

#### 2.2.4 Etapa 4 - Sustentação e melhoria

As três áreas que devem ser auditadas para a manutenção e aperfeiçoamento do sistema de logística *lean* são: a) o mercado de peças; b) as rotas de entrega; e, c) os sinais de puxada. A área mais importante para realizar a auditoria é a b), onde os autores sugerem algumas diretrizes para a avaliação do sistema, relativas à gestão visual e da informação.

#### 2.4 Medição de desempenho da logística interna

Para Domingo *et al.* (2007), o tempo de paradas de produção devido à falta de material é o principal indicador de avaliação de desempenho operacional para a movimentação de materiais. Outro é o tempo de “*dock-to-dock*”, tempo de realização da atividade de abastecimento da linha de produção. Este tempo está diretamente

relacionado ao número de abastecimentos realizados por cada recurso e os níveis de estoques.

Racowsky e Neto (2006) sugerem a redução de espaço com estoques na produção como o indicador principal na melhoria da logística interna. Neto e Barros (2007) sugerem o nível de ocupação das rotas como indicador, conforme a Equação 2. Racowsky e Neto (2006) também sugerem métricas qualitativas, por exemplo, a visibilidade da linha de montagem e a segurança no local de trabalho.

$$NO = \sum CT_i / RD$$

(Equação 2)

Onde:

NO: Nível de ocupação (%)

CT: Carga de trabalho para o item "i" (minutos/hora)

RD: Recursos disponíveis (minutos/hora)

### 3 MÉTODO DE PESQUISA

O método de trabalho se caracteriza por uma pesquisa-ação realizada através de um roteiro adaptado de Rother e Harris (2002) e Harris et al. (2004). A pesquisa-ação se trata de uma pesquisa social empírica concebida e realizada em associação com uma ação ou resolução de um problema coletivo (THIOLLENT, 1986). O autor acrescenta que geralmente existe o envolvimento cooperativo e colaborativo entre pesquisadores e os participantes, sendo que os últimos são os representantes da situação-problema.

O método utilizado nesta pesquisa se divide em cinco etapas: a) a escolha da empresa; b) a coleta de dados e análise da situação atual; c) o planejamento do fluxo de materiais; d) a execução do projeto e sustentação das melhorias; e e) avaliação dos resultados.

A empresa escolhida para realizar o estudo foi uma montadora de automóveis, seguindo três critérios: a) por serem o berço do desenvolvimento da PE (WOMACK *et al.*, 2004), as montadoras de automóveis têm se beneficiado com a implantação das práticas de PE há mais tempo (NETO; D'ANGELO, 2005); b) a planta estudada foi projetada com o objetivo de utilizar as práticas e princípios de PE

(CONVERSANI, 2008); e c) a facilidade de acesso dos pesquisadores a empresa, este critério é amplamente utilizado em casos onde se necessita o acesso à dados restritos (FARRIS *et al.*, 2009).

A coleta de dados foi realizada por meio de visitas a planta e acesso a relatórios de desempenho das rotas. Em um primeiro momento, foi realizada a descrição da empresa e do sistema de logística interna utilizado para compreendendo-se as características existentes, conforme sugerem Domingo *et al.* (2007) e Harris *et al.* (2004). Para isso, foram realizados em dois passos contidos em Rother e Harris (2002): i) entender como funciona o processo e identificar qual é trabalho, denominada descrição da situação atual; e ii) caracterizar as máquinas, os materiais e o arranjo físico de maneira que sejam compreendidos os fatores que afetam o desempenho de forma sistêmica. Para a segunda etapa, foram necessárias quatro visitas a empresa em um período de um mês.

A próxima etapa foi o planejamento do fluxo de materiais. Essa, então, contou com a coleta de dados específicos do processo de abastecimento, principalmente dos tempos e necessidade de realização de cada atividade. Os passos contidos nesta etapa foram baseadas no guia de Harris *et al.* (2004): i) o plano para cada peça (PPCP); ii) avaliar o mercado de peças compradas; iii) projetar novas rotas de entrega, de acordo com as necessidades de movimentação e recursos. Esta etapa foi realizada em um período de dois meses. A quarta etapa, a execução do projeto e sustentação das melhorias, foi realizada em um período de mais dois meses, onde se acompanhou o funcionamento das novas rotas proposta e se levantou uma série de melhorias e ajustes no processo. Um dos pesquisadores era funcionário da operadora logística responsável pelas movimentações de materiais na montadora automotiva, fato que facilitou na realização de todas as etapas.

### **3.1 A Montadora ABC**

A pesquisa foi realizada nas instalações de um condomínio industrial automotivo composto por uma montadora de veículos leves e seus fornecedores sistemistas de primeiro nível. Uma empresa especializada em prestação de serviços logísticos realizava a logística de abastecimento dentro e fora da montadora. A montadora utilizava práticas de PE e exigia que os fornecedores entregassem

materiais a cada três horas, neste caso, a confiabilidade e pontualidade se tornam obrigatórios (ZAWISLAK, 1999).

As operações de logística interna eram realizadas em todas áreas produtivas da montadora, sendo elas, Estamparia, Funilaria, Pintura e Montagem final. As áreas de Funilaria e Montagem eram as principais, já que representavam o maior volume de materiais movimentados.

A movimentação interna de materiais visava abastecer as áreas citadas com peças, que eram coletadas em um armazém de materiais, externo à montadora. Este armazém contém peças compradas e subconjuntos coletados nas outras áreas. A Estamparia necessitava tanto do abastecimento das prensas quanto a retirada e armazenagem das peças estampadas para um estoque intermediário. Posteriormente, estas peças serviam para abastecer a área de Montagem.

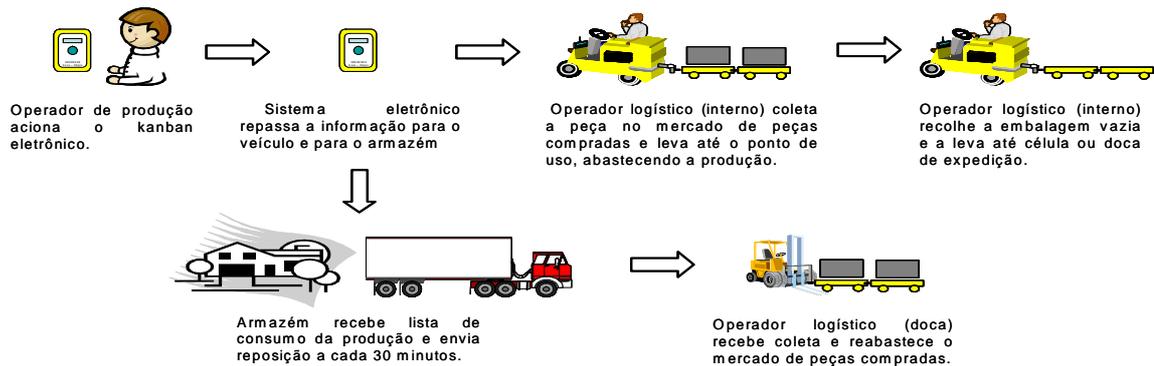
## **4 RESULTADOS**

### **4.1 Situação atual**

As informações para a logística interna sobre os itens a serem entregues eram enviadas por meio de dois tipos de cartões *kanban*. As rotas de tempo fixo e quantidade variável eram utilizadas para os itens de pequeno porte, como porcas, parafusos e arruelas, em caixas pequenas e de volume médio. Para os demais itens, a informação partia de forma eletrônica, utilizando rotas em quantidades fixa peças e com frequência variável. A frequência dependia do consumo realizado pelo posto, como mostra a figura 1.

A partir do acionamento do operador, a informação era recebida pelo movimentador de materiais através de um computador de bordo instalado no veículo de movimentação. Assim, ele coletava o material no mercado de peças compradas ou na célula de apoio e levava até o ponto de uso, onde ele trocava a embalagem vazia pela cheia. Então, a embalagem vazia era levada ao local de reabastecimento, seja no armazém ou em uma área que fornecia os subconjuntos. Nesse caso, o armazém enviava uma nova caixa de peças de material para reabastecer o mercado de peças compradas.

**Figura 1 – Fluxo do processo de abastecimento**



Havia algumas regras operacionais no processo de logística interna. Por exemplo, existia um número máximo de reboques por viagem, uma proibição de ultrapassagens nas rotas e um limite de velocidade, entretanto, estes não eram controlados com rigor. Também havia um acordo estabelecendo que a logística deveria atender no máximo três pedidos de abastecimento a cada vinte minutos e que seria multada caso fosse responsável por parar a produção.

O abastecimento era realizado na maior parte por rebocadores elétricos, porém, alguns itens eram abastecidos por empilhadeiras. Segundo Harris *et al.* (2004), o uso de empilhadeiras representa condição insegura, atrapalha o fluxo de materiais e gera maiores desperdícios em comparação aos rebocadores. Na montagem final, havia dois tipos de engates nos reboques que não eram compatíveis, fato que impossibilitava o rebocador de levar este dois tipos em uma mesma viagem.

## 4.2 Análise da situação atual

A primeira dificuldade observada foi no uso de equipamentos de movimentação de materiais. As empilhadeiras possuíam horários fixos para abastecimento, diferentes dos rebocadores que apresentavam horários de rotas variados. Quando necessário, a empilhadeira era utilizada para realizar a troca ou recarga da bateria nos rebocadores. A troca demorava em média 10 minutos e gerava a interrupção do abastecimento que estava sendo realizado tanto pela empilhadeira quanto pelo rebocador. Na Estamparia, por exemplo, se percebeu uma ociosidade em cerca de 30% do tempo disponível de uma das empilhadeiras.

As paradas na produção por quebra de equipamentos da montadora eram freqüentes. Para compensar o tempo desperdiçado e manter a meta produtiva diária, a montadora acelerava a velocidade de produção. Como resultados, a movimentação dos materiais tinha de se adaptar a momentos de ociosidade alternados com momentos de sobrecarga.

Os corredores do interior da planta eram, em sua maioria, estreitos, fato que tornava as ultrapassagens perigosas e dificultava a movimentação de empilhadeira. Vale salientar que as ultrapassagens eram proibidas como regra geral, mas praticadas com freqüência. Além disso, era comum um rebocador esperar pela troca de um material que estava sendo realizada por uma empilhadeira. Nos corredores, também não havia uma definição dos sentidos dos fluxos das ruas.

Existia um mercado de peças compradas dentro da planta com quantidade suficiente para uma a quatro horas de demanda de cada item. Além disso, havia duas embalagens de cada item no ponto de uso, porém alguns materiais fugiam dessa regra devido ao seu tamanho ou consumo. Identificou-se instabilidade no tempo de reabastecimento do estoque de peças compradas pelo armazém da operadora logística, processo que deveria ser realizado a cada trinta minutos.

Os estoques no ponto de uso sustentavam esta variação no tempo de resposta do operador logístico, causada por três motivos principais: a) esperar outros equipamentos realizarem o abastecimento; b) o condutor interromper o abastecimento por ter sido chamado para realizar outra atividade; c) a velocidade variável do trajeto, no caso de haver ou não tráfego. Tais motivos faziam com que o material fosse frequentemente abastecido antes ou depois do uso da última peça da embalagem anterior.

O transbordo do rebocador para o ponto de uso era necessário para peças de maior dimensão, geralmente transportado em paletes ou gancheiras. Não havia uma definição de quem seria o responsável por esta atividade, já que o operador da linha tinha a função de produzir e o operador logístico tinha a orientação de não tocar nas peças. O operador logístico poderia ser responsabilizado por danos aos materiais e prejudicar o abastecimento de outros itens caso realizasse o transbordo. Usualmente, o transbordo era realizado pelo operador, entretanto, a velocidade da linha muitas vezes não permitia a ele sair do posto no momento que o material chegava. Assim, o movimentador deixava o material e o operador aguardava uma

diminuição no ritmo ou parada na linha para realizar o transbordo. Em uma ocasião, se identificou a presença de três paletes de materiais ocupando parte dos corredores de passagem. Esta prática causava uma viagem extra da rota logística para recolher as embalagens vazias, além da desorganização da área de trabalho que poderia gerar condições inseguras.

Algumas embalagens eram de difícil manuseio por causa de seu peso, caracterizando uma dificuldade ergonômica que atinge o operador logístico. Os rebocadores movimentavam de forma horizontal, sendo necessário uma paleteira ou empilhadeira para movimentar verticalmente os materiais que seriam colocados nos rebocadores.

### 4.3 Planejamento do fluxo de materiais

#### 4.3.1 Plano para cada peça (PPCP)

O segundo passo para o desenvolvimento de um novo fluxo de materiais foi refazer o plano para cada peça (PPCP) já existente. Para isso, as informações sobre os materiais foram atualizadas e completadas. As informações adicionadas eram relativas a identificação dos pontos de abastecimento, tipo de embalagem, número de *kanbans* no circuito e percentual de ocupação das rotas. A atualização foi devido a correções no código dos materiais e as novas rotas que resultaram do trabalho. Os asteriscos sinalizam as novas colunas nas Tabelas 1 e 2. As informações que estão contidas no PPCP foram coletadas diretamente no chão-de-fábrica

**Tabela 1 - Plano Para Cada Peça (PPCP)**

N°	Rota	Part Number	Peça	USO		Peças / Carro	Ponto Coleta *	Ponto Abastecimento
1	ZF 01	94714400,00	Dash c/ ar	carro 1	C/ Ar	1	Cél 40 Sub Conj.	Linha Carro 1
2	ZF 02	94714399,00	Dash s/ ar	carro 1	S/ Ar	1	Cél 40 Sub Conj.	Linha Carro 1
3	ZF 03	93354573,00	Avião	carro 1 e 2		1	Cél 55 Sub Conj.	Cél 20 Linha
4	ZF 03	93290754,00	Reforço Fechadura - LD	carro 1 e 2	4 portas	1	Buffer 02	Cél 60 Linha
5	ZF 01	93261144,00	Cj Coluna A - LD	carro 1		1	Cél 15 Sub Conj.	Cél 90 Linha
6	ZF 02	93261143,00	Cj Coluna A - LE	carro 1		1	Cél 15 Sub Conj.	Cél 95 Linha
7	ZF 03	93364725,00	Reforço Coluna B - 3P - LE	carro 1	2 portas	1	Estq. Painéis	Cél 35 Linha
8	ZF 03	93364726,00	Reforço Coluna B - 3P - LD	carro 1	2 portas	1	Estq. Painéis	Cél 30 Linha
9	ZF 01	93369398,00	Extensão Lateral - LD	carro 2		1	Buffer 02	Cél 30 Linha
10	ZF 02	93369399,00	Extensão Lateral - LE	carro 2		1	Buffer 02	Cél 35 Linha

**Tabela 2 - Plano Para Cada Peça (PPCP)**

Nº	Rota	Part Number	MIX	Nº kanban no circuito *	Tipo de embalagem *	QTD padrão	Frequência troca (min)	Trocas / hora	Tempo (min) / troca	Tempo (min) trabalhado / hora	Carga de trabalho (%) *
1	ZF 01	94714400,00	36,35%	11,00	Metálica	5,00	8,25	7,27	7,00	50,89	85%
2	ZF 02	94714399,00	36,35%	11,00	Metálica	5,00	8,25	7,27	7,00	50,89	85%
3	ZF 03	93354573,00	100,00%	11,00	Metálica	13,00	7,80	7,69	7,00	53,85	90%
4	ZF 03	93290754,00	56,39%	2,00	Madeira	700,00	744,87	0,08	7,00	0,56	1%
5	ZF 01	93261144,00	27,31%	5,00	Metálica	30,00	65,91	0,91	5,00	4,55	8%
6	ZF 02	93261143,00	27,31%	5,00	Metálica	30,00	65,91	0,91	5,00	4,55	8%
7	ZF 03	93364725,00	43,61%	2,00	Metálica	190,00	261,38	0,23	7,00	1,61	3%
8	ZF 03	93364726,00	43,61%	2,00	Metálica	190,00	261,38	0,23	7,00	1,61	3%
9	ZF 01	93369398,00	72,69%	2,00	Plástica	150,00	123,81	0,48	5,00	2,42	4%
10	ZF 02	93369399,00	72,69%	2,00	Plástica	150,00	123,81	0,48	5,00	2,42	4%

#### 4.3.2 O mercado de peças compradas

Seguiu-se com a avaliação do mercado de peças compradas existente seguindo três critérios pré-definidos: a) o tamanho do estoque de peças; b) o processo de abastecimento deste mercado; e c) a localização dos materiais no mercado.

O estoque mínimo para o mercado de peças compradas foi estabelecido através dos critérios de Harris *et al.* (2004). A frequência de abastecimento do mercado era a cada trinta minutos, desta forma, foi necessário manter um estoque mínimo de uma hora de cada item, pois deveria ter estoque suficiente para duas entregas. A quantidade de estoque mínimo foi calculada em relação à demanda média do processo cliente, a Montagem final. Em comparação com os níveis de estoques utilizados, apenas um item apresentava um estoque abaixo do ponto de reposição, fato que indica que os níveis utilizados estavam acima do necessário.

O abastecimento do mercado de peças compradas não se mostrou confiável, pois as entregas frequentemente atrasavam. Entretanto, dificilmente era necessário realizar coletas emergenciais com empilhadeira diretamente nos fornecedores, lembrando que os fornecedores se encontram dentro do próprio condomínio industrial. A maior parte dos atrasos era compensada pelos estoques altos e não geravam desconforto aos fornecedores. Assim, se pode concluir que a utilização de estoques menores que os praticados anteriormente levaria os fornecedores a melhorar a confiabilidade de entrega.

O arranjo físico do mercado de peças compradas foi refeito para que os itens de uma mesma rota estivessem agrupados e assim o operador teria menos trabalho para abastecer os materiais nos movimentadores, conforme sugere Harris *et al.* (2004). As inúmeras modificações nas rotas de abastecimento desde o início das

operações da planta fizeram com que as peças de mesma rota não ficassem próximas. Tal fato ocorreu devido as alteração nas rotas não gerarem uma revisão no local das peças no estoque. Exemplos de melhorias no arranjo físico de materiais para facilitar a coleta também estão presente em Gonçalves e Sant'Anna (2006).

### **4.3.3 O projeto das rotas de entrega**

Ao analisar as rotas existentes, se identificou que algumas rotas poderiam ter o mesmo local de abastecimento, ou seja, mais de uma rota abastecia o mesmo posto. Tal fato gerava um desperdício de movimentação e de tempo parado, pois era necessário que dois operadores realizassem o transbordo das peças em momentos distintos. No caso de todos os itens de um posto estarem na mesma rota, se reduz estes tipos de desperdícios, pois apenas uma parada é necessária. Isto ocorreu em função de correções pontuais realizadas ao longo dos anos sem uma preocupação no impacto causado no sistema completo de rotas de abastecimento. Como resultados, havia um aumento desnecessário do fluxo de veículos nas ruas e conseqüentemente de tempo das rotas. Além disso, quando um veículo estava efetuando um transbordo, por exemplo, um segundo poderia estar desperdiçando tempo esperando, pois não era possível realizar a ultrapassagem.

O planejamento das rotas de movimentação teve como objetivo criar percursos com menores deslocamentos em cada rota. Desta forma, se buscou reduzir a movimentação e a espera, além de facilitar o abastecimento de múltiplos postos em uma mesma rota. Também foi definido o sentido de cada uma das ruas, conforme sugere Harris *et al.* (2004). A definição dos sentidos das ruas não apenas reduz desperdícios, mas também reduz o risco de acidentes.

A definição das rotas de entrega foi realizado a partir do PPCP. Se definiu o tempo necessário para cada material e a quantidade de trabalho contida em cada rota, procurando manter o equilíbrio entre as rotas, conforme sugerido por Harris *et al.* (2004). O tipo de engate do rebocador foi uma restrição importante, pois foi necessário levar em consideração que os dois modelos de rebocadores não poderiam ser utilizados na mesma rota. O nível de ocupação das rotas foi obtido pela soma das cargas de trabalho de cada peça em uma rota, conforme equação 2.

Uma mudança no arranjo físico das linhas de produção também teve de ser realizado para melhorar o tempo de execução das rotas. Em uma das células da Funilaria, o abastecimento da peça crítica foi alterado, passando da empilhadeira para rebocador em uma rota com outras peças. Isso possibilitou a redução de um equipamento de empilhadeira. Essa mudança também trouxe ganhos de agilidade na troca da embalagem e fluxo da rua. Para a configuração final do projeto das rotas algumas mudanças realizadas já foram consideradas.

Um mapa de orientação que indicava com os pontos de coleta e abastecimento e o percurso a ser seguido para a entrega dos respectivos materiais foi fixado em todos os veículos de movimentação após a definição das rotas.

#### **4.3.4 Execução do projeto e sustentação das melhorias**

Algumas melhorias foram realizadas com base na análise da situação atual, contida no item 4.2. Dentre elas estão os problemas relativos a troca e recarga de baterias nos rebocadores e aos tamanhos inadequados de embalagens de algumas peças.

Em relação à troca de baterias, foi desenvolvido um mecanismo que não necessitava de uma empilhadeira para realizar a troca ou recarga da bateria do rebocador. Além disso, foi definido um horário padronizado e um programa detalhado para a recarga e troca da bateria, contido no trabalho padronizado da rota.

Em relação ao transbordo de peças de maior dimensão, foram realizadas duas ações: a) incorporar no trabalho padrão do movimentador esta atividade; b) alterar o arranjo físico de forma a não possibilitar o estoque excessivo de produtos próximos à linha.

Durante a etapa de implantação das rotas planejadas, outras oportunidades de melhoria foram identificadas. Tais oportunidades não foram levantadas antes do projeto e se tornaram evidentes apenas no momento em que as rotas foram colocadas em funcionamento.

Nas primeiras duas semanas de implantação das rotas, ocorreram atrasos em quase metade delas. Assim, se identificou a necessidade de uso do quadro de acompanhamento de produção, contido em Narusawa e Shook (2009). O quadro permitiu que os próprios operadores das rotas anotassem os problemas que

ocasionaram atrasos. A partir dos problemas levantados, foram realizadas as seguintes melhorias:

Havia poucos locais para a ultrapassagem e isto gerava um atraso de algumas rotas. O guia de Harris *et al.* (2004) não faz menção a pontos de ultrapassagem, entretanto, estes são necessários quando há um número grande de rotas de abastecimento. A partir desta constatação, foram tomadas duas medidas: a) criar pontos de ultrapassagem nas rotas; e b) identificar os postos onde o movimentador ficava mais tempo com o veículo parado na rota e, para estes, definir um ponto de parada fora da rota, tanto para os rebocadores quanto para as empilhadeiras. Vale salientar que os pontos de parada sugeridos por Harris *et al.* (2004) estão situados dentro da própria rua. Tais ações minimizaram os tempos de esperas dos rebocadores.

Na Montagem Final, ocorria com frequência a entrega de peças estampadas em locais invertidos, ou seja, as laterais esquerdas no lugar de laterais direitas e vice-versa. Assim, foi desenvolvido um dispositivo nos vagões de coletas das peças à prova de falhas, onde apenas a peça correta poderia ser encaixada. Foram colocados pinos nos suportes dos vagões em diagonais opostas para lado direito e lado esquerdo, o que impossibilita o erro.

Em relação às rotas, se percebeu uma dificuldade no abastecimento de embalagens de pequenos volumes, pois estas embalagens eram colocadas nos vagões sem a preocupação em função da sequência de utilização na linha. Assim, em alguns casos, o movimentador desperdiçava tempo no transbordo procurando embalagens nos vagões enquanto estava parado na via de circulação. Como ação, foi definida uma nova organização do armazém de peças compradas. Assim, a sequência de coleta de peças no mercado correspondia à ordem do transbordo na linha, eliminando atividades repetidas e desperdícios de espera.

#### **4.4 Resultados alcançados no desempenho das rotas**

Dentre os resultados da aplicação do método de Harris *et al.* (2004) para melhoria de rotas de abastecimento já existentes, podemos identificar aspectos qualitativos e quantitativos. Os resultados mensuráveis foram o melhor balanceamento das rotas, a redução no número de equipamentos e no custo.

Destacaram-se como resultado das ações: (a) a atualização das informações do PPCP e atribuição clara de responsabilidade; (b) entregas mais rápidas e flexíveis, obtidas com a definição de fluxos nas ruas, organização das rotas por áreas, agrupamento de peças de acordo com o tipo de engate; (c) organização e revisão do mercado de peças compradas; (d) confiabilidade através da equiparação dos níveis de trabalho para cada rota; e (e) também, a redução de duas empilhadeiras. Uma das empilhadeiras se tornou ociosa com as novas rotas e a segunda foi substituída por um rebocador.

Na Montagem final, a ocupação das rotas mostrou estar mais balanceada, e variou de 75% a 92%, enquanto anteriormente, variava de 72% a 97% entre as rotas. Pode-se identificar que uma pequena variação na velocidade da linha ou aumento de demanda de um item específico é melhor ajustado no segundo caso, pois permite que se atenda a estas variações. Anteriormente, algumas poucas rotas acabavam sendo sobrecarregadas e, nestes casos, o risco de paradas e acidentes tendia a ser maior. Um melhor balanceamento não foi obtido, pois se considerou os critérios mencionados anteriormente, em relação a facilidade de fluxo nas vias e ao tempo de execução. Vale salientar que Harris *et al.* (2004) sugerem rotas com um conteúdo de trabalho de no máximo 95%, o que não era atendido no estado anterior. A Tabela 3 aponta os resultados em relação ao número de peças, áreas, o tipo de engate utilizado e níveis de ocupação da rotas na Montagem final.

**Tabela 3** - Resumo dos resultados – Montagem final

Montagem Final	Peças Abastec.		Áreas abastecidas		Tipos de engate		Nível ocupação	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
ZM01	24	20	4	3	base	base	97%	90%
ZM02	20	22	7	7	base / dollie	base	87%	92%
ZM07	12	16	4	1	base / dollie	dollie	86%	84%
ZM04	16	18	3	3	dollie	dollie	72%	86%
ZM05	22	17	2	2	dollie	dollie	97%	86%
ZM06	15	16	7	6	dollie	dollie	75%	75%
Amplitude	12	6	-	-	-	-	25%	17%

Nas áreas de Funilaria e Estamparia, as diferenças entre no balanceamento das rotas foi reduzido de 17% para 3,3% no estado futuro implantado. Além disso, foram disponibilizadas para outras áreas duas empilhadeiras, como mostra a Tabela

4. Neste caso, foi possível identificar uma redução de custos do operador logístico em 8,2%.

**Tabela 4** - Resumo dos resultados – Estamparia e Funilaria

Resumo Estamparia / Funilaria		
	Antes	Depois
Num de Rebocadores	13	14
Num de Empilhadeiras	8	6
Custo mensal dos equipamentos	100%	91,8%
Amplitude do balanceamento das rotas	17 %	3,3 %

Os resultados em melhoria no fluxo, tempo de resposta e segurança não foram avaliados, pois apresentavam uma grande complexidade de quantificação. As paradas de linha por falha no abastecimento não podem ser publicadas por questões legais e de sigilo.

## 5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O método utilizado para melhoria do sistema de logística interna de abastecimento foi uma composição a partir de dois guias práticos presentes na literatura, Rother e Harris (2002) e Harris *et al.* (2004). Desta forma foi possível analisar o estado atual das operações de uma empresa que já possuía algumas práticas de PE para a logística interna, propor e implantar melhorias. O guia de Harris *et al.* (2004), amplamente utilizado em outros trabalhos (DOMINGO *et al.*, 2007; VILLANOVA *et al.*, 2008), demonstra ser aplicável diretamente em casos onde a empresa não utiliza as práticas de PE para a logística interna. Entretanto, a adaptação do método de Harris *et al.* (2004) evidenciou benefícios na aplicação no caso da empresa ABC, pois permitiu: a) o melhor entendimento por parte dos pesquisadores sobre a situação atual da logística interna na empresa de forma sistêmica; b) identificação de problemas que iriam prejudicar a aplicação do estado futuro; e c) iniciar as ações para a solução dos problemas identificados antes da implantação do estado futuro. A transformação enxuta tende a ser um processo longo, complexo e requer uma mudança radical na forma com que as pessoas realizam o trabalho no dia-a-dia (LIAN; VAN LANDEGHEM, 2007). Assim, nos

projetos de implantação, é importante que as ações sejam planejadas de forma a reduzir ao máximo a chance de insucesso, pois a tendência natural é retornar ao estado original de trabalho (LIKER; MEIER, 1999).

Em relação aos resultados quantificáveis para a empresa, Harris *et al.* (2004), em seu exemplo lúdico, destaca uma série de melhoria em indicadores, como a redução: a) no número de movimentadores; b) no tempo desperdiçado pelo operador por procurar peças; c) no espaço para armazenar; d) no nível de estoque; e) no número de empilhadeiras; d) nos incidentes registrados; e) na falta de peças na produção; f) nas horas extras; e g) nas entregas emergenciais. Entretanto, os casos práticos apresentam uma quantidade menor de benefícios, até porque se restringem à dificuldade de obtenção dos dados, seja por dificuldade prática ou sigilosa da empresa, e até pelos resultados alcançados serem inferiores ao exemplo didático.

O caso estudado da ABC se destaca pela melhoria no balanceamento das rotas e a redução do custo pela retirada de duas empilhadeiras. O caso presente em Villanova *et al.* (2008) também resultou na eliminação de duas empilhadeiras para o abastecimento interno, entretanto, relatou uma redução na parada por falta de peças e uma melhoria na acuracidade do estoque. A redução da parada por falta de peça não pode ser quantificada na ABC, entretanto, os pesquisadores notaram, de forma qualitativa, que a chance de paradas se tornou menor em função da melhor balanceamento das rotas.

Domingo *et al.* (2007) enfatiza a redução de estoques como resultado principal das melhorias alcançadas e a posterior redução no tempo de resposta ao cliente. No caso da ABC não foi considerada a redução de estoques como um objetivo do trabalho, mas o dimensionamento adequado destes para não ocorrer falta de material. Para a montadora, a falta de peças causando a parada da linha de produção é mais importante do que a redução dos estoques, até porque o pagamento do material ao fornecedor só é realizado quando o veículo está pronto para expedir. Vale salientar que, evidentemente, o excesso de estoques ocupa um espaço na planta e logo não é vantagem para a montadora mantê-los em altos níveis.

Os resultados qualitativos ou de impacto direto nas operações diárias não foram quantificados, como, por exemplo, melhorias nos engates, definição de

funções, arranjo físico do armazém de peças compradas. Ações similares são sugeridas por Pereira Filho (2002) e Miranda e Leite (2010), como, melhoria nos processos, mas existe uma dificuldade de mensuração. Apesar disso, as pequenas melhorias e a padronização das atividades são a base de sustentação do sistema de PE, pois incorporadas às rotinas diárias geram grandes resultados a longo prazo (LIKER, 2005).

## 6 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo analisar a logística interna de abastecimento em uma planta industrial que já utiliza práticas de PE, propor e acompanhar a implantação de melhorias no processo. O método utilizado foi uma pesquisa ação que adaptou o guia de Harris *et al.* (2004) para que fosse realizado em uma montadora de veículos leves que já aplica o sistema de PE.

O caso trouxe resultados em relação ao método aplicado e as melhorias realizadas. O método permitiu um entendimento por parte dos pesquisadores sobre a situação atual da logística interna na empresa de forma sistêmica, a identificação de problemas e solução de problemas antes da implantação das novas rotas de abastecimento. Em relação aos resultados para a empresa ABC, o caso trouxe uma série de melhorias nos processos, a redução nos custos diretos da logística de abastecimento e melhoria no balanceamento da carga de trabalho das rotas.

Sendo assim, o trabalho contribuiu de duas formas principais: a) para aumentar o conhecimento sobre a melhoria de processos em uma empresa que já possui uma maturidade no uso das práticas de PE; e b) para explorar o tema de logística interna de abastecimento no sistema de PE, que se caracteriza por uma literatura escassa e dominada por um enfoque prático.

As limitações do trabalho se definem pelo caráter único da empresa estudada, onde não foi levada em consideração a definição de um método que possa ser generalizado para qualquer tipo de empresa. Apesar disso, não se identificam fatores que possam restringir o método utilizado para outras empresas, apenas necessitaria de uma estrutura mais robusta. A dificuldade de mensuração de alguns indicadores qualitativos e o resultado das ações de menor impacto também foram considerados como limitação do estudo. Um problema identificado e não abordado

devido à limitação do escopo do trabalho foi o abastecimento do mercado de peças compradas. O processo se mostrou falho em diversos momentos durante o período da pesquisa.

Além disso, o fato de ser um processo que envolve a montadora ABC e a empresa prestadora de serviços logísticos dificultou a pesquisa em dois momentos. O primeiro em relação às limitações de coleta e medição de indicadores que a empresa considera sigilosos, como, por exemplo, falta de material na produção e níveis de estoques. O segundo em função do próprio relacionamento formal que existe entre as duas empresas, onde, as melhorias que envolvam maior mudança eram discutidas com mais cautela e reciosidade.

A melhoria da logística de abastecimento em empresas que já utilizam as práticas de PE em empresas de diferentes setores é uma das sugestões para trabalhos futuros, ou até, o desenvolvimento de um modelo generalizável. Ainda, se pode destacar uma análise do impacto do uso da logística interna enxuta em indicadores de desempenho do sistema produtivo como um todo, como, por exemplo, flexibilidade, qualidade ou tempo de entrega. Até mesmo, o estudo do impacto financeiro dos resultados com maior dificuldade de mensuração, como o custo das paradas de produção, liberação de espaço na linha, estoques e uso de empilhadeiras.

## REFERÊNCIAS

ABDULMALEKA, Fawaz A; RAJGOPAL, Jayant. Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: a process sector case study. **International Journal of Production Economics**, v. 107, p. 223–236, 2007.

ALVAREZ, Roberto dos Reis; ANTUNES JR, José Antonio Valle. Takt-time: conceitos e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção. **Gestão & Produção**, v. 8, n. 1, p. 1-18, 2001. 18 p.

AMATO NETO, Jose; D'ANGELO, Flávio. **The influence of automakers in industrial organization of auto parts companies**: the case of the Brazilian automotive complex. *In*: XXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP, 2005, Porto Alegre. 8 p.

BAUDIN, Michel. **Lean Logistics**: the nuts and bolts of delivering materials and goods. Nova Iorque: Productivity Press, 2004. 387 p.

CARRERA, Marcelo Alves. **A Competitividade através da estratégia logística: um estudo de caso sobre a DHL e Fedex.** Disponível em: <<http://www.administradores.com.br>>. Acesso em: 10 out. 2008.

CHUAH, K. H.; YINGLING, J C. Routing for a Just-in-Time Supply Pickup and Delivery System. **Transportation Science**, v.39, n.3, p. 328-339, 2005.

CONVERSANI, A. **O desafio de integrar diferentes culturas organizacionais: o caso do complexo automotivo de Gravataí.** Dissertação de Mestrado Profissionalizante. PPGEP / UFRGS, 2008. 108 p.

DOMINGO, Rosario; ALVAREZ, Roberto; PEÑA, M. Melodia; CALVO, Roque. **Materials flow improvement in a lean assembly line: a case study.** In: Assembly Automation, v. 27, n. 2, p. 141-147, 2007.

FARRIS, J. A.; VAN AKEN, E. M.; DOOLEN, T; WORLEY, J. Critical success factors for a human resource outcomes in Kaizen events: an empirical study. **International Journal of Production Economics**, v. 117, p. 42-65, 2009.

FLEURY, Paulo. **Vantagens competitivas e estratégias no uso de operadores logísticos.** Disponível em: <<http://www.ilos.com.br/site/index.php>>. Acesso em: 10 out, 2008.

FUNK, Jeffrey L. Just-in-time manufacturing and logistical complexity: a contingency model. **International Journal of Operations & Production Management**, v.15, n.5, p. 60-71, 1995.

GONÇALVES, Helen; SANT'ANNA, Carlos. **Mapeamento do fluxo de valor na área de distribuição física: um estudo de caso numa empresa produtora de alimentos.** In: XXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26, 2006. **Anais...** Fortaleza, 2006.

HARRIS, Rick; HARRIS, Chris; WILSON, Earl. **Fazendo fluir os materiais.** 1 ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, Maio 2004. 98 p.

LEAN ENTREPRISE INSTITUTE (LEI). Disponível em: <<http://www.lean.org>>. Acesso em: 19 out. 2007.

LEAN ENTREPRISE INSTITUTE (LEI). **Léxico lean: glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003. 108 p.

LIAN, Y; VAN LANDEGHEM, H. Analysing the effects of Lean manufacturing using a value stream mapping-based simulation generator. **International Journal of Production Research**, v.45, n.13, p. 3037- 3058, jul. 2007.

LIKER, Jeffrey K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo.** 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 316 p.

LIKER, Jeffrey K; MEIER, David. **O modelo Toyota: manual de aplicação.** Porto Alegre: Bookman, 2007. 432 p.

MANN, D. **Creating a lean culture**: tools to sustain lean conversion. New York: Productivity Press, 2005. 211 p.

MIRANDA, Willian; LEITE, Vitor. Análise da viabilidade de implantação de conceitos de manufatura enxuta na logística de abastecimento interno de uma empresa encarregadora de ônibus. **Tékhnē & Lógos**, v.2, n.1, p. 126-141, 2010. 15 p.

MOREIRA, M. R. M. O. Alves; ALVES, R. A. F. dos Santos. A study on just-in-time implementation in portugal: some empirical evidence. **Brazilian Journal of Operations & Production Management**, v.5, n.1, p 5-22, 2008.

MOURA, R. Aparecido. **Sistemas e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais**. 4 ed. São Paulo: IMAM, 2005. 248 p.

NARUSAWA, Toshiko; SHOOK, John. **Kaizen Express**: fundamentos para a jornada lean. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2009. 151 p.

PAY, Rick. Everybody's jumping on the lean bandwagon, but many are being taken for a ride. **Industry Week**, March 05. 2008. Disponível em: <<http://www.industryweek.com/>>. Acesso em: 29 maio 2010.

PEREIRA FILHO, Orlando R. **Gerenciamento logístico do fluxo de informações e materiais em unidade industrial aeronáutica**. 2002. 110f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Taubaté, Departamento ECA. São Paulo, 2002.

RACOWSKI, Marcelo; NETO, João. **Inovações no sistema de produção enxuta**: uma análise comparativa entre as técnicas tradicionais de abastecimento de linha de produção e a "warenkorb". In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 26, 2006. **Anais....** Fortaleza, 2006.

REICHHART, Andreas; HOLWEG, Matthias. Lean distribution: concepts, contributions, conflicts. **International Journal of Production Research**, v.45, n.16, p. 3699-3722, ago. 2007.

ROTHER, Mike; HARRIS, Rick. **Criando o fluxo contínuo**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002. 105 p.

SANTOS NETO, J; BARROS, José G. **O Kaizen nas atividades de um provedor de serviços logísticos**: estudo de caso em uma montadora de automóveis. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – SIMPEP. 14, 2007. **Anais...** Bauru, São Paulo, 2007.

SAURIN, Tarcísio; MARODIN, Giuliano; RIBEIRO, Jose Luis Duarte. A framework for assessing the use of lean production practices in manufacturing cells. **International Journal of Production Research**, v.49, n.11, p. 3211-3230, 2011.

SAURIN, Tarcísio; RIBEIRO, Jose Luis Duarte; MARODIN, Giuliano. Identificação de oportunidades de pesquisa a partir de um levantamento da implantação da produção

enxuta em empresas do Brasil e do exterior. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 4, p. 829-841, 2010.

SHINGO, Shingeo. **O sistema Toyota de produção**: do ponto de vista de engenharia de produção. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. 292 p.

SMALLEY, Art. **Criando o sistema puxado nivelado**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2004. 114 p.

SMALLEY, Art. **Estabilidade é a base para o sucesso da produção lean**. 2005. Disponível em: <[http://www.lean.org.br/bases.php?&interno=artigo\\_20](http://www.lean.org.br/bases.php?&interno=artigo_20)>. Acesso em: 07 out. 2008.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez: Autores Associados, 1986.

VILLANOVA, Renata G; MUNETTI, Marcel A; RIGATTO, Carlos. Sistema enxuto de movimentação de materiais: implantação numa empresa de linha branca. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP. 25, 2005. Porto Alegre, 2005. p. 978-985.

WOMACK, James P; JONES, Daniel T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. 1 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004. 458 p.

WOMACK, James P; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **A máquina que mudou o mundo**: baseado no estudo do Massachusetts Institute of Technology sobre o futuro do automóvel. 5 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 332 p.

WU, Yen C. Lean manufacturing: a perspective of lean suppliers. **International Journal of Operations & Production Management**, v.23, n.11, p. 1349-1376. 2003.

ZAWISLAK, Paulo A. **Diagnóstico automotivo**: a plataforma tecnológica da cadeia automotiva do RS. Porto Alegre: UFRGS/PPGA/NITEC/FIERG, 1999. 86 p.

ZYLSTRA, Kirk D. **Distribuição lean**: a abordagem enxuta aplicada à distribuição, logística e cadeia de suprimentos. 1 ed. Porto Alegre: Bookman, 2008. 232 p.



Artigo recebido em 09/02/2011 e aceito para publicação em 18/09/2011.