

Aplicação do *Lean Supply Chain Management*: pesquisa-ação em uma indústria metal mecânica

Olga Maria Formigoni Carvalho Walter (Universidade Federal de Santa Catarina) olgaformigoni@gmail.com
Carlos Manuel Taboada Rodriguez (Universidade Federal de Santa Catarina) taboada@deps.ufsc.br

Resumo:

Este artigo tem como objetivo apresentar as práticas *Lean* utilizadas na cadeia de suprimentos, aplicando algumas delas na implantação de um supermercado e de uma rota de abastecimento interna de matéria-prima em uma empresa do setor metal mecânico, utilizando como abordagem metodológica a pesquisa-ação. Os resultados demonstram que os princípios *Lean* têm grande abrangência, estendendo-se também para a cadeia de suprimentos e que por meio das práticas *Lean* utilizadas, foi possível organizar a entrega de materiais a linha de montagem, eliminar deslocamentos dos montadores para trazer material até o ponto de uso, diminuir estoques em processo e identificar fornecedores externos que apresentavam problemas de entregas.

Palavras chave: *Lean*, Cadeia de Suprimentos, Supermercado, Rota de Abastecimento

Application of Lean Supply Chain Management: action research in a metal-mechanic industry

Abstract

This article aims to present the practices used in the Lean supply chain, applying some in the implementation of a supermarket and a internal supply route of raw material in a metal-mechanic sector company, using action research as methodological approach. The results show that Lean principles have wide-ranging, extending also to the supply chain and through the Lean practices used, it was possible to organize the delivery of materials to the assembly line, eliminating displacements of operators to bring material to the point of use, reducing in-process inventories and identify suppliers who had problems with deliveries.

Key-words: Lean, Supply Chain, Supermarket, Supply Route

1. Introdução

Devido a alta competitividade e necessidade de pronto atendimento ao cliente, atualmente não é mais tolerada a existência de desperdícios como: estoques elevados, erros de previsão de demanda, altos custos de transporte e armazenagem, ou seja, atividades que não agregam valor. Nesse sentido, incorporar na cadeia de suprimentos práticas *Lean*, inicialmente abordadas no campo da manufatura, é um elemento competitivo para alcançar a melhoria contínua de toda a cadeia.

A aplicação dos princípios e soluções *Lean*, que emergiu como uma prática popular no gerenciamento da cadeia de suprimentos (NAYLOR; NAIM; BERRY, 1999; CHRISTOPHER; TOWILL, 2000; MCIVOR, 2001; CHEN; PAULRAJ, 2004; CAGLIANO;

CANIATO; SPINA, 2004; LI *et al.*, 2005) ajuda a alcançar reduções significativas de tempo (*lead time*), custos e estoques e simultaneamente contribui no cumprimento de seu objetivo: disponibilizar bens e serviços ao cliente com menor custo e com qualidade.

O *Lean* que é exaustivamente aplicado na manufatura vem estendendo seu conceito e práticas para demais áreas da organização (WOMACK; JONES, 1996). Isso confirma que o *Lean* é aplicado com sucesso em vários contextos, expandindo o pensamento enxuto para todas as funções da empresa.

Este artigo tem como objetivo compor uma visão geral sobre o *Lean Supply Chain Management* (LSCM) e apresentar algumas das práticas *Lean* utilizadas na cadeia de suprimentos, aplicadas na logística interna de uma empresa. As práticas *Lean* deste estudo focam-se na implementação de uma rota de abastecimento e na estruturação de um supermercado de matéria-prima por meio do *kaikaku*.

A estrutura deste trabalho está organizada da seguinte forma: na seção 2 é apresentada a metodologia utilizada na condução da pesquisa-ação, abordando suas principais etapas; a seção 3 apresenta um breve histórico sobre *Lean*; as seções 4 e 5 são destinadas ao referencial teórico abordando conceitos e princípios do LSCM, bem como discute as principais práticas *Lean* aplicadas à cadeia de suprimentos; na seção 6 a pesquisa-ação é apresentada em um empresa do setor metal mecânico, que está em fase inicial de implantação do *Lean Supply Chain*; este trabalho é finalizado na seção 7, onde são apresentados seus resultados e conclusão.

2. Metodologia

Em relação a seus objetivos esta pesquisa classifica-se como pesquisa exploratória, pois é a primeira forma de aproximação e familiaridade em relação ao fato, dando a possibilidade de identificar a natureza das variáveis importantes que se quer conhecer. Quanto aos procedimentos técnicos adotados, é classificada como pesquisa-ação, pois o pesquisador se envolve ativamente de modo participativo, atuando tanto na resolução do problema quanto na análise dos resultados (THIOLLENT, 2007; GIL, 2010).

2.1 Unidade de análise da pesquisa

Esta pesquisa foi conduzida em uma empresa do estado de Santa Catarina, que atua no setor metal mecânico, com ramo de atividade voltado à fabricação de equipamentos para uso doméstico e industrial.

O objeto de análise é a empresa onde o estudo foi realizado, porém a unidade de análise restringe-se a um almoxarifado que foi transformando em supermercado, e a estruturação de uma rota de abastecimento. Na ocasião do estudo, a empresa estava passando por uma transformação, tanto na sua forma de produção quanto na cadeia de suprimentos, através dos princípios do Sistema Toyota de Produção (STP) aplicando a prática *kaikaku* em uma de suas linhas de montagem.

2.2 Abordagem metodológica - Pesquisa-ação

A pesquisa-ação é um trabalho de natureza empírica, concebido e realizado em estreita associação com a resolução de um problema coletivo, no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 2007). Esta abordagem de pesquisa compreende três fases principais: uma preliminar, um ciclo de condução e uma meta fase. As três fases principais da pesquisa-ação conduzida neste trabalho são descritas na sequência.

Fase I – Estudo preliminar: esta fase é caracterizada a partir de reuniões de planejamento,

onde foi estudado o contexto da pesquisa para a condução do trabalho, definindo-se os seus propósitos com base em necessidades impostas por clientes e pelo mercado. O *kaikaku*, foi conduzido por equipes multifuncionais, abrangendo vários níveis organizacionais, respeitando-se regra de participação tanto de operadores e suas chefias diretas, quanto de pessoas não envolvidas diretamente na produção. A definição de uma estrutura conceitual teórica para os envolvidos na pesquisa-ação deu-se através de treinamento por uma empresa de consultoria especializada em *Lean*.

O envolvimento da presidência e da alta gerência da empresa foi predominante, pois foram reavaliados orçamentos e necessidades já definidos pelo planejamento estratégico da empresa.

Fase II – Ciclo de condução da pesquisa: a condução desta pesquisa-ação é baseada na proposta de Coughlan e Coughlan (2002) e Thiollent (2007) representada na Figura 1.

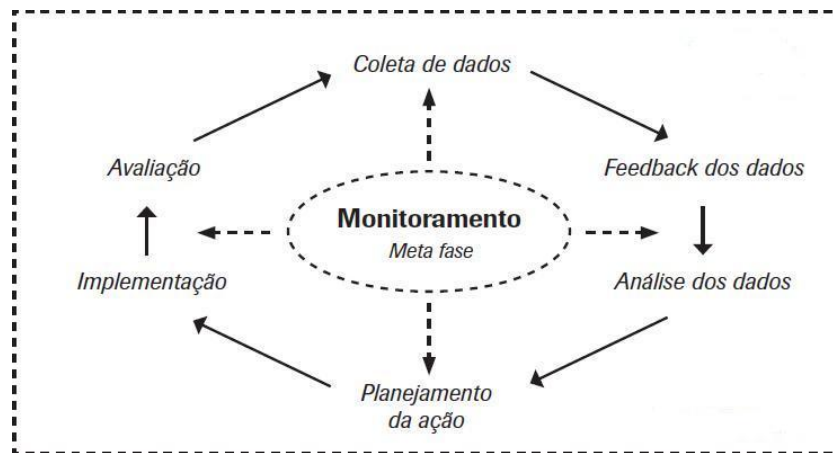


Figura 1 – Ciclo da pesquisa-ação. Fonte: Adaptado de Coughlan e Coughlan (2002)

1. Coleta de Dados: os dados foram coletados diretamente via observações no chão de fábrica e entrevistas com os operadores. Também foram registrados vídeos e imagens de como o processo atual ocorria.
2. *Feedback* e 3. Análise dos Dados: os dados coletados diariamente eram apresentados após análise conjunta realizada pelo pesquisador e demais envolvidos. Também foram realizadas apresentações para a alta direção através da organização dos dados em planilhas e relatórios.
4. Planejamento da ação: o planejamento das atividades ocorreu durante um mês, procurando identificar a melhor maneira de conduzir a transformação do almoxarifado em um supermercado, de modo que não gerasse paradas na linha de produção. Foram contatados fornecedores para compra de prateleiras *flow rack*, embalagens padronizadas, quadros e cartões para implantação do *kanban* no supermercado, dentre outros materiais.
5. Implementação: por se tratar de um *kaikaku* onde as intervenções e mudanças ocorrem em um curto espaço de tempo, a fase de implementação durou uma semana. Estas atividades são detalhadas na seção 6.
6. Avaliação: os resultados foram avaliados e apresentados para a alta direção por toda a equipe envolvida na pesquisa. Vários pontos de melhorias foram identificados, como o treinamento do operador da rota e o estabelecimento de procedimentos operacionais padronizados.

Fase III – Monitoramento (meta fase): esta fase compreende uma verificação de cada um dos seis passos da fase anterior. As atividades foram monitoradas através de reuniões diárias,

onde era apresentada a evolução dos trabalhos. As reuniões onde eram discutidos e programados os planos de ação para o cumprimento das responsabilidades aconteciam com o acompanhamento de um superior que compunha a equipe de pesquisa, responsável por repassar estas informações para a alta gerência e presidência da empresa. A equipe da pesquisa-ação preparava os materiais contendo informações de trabalho, que posteriormente eram fixados nas paredes da sala de reuniões, para que pudessem ser consultados e avaliados por todos, de maneira a divulgar os avanços no desenvolvimento das atividades.

3. Lean Manufacturing

Quando a produção em massa era predominante, os custos eram absorvidos pelo alto volume de produção e qualquer necessidade de aumento de custo era repassada para o cliente. Porém, depois da Segunda Guerra Mundial, esta realidade mudou e as empresas que buscavam permanecer no mercado tiveram que racionalizar seus processos produtivos.

Neste sentido, ao contrário da prática comum de diluir custos em alto volume de produção, destaca-se a manufatura japonesa, que centrou esforços na eliminação de desperdícios, propondo produzir somente na quantidade e no momento em que o cliente precisar. Essa foi a essência do STP, que predomina como uma estratégia de produção através da produção puxada, difundidos pela *Toyota Motor Company* em 1950.

A conclusão de um estudo de cinco anos conduzido pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), nos Estados Unidos no início dos anos 90, passou a denominar o STP como *Lean Manufacturing* ou Manufatura Enxuta. O termo *Lean* é derivado dos benefícios em relação aos sistemas tradicionais de produção, pois é uma forma de fazer cada vez mais com cada vez menos (WOMACK; JONES; ROOS, 1992).

Aliado ao *Lean Manufacturing*, o objetivo do LSCM é eliminar desperdícios das atividades que não agregam valor, existentes no fluxo de valor global da cadeia de suprimentos.

Através das práticas *Lean* aplicadas a logística e a cadeia de suprimentos é possível diminuir o nível de estoques, reduzir *lead time*, gerar custos mais baixos, proporcionar uma qualidade estável e, assim, alcançar maior satisfação do cliente. Estes resultados são semelhantes ao das práticas de manufatura enxuta, porém em uma escala mais ampla.

4. Lean no Supply Chain Management

Profissionais *Lean* têm desenvolvido várias ferramentas e práticas para melhorar o fluxo de valor na manufatura. No entanto, do ponto de vista macro, o fluxo de valor global não pode se beneficiar totalmente das melhorias locais se os fluxos entre os parceiros da cadeia de suprimentos não são *Lean*. Por exemplo, a redução tempo de produção de 3 dias para 3 horas é uma melhoria significativa para uma empresa, mas tem impacto limitado sobre a cadeia inteira, se o produto fica em um armazém ao longo da cadeia de suprimentos por mais 3 semanas. Assim é evidente que a eficácia da implementação *Lean* é limitada pelos demais elos da cadeia de suprimentos (PHELPS; SMITH; HOENES, 2004).

O gerenciamento da cadeia de suprimentos tem se centrado na redução de custos globais, assim o fluxo de valor desde os fornecedores de matérias-primas até o cliente final precisa ser *Lean*, em vez de simplesmente possuir elos (empresas) *Lean* como membros da cadeia de suprimentos.

4.1 Conceituando Lean Supply Chain Management

Redução de custos é o que move o *Lean* através da eliminação de desperdícios, atentando também a velocidade de entrega e qualidade dos produtos e serviços prestados, o que revela uma relação direta do *Lean* com o *Supply Chain Management*.

Na tentativa de abstrair o que o conceito LSCM tem de principal, são apresentadas na Tabela 1 as definições propostas pelos autores na literatura utilizada como referência neste artigo.

Autor	Definição
Branch (2008)	É o processo estratégico de desenvolvimento e gestão de uma cadeia de suprimentos de custo efetivo e eficiente que seja competitiva no mercado global tendo forte empatia com o consumidor final, através da capacidade de identificar desperdícios na cadeia de suprimentos.
Trent (2008)	Constitui-se da seleção e desenvolvimento de fornecedores, da criação de uma rede física de abastecimento caracterizada por poucos fornecedores com entregas mais frequentes de pequenas quantidades, e de uma organização que elimine a redundância e desperdícios do seu processo de fornecimento.
Figueiredo (2006)	Envolve iniciativas que visam a criação de valor para os clientes mediante um serviço logístico realizado com o menor custo total para os integrantes da cadeia de suprimentos.
Bowersox, Closs e Cooper (2006)	É a habilidade superior de projetar e administrar sistemas para controlar a movimentação e a localização geográfica de matérias-primas, trabalhos em processos e inventários de produtos acabados ao menor custo total.
Manrodt, Abott e Vitasek (2005)	É um conjunto de organizações diretamente ligadas por fluxos de produtos, serviços, finanças e informação que trabalham de forma colaborativa para reduzir custos e desperdícios de forma eficiente e eficaz, puxando o necessário para satisfazer as necessidades do cliente individual.
Baudin (2004)	É a dimensão logística da produção enxuta. Tem um domínio rico em conceitos logísticos, abordagens e técnicas que podem ser chamadas de enxutas porque são parte do Sistema Toyota de Produção ou foram adaptadas dele para aplicações em variados contextos.
Phelps, Hoenes e Smith (2003)	Construída sobre o amplo objetivo de fornecer valor ao cliente através da otimização do desempenho da cadeia de suprimentos como um sistema, identificando como esta deve se comportar em direção a se tornar a melhor a cadeia de suprimentos possível.
Jones, Naylor e Towill (2000)	Desenvolver um fluxo de valor para eliminar todos os desperdícios, incluindo o tempo, e permitir uma programação de nível.
Lamming (1996)	São os resultados de operações que reconhecem os custos associados a qualquer desvio de perfeição de execução das tarefas necessárias para proporcionar a satisfação do cliente a longo prazo, conseguindo desta forma alcançar a erradicação total dos custos.

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 1 – Definições de *Lean Supply Chain Management*

A partir destas definições é possível verificar a predominância dos objetivos de redução de custos e foco no cliente, ambos aparecendo em mais da metade das definições da Tabela 1. Eliminação de desperdícios aparece em 4 das 9 definições e geração de valor está presente em 3 das 9 definições. Apenas uma definição (BAUDIN, 2004) não utilizou nenhum desses quatro termos, mas define LSCM referindo-se ao STP, que automaticamente implica redução de custos, foco no cliente, eliminação de desperdícios e geração de valor.

As definições da Tabela 1 estão também de acordo com a proposta de Wincel (2004), de que o LSCM foca seus objetivos mais significativos em termos de rentabilidade, satisfação do cliente e qualidade. Ainda de acordo com Basu e Wright (2008) para se adaptar e manter a competitividade é necessário que o *Supply Chain Management* se torne *Lean Supply Chain Management* cumprindo quatro objetivos chaves: eliminação de desperdícios, fluxo suave de operações, alto nível de eficiência e garantia de qualidade.

Dentre todas as definições expostas, verifica-se uma grande harmonia entre os principais termos utilizados, assim propõe-se o seguinte conceito para *Lean Supply Chain Management*: É a aplicação estratégica do *Lean* na gestão da cadeia de suprimentos, procurando otimizar o fluxo de materiais e informações através de parcerias colaborativas entre todos os elos da cadeia a fim de proporcionar valor ao cliente, com o menor custo possível via eliminação de

desperdícios de todos os processos existentes.

4.2 Princípios do *Lean Supply Chain Management*

Os objetivos e princípios do LSCM estão focados em: entregar os materiais necessários, quando necessários, na exata quantidade necessária para atender tanto a logística *inbound* quanto a *outbound*, sem atrasos, perseguindo a eliminação de desperdícios nos processos logísticos (BAUDIN, 2004).

As características e os princípios do LSCM são derivados dos princípios do *Lean Manufacturing*, que de acordo com Womack, Jones e Roos (1992), são fundamentais e base para a cadeia *Lean*:

1. Valor: embutir valor aos produtos segundo a perspectiva do cliente evitando que seja fornecido o que ele não está disposto a pagar;
2. Cadeia de Valor: mapear o caminho que o produto percorre no fluxo de valor, identificando as atividades que não agregam valor e eliminando as desnecessárias;
3. Fluxo: deixar que as ações necessárias para agregação de valor possam fluir suave e continuamente sem interrupções estabelecendo fluxo contínuo;
4. Produção Puxada: produzir somente quando o cliente sinalizar sua necessidade visando eliminar a produção em excesso;
5. Perfeição: buscar a perfeição através da melhoria contínua alcançando o fornecimento de valor conforme a ótica do cliente.

Analisando os cinco princípios do *Lean Manufacturing*, verifica-se que sua aplicação na cadeia de suprimentos apresenta oportunidades para melhorias nas empresas, bem como pode ser estendida para toda a cadeia de suprimentos.

Mais recentemente, Womack e Jones (2005) lançaram os princípios do consumo enxuto:

1. Solucionar totalmente o problema do cliente, assegurando que todos os produtos e serviços funcionem e que funcionem juntos;
2. Não desperdiçar o tempo do cliente;
3. Oferecer exatamente aquilo que o cliente quer;
4. Oferecer o que o cliente quer exatamente onde ele quer;
5. Oferecer o que o cliente quer, onde ele quer e exatamente quando ele quer;
6. Agregar continuamente soluções para reduzir tempo e aborrecimentos do cliente.

Os princípios de consumo enxuto enfatizam as ações coordenadas para eliminação de ineficiências entre toda a cadeia de suprimentos para conseguir atender melhor o crescente consumo através de mais facilidades aos consumidores e de um serviço mais eficiente e ainda procuram facilitar a aquisição de produtos e serviços pelos clientes, bem como elevar a relação de custo/benefício.

Embora esses princípios do consumo enxuto estão relacionados diretamente ao consumidor final, eles são perfeitamente adaptáveis para processos, quando estes conceitos são transportados para a cadeia de suprimentos, podendo também em alguns princípios, incluir os fornecedores como alvo das iniciativas enxutas.

5. Práticas *Lean* aplicadas à cadeia de suprimentos

A Tabela 2 apresenta as principais práticas *Lean* aplicadas tanto à cadeia de suprimentos.

Prática	Definição
FIFO (<i>First In, First Out</i>)	Também conhecido como PEPS (primeiro que entra, é o primeiro que sai) é um método que prioriza o consumo dos itens mais antigos. Fisicamente o primeiro que entrar deve ser o primeiro a ser consumido. Quando este princípio é respeitado, o material produzido é usado na mesma ordem pelo processo seguinte.
Gestão Visual	É utilizada para melhor expor as condições no ambiente de trabalho. A gestão visual está diretamente ligada à disposição de informações <i>Just in Time</i> para assegurar a execução breve e adequada de operações e de processos. A idéia principal é usar o controle visual para que nenhum problema fique oculto (LIKER, 2005).
Plano para cada peça (PPCP)	O PPCP é um banco de dados que contém informações sobre cada peça, descrevendo como é tratada desde o fornecedor até seu ponto de uso. As informações dispostas no PPCP geralmente são compostas pelo código da peça, tamanho da peça, local de uso e estocagem, embalagem recebida no supermercado, frequência de recebimento e de retirada, embalagem entregue no ponto de uso, tamanho e peso da embalagem utilizada (MARCHWINSKI; SHOOK, 2003).
<i>Kaizen</i>	Definido como melhoria incremental, contínua e gradual que envolve todos os funcionários de uma organização e não implica em grandes investimentos para sua execução. As melhorias ocorrem através de pequenas mudanças, utilizando a criatividade das pessoas, gerando resultados ao longo do tempo.
<i>Kaikaku</i>	Tem a tradução aproximada de melhoria radical desenvolvendo um novo processo com inovação. É aplicado quando se espera resultados rápidos e quando o momento exige ação radical, com alcance de melhorias em curto prazo (WINCEL, 2004).
Sistema Puxado	A lógica puxada é operacionalizada por meio do <i>kanban</i> e de um supermercado de componentes. As variações de demanda são absorvidas pelo supermercado de produtos acabados ou de matéria-prima gerando um estoque controlado, dimensionado de tal modo que o processo cliente sempre encontre material no modelo e na quantidade necessária para cumprir seu programa de entregas e o processo fornecedor sempre consiga repor o supermercado antes que os níveis mínimos de material sejam atingidos (OHNO, 1997).
Rotas de abastecimento internas	Tem como principal objetivo fazer fluir a matéria-prima com o auxílio do sistema <i>kanban</i> . Os carrinhos utilizados na rota de abastecimento são projetados com dispositivos padrões para as peças, o que facilita tanto o transporte do item quanto o abastecimento no ponto de uso. Tipicamente as rotas utilizam comboios tracionados eletricamente, algumas utilizam o transporte automático pelo sistema <i>Automatically Guided Vehicles</i> (AGV) e possuem elementos importantes como percurso e trajeto a ser percorrido, horários de partida fixos e frequentes, parada somente em pontos preestabelecidos e quantidades de entregas predefinidas.
Entregas programadas - <i>Milk Run</i>	É um sistema de coleta programada de materiais entre cliente e fornecedores. Este sistema caracteriza-se por coletar pequenas quantidades de peças e componentes nos fornecedores externos e entregá-las ao cliente por meio de rotas e períodos predeterminados. Neste sistema são reduzidos custos de transporte (os veículos utilizados para o transporte maximizam sua capacidade de carregamento) e custos de estoques (são entregue materiais que normalmente são consumidos diariamente) o que aumenta o desempenho da cadeia de suprimentos (BAUDIN, 2004; SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).
Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)	O MFV é uma das mais recentes contribuições do <i>Lean</i> (LASA; CASTRO; LABURU, 2009) e descreve detalhadamente como os processos devem operar para criar fluxo. Utiliza ícones e símbolos para representar o fluxo de materiais e de informações que o produto segue no fluxo de valor e a partir da aplicação dos princípios enxutos, apresentar propostas de melhorias, implementando um novo fluxo sem desperdícios (ROTHER; SHOOK, 2003). É composto basicamente por quatro etapas: seleção de uma família de produtos a ser mapeada, desenho do mapa estado atual, desenho do mapa estado futuro e, definição e implementação do plano de ação.

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 2 – Práticas *Lean* aplicadas à cadeia de suprimentos

Das práticas *Lean* apresentadas acima, foram utilizadas neste trabalho o FIFO, PPCP, *kaikaku*, sistema puxado e rotas de abastecimento internas.

A seguir serão descritas atividades realizadas em uma empresa onde foram aplicadas práticas *Lean*, atuando na estruturação do supermercado de componentes, na sua lógica de funcionamento e na rota de abastecimento de matéria-prima.

6. Implantação da Rota de abastecimento e supermercado - Pesquisa-ação

Após a definição da família de produtos na qual seria composto o supermercado, esses dados foram importados para o *software* de planejamento avançado da produção *Advanced Planning System* (APS), para através do módulo de gestão da demanda, gerar a necessidade de matéria-prima para compor o supermercado. Essa necessidade de matéria-prima foi transferida para o PPCP onde foram preenchidos os campos necessários para seu correto funcionamento.

6.1 Estruturação física e alteração do *layout* do supermercado

A estruturação física do supermercado inicialmente consistiu em horizontalizar as prateleiras existentes. Nessa etapa foi necessário adquirir prateleiras específicas: as prateleiras *flow racks*, que facilitam o abastecimento e *picking* de materiais através da gravidade, com sistemas deslizantes que permitem que todos os materiais fiquem ao alcance das mãos facilitando o acesso e asseguram o FIFO.

Quanto ao dimensionamento físico do supermercado optou-se por deixar um espaçamento de 1000 mm entre os corredores, o que corresponde a um valor superior ao da largura do carrinho utilizado para o *picking*.

Com relação a delimitação do espaço, foi necessário isolar o supermercado das demais áreas com cercas, a fim de controlar o acesso de todos os colaboradores ao supermercado e evitar que as movimentações ocorressem fora dos padrões estabelecidos pelos procedimentos operacionais padronizados.

6.2 Definição de embalagens do supermercado

O emprego da embalagem correta, além de garantir a qualidade, segurança e ergonomia, garante também flexibilidade na produção, racionalizando os meios de transporte, carga e descarga evitando transbordos.

Dessa forma, foi necessário o planejamento e estudo da embalagem adequada para cada item, levando em consideração seu peso e o peso da peça, a movimentação do produto desde a sua chegada do fornecedor ou produção, até sua aplicação no produto final. Para o dimensionamento das embalagens seguiram-se os seguintes critérios: i) Evitar criar embalagens maiores que o essencial para acomodar os itens; ii) minimizar o uso de materiais para acomodação interna dos itens; iii) peças que apresentam características ou superfícies críticas quanto à qualidade ou operação deveriam ter proteção contra ferrugem, sujeira e danos; iv) embalagens movimentadas manualmente não deveriam exceder 16 kg, conforme norma do Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT).

Optou-se por utilizar caixas plásticas segundo o padrão *Klein Lagerung und Transport* (KLT) de vários tamanhos pela facilidade que elas têm em deslizar pelos trilhos da prateleira *flow rack* e por possuírem um formato tal que seu empilhamento pode ser configurado de diversas formas.

6.3 Rota de Abastecimento

A rota de abastecimento foi implantada com a finalidade de agilizar o abastecimento de matéria-prima, assegurar a produção puxada, fazer fluir os materiais e distribuí-los de forma adequada, no momento exato, sem gerar estoques nos pontos de uso.

Para projetar os dispositivos e carrinhos necessários para o armazenamento dos materiais levados pela rota do supermercado foi preciso estudar os diversos tipos e tamanhos de

materiais que são entregues a montagem. Posteriormente foi necessário designar espaços adequados próximos à montagem onde ficariam os carrinhos cheios entregue pela rota.

O dimensionamento dos dispositivos utilizados para entrega e abastecimento de itens no ponto de uso seguiu os seguintes critérios: i) Os dispositivos devem permitir o abastecimento direto no local de consumo; ii) O material entregue não deve sofrer danos durante o transporte; iii) Componentes deverão ser fornecidos em posição que facilite a operação de montagem; iv) Deverão permitir fácil acesso às peças, obedecendo ao princípio de ergonomia; v) A embalagem deverá ter facilidade no abastecimento direto no ponto de consumo e; vi) As atividades da rota deverão ser realizadas com a máxima atenção para evitar acidentes.

A frequência da rota foi definida para operar de 1 em 1 hora, o que significa que os operadores possuam materiais disponíveis para trabalhar durante 1 hora, ou seja, até a próxima passagem da rota. Enquanto a linha consome os materiais deixados pela rota na primeira hora, nessa mesma uma hora o operador da rota abastece os dispositivos, embalagens e carrinhos vazios coletados na rota anterior para disponibilizá-los na montagem na próxima hora de passagem da rota. Para correta realização de seu trabalho, o operador de rota deveria seguir as instruções documentadas no procedimento operacional padronizado.

Para o transporte dos materiais foram utilizados carrinhos elétricos que rebocavam os dispositivos de armazenamento criados de acordo com a necessidade do material. O piso dos corredores foi demarcado com fitas adesivas, informando o caminho a percorrer pela rota bem como sua identificação e pontos de paradas exclusivos para entrega de material.

6.4 Implantação do *kanban* no supermercado

Como os fornecedores externos da empresa ainda não trabalham com o sistema puxado na entrega de matéria-prima, para implementar e estruturar o supermercado foi necessário deixar ainda uma área extra para estoque denominada excesso, próximo ao supermercado para suprir as necessidades imediatas e evitar paradas.

O *kanban* para reposição no supermercado foi esquematizado através do ponto de pedido e do ponto de alarme, seguindo as seguintes considerações: i) O cartão verde aciona o ponto de pedido e o cartão vermelho aciona o ponto de alarme; ii) O ponto de pedido sinaliza a necessidade de verificar a existência do material na área de excesso e providenciar sua reposição no supermercado; iii) O ponto de alarme sinaliza que não há material disponível na área de excesso e se o fornecedor não cumprir seu lead time de entrega, poderão ocorrer paradas e prejudicar a produção.

O funcionamento do *kanban* ponto de pedido e ponto de alarme implantado no supermercado é apresentado no fluxograma da Figura 2 e explicado na sequência.

Quando o abastecedor de materiais chegar até a caixa do supermercado que contém o cartão verde (ponto de pedido), ele retira o cartão da caixa e leva até o quadro de ponto de pedido localizado entre o supermercado e o excesso, e o posiciona de acordo com a data e dia da semana atual.

Mediante o cartão verde o responsável da área procura esse material no excesso, se o encontrar, repõe o item e o cartão no supermercado conforme necessidade indicada no cartão ponto de pedido. Caso o material não for encontrado na área de excesso, o cartão verde deverá ser posicionado novamente no quadro até ser disparado o cartão vermelho (ponto de alarme) ou o item chegar nesse intervalo de tempo.

Quando o ponto de alarme for acionado é verificado se o material encontra-se na área de excesso, caso o material for encontrado o supermercado é reabastecido com urgência, caso não encontrado, o cartão verde é colocado na caixa verde e o cartão vermelho na caixa

vermelha, ambas localizadas abaixo do quadro. Os *follow ups* do setor de Planejamento e Controle da Produção e Materiais (PCPM) ficaram responsáveis por visitar periodicamente o supermercado e buscar os cartões vermelhos para providenciar a compra do material junto ao fornecedor.

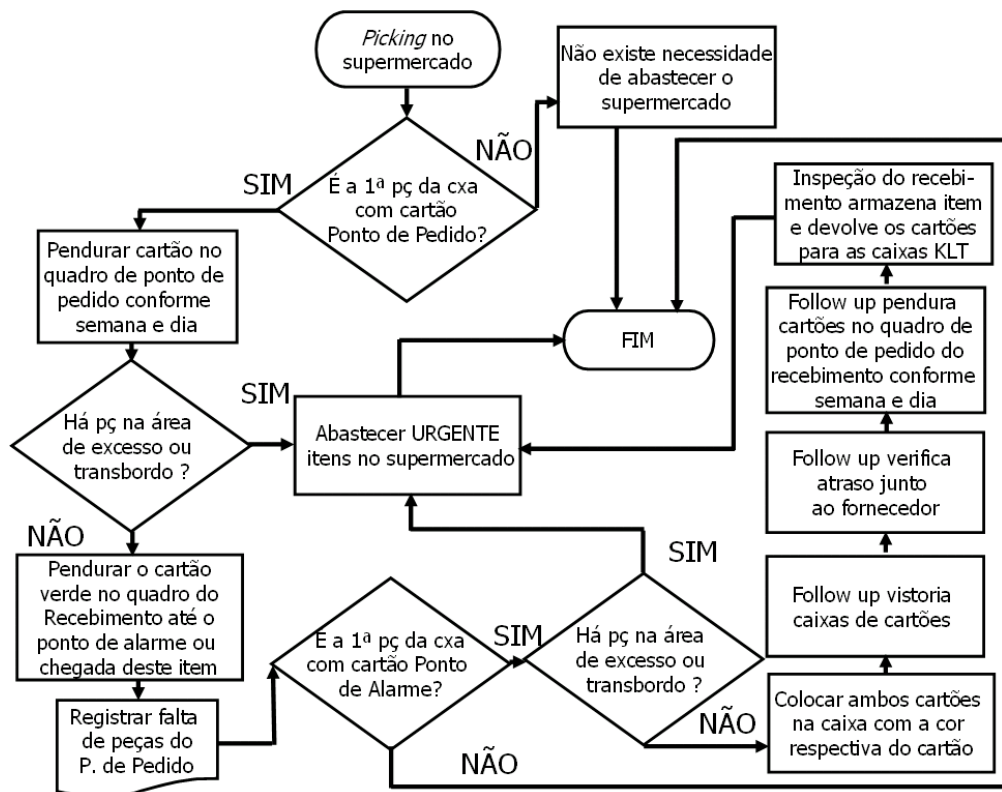


Figura 2 – Fluxograma *kanban* do supermercado de matéria-prima

Assim que o fornecedor estabelecer um prazo de entrega para o *follow up*, este pega o cartão vermelho e o cartão verde e os posiciona no quadro de ponto de alarme localizado no recebimento físico de materiais na data prevista de entrega do material.

Diariamente, o conferente do recebimento verifica a chegada de materiais conforme data definida pelo *follow up* no quadro de ponto de alarme, dessa forma prioriza a conferência desses itens e informa o abastecedor para fazer a reposição no supermercado com urgência.

7. Conclusão e considerações finais

O *Lean* pode e deve ser aplicado a todas às áreas das organizações, pois seus princípios não se restringem a manufatura, estendendo-se também para a cadeia de suprimentos. A administração do fornecimento de materiais é um dos grandes esforços estratégicos da cadeia de suprimentos que pode levar a redução de custos significativos.

Na situação em estudo, a implantação da rota de abastecimento de matéria-prima gerou maior organização na entrega de materiais através de horários de entregas fixas frequentes e de pequenos lotes. Constatou-se ainda a ausência de deslocamentos dos operadores para trazer material até o ponto de uso. A linha de montagem também ficou mais enxuta e organizada, pois antes da implantação da rota, era disponibilizada matéria-prima para montagem para um turno completo (8 horas), o que gerava excesso de material em espera.

Com relação ao desempenho da rota de abastecimento, verificaram-se alguns problemas: acompanhamentos realizados durante os primeiros meses revelaram que 29,0% das interferências da rota ocorriam por falta de matéria-prima (atraso de fornecedores externos) e

20,0% por rota obstruída (materiais ou equipamentos impedindo o fluxo do corredor), impossibilitando a entrega de itens à produção. Através desse acompanhamento, serão identificadas as principais causas e montado um plano de ação para possibilitar seu pleno funcionamento.

A utilização do cartão *kanban* ponto de pedido e ponto de alarme foi uma estratégia para sinalizar quando o estoque de matéria-prima chegasse ao seu nível de segurança, evitando paradas na produção e disponibilizando tempo para tomada de ação. Com o sistema *kanban* do supermercado também foi possível identificar e quantificar quais fornecedores que apresentavam problemas de entregas.

Como sugestão para trabalhos futuros propõe-se a continuidade dessa pesquisa, envolvendo os fornecedores externos. Sugere-se iniciar o desenvolvimento de fornecedores através do mapeamento do fluxo de valor, que é considerada uma das práticas *Lean* mais utilizadas na cadeia de suprimentos, pois além de revelar a visão do todo, possibilita o planejamento integrado entre a manufatura e a cadeia de suprimentos.

Finalizando, cabe ressaltar que várias empresas vêm alcançando sucesso na implantação do fluxo contínuo, mas têm como obstáculo um sistema de abastecimento ineficaz. Poucas realmente controlam estoques de supermercados, cumprem criteriosamente a definição das rotas de abastecimento seguindo os procedimentos operacionais padronizados e utilizam sistemas de puxada para interligar áreas de fluxo contínuo às áreas de fornecimento de materiais.

As consequências podem ser desastrosas, gerando falta de material no ponto de uso, ruptura de fluxo e desperdícios tanto de esforços quanto financeiro no armazenamento destes estoques, além de recorrentes necessidades de realização de inventário para localizar itens que “aparentemente” estão em falta. Desta forma é necessário repensar a maneira de suprimento de um fluxo de valor enxuto, para que as partes necessárias estejam disponíveis no momento e nas quantidades necessárias. Isso pode ser conseguido por meio de disciplina e comprometimento das novas atividades estabelecidas com a introdução de práticas *Lean* nestes processos, acompanhamento de indicadores de desempenho e, mediante eventos *kaizen* o que vai proporcionar benefícios no gerenciamento da cadeia de suprimentos *Lean*.

Referências

BASU, R. & WRIGHT, J.N. *Total Supply Chain Management*. Oxford: Elsevier, 2008.

BAUDIN, M. *Lean logistics: the nuts and bolts of delivering materials and goods*. New York: Productivity Press, 2004.

BOWERSOX, D.J.; CLOSS, D.J. & COOPER, M.B. *Gestão logística de cadeias de suprimentos*. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BRANCH, A.E. *Global Supply Chain Management and International Logistics*. Taylor & Francis Group, 2008.

CAGLIANO R.; CANIATO, F. & SPINA, G. *Lean, agile and traditional supply: how do they impact manufacturing performance?* Journal of Purchasing and Supply Management, v. 10, n.4-5, p. 151-164, 2004.

COUGHLAN, P. & COUGHLAN, D. *Action Research for Operation Management*. International Journal of Operations & Production Management, v. 22, n. 2, p. 220-240, 2002.

CHEN, I. & PAULRAJ, A. *Towards a theory of supply chain management: the constructs and measurements*. Journal of Operations Management, v. 22, n. 2, p. 119-50, 2004.

CHRISTOPHER, M. & TOWILL, D.R. *Supply Chain Migration from Lean Functional to Agile and Customised*. Supply Chain Management: An International Journal, v. 5, n.4, p.206-213, 2000.

EISLER, M.; HORBAL, R. & KOCH, T. *Cooperation of Lean Enterprises -Techniques used for Lean Supply Chain*. International Federation for Information Processing, Production Management Systems. Boston. v. 246, p.363-370, 2007.

- FIGUEIREDO, K.** *A logística enxuta*. Tecnológica, v. 12, n.131, p.59-63, 2006.
- GIL, A. C.** *Como elaborar projetos de pesquisa*. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- JONES, M.R.; NAYLOR, B. & TOWILL, D.R.** *Engineering the leagile supply chain*. International Journal of Agile Management Systems, v. 2, n.1, p. 54-61, 2000.
- LAMMING, R.** *Squaring lean supply with supply chain management*. International Journal of Operations & Production Management, v. 16, n. 2, p. 183-196, 1996.
- LASA, I.S.; CASTRO, R. & LABURU, C.O.** *Extent of the use of Lean concepts proposed for a value stream mapping application*. Production Planning & Control, v. 20, n. 1, p. 82-98, 2009.
- LI, S.; RAO, S.; RAGU-NATHAN, T. & RAGU-NATHAN, B.** *Development and validation of a measurement instrument for studying supply chain management practices*. Journal of Operations Management, v. 23, n.6, p. 618-641, 2005.
- LIKER, J.K.** *O Modelo Toyota. 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo*. São Paulo: Bookman, 2005.
- MCIVOR, R.** *Lean supply: the design and cost reduction dimensions*. European Journal of Purchasing and Supply Chain Management, v. 7, n. 4, p. 227-242, 2001.
- MANRODT, K.B.; ABBOTT, J.; VITASEK, K.** *Understanding the Lean Supply Chain: Beginning the Journey*. Report on Lean Practices in the Supply Chain, 2005.
- MARCHWINSKI C.; SHOOK, J.** *Léxico Lean*. Glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.
- NAYLOR, J.B.; NAIM, M.M. & BERRY, D.** *Leagility: Integrating the lean and agile manufacturing paradigms in the total supply chain*. Internacional Journal Production Economics, v. 62, p.107-118, 1999.
- OHNO, T.** *O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- PHELPS, T.; HOENES, T. & SMITH, M.** *Developing Lean Supply Chains: a guidebook*. Michigan: Altarum Institute: 2003.
- PHELPS, T.; SMITH, M. & HOENES, T.** *Building a Lean Supply Chain*. Manufacturing Engineering, v. 132, n. 5, p. 107-116, 2004.
- ROTHER, M. & SHOOK, J.** *Aprendendo a Enxergar*. Mapeando fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S. & JOHNSTON, R.** *Administração da Produção*. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- SMALLEY, A.** *Criando o Sistema Puxado Nivelado*. Um guia para aperfeiçoamento de sistemas lean produção, voltado para profissionais de planejamento, operações, controle e engenharia. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2004.
- THIOLLENT, M.** *Metodologia da Pesquisa-ação*. São Paulo: Cortez, 2007.
- TRENT, R.J.** *End-to-End Lean Management: A Guide to Complete Supply Chain Improvement*. J. Ross Publishing, Fort Lauderdale, 2008.
- WEE, H.M. & WU, S.** *Lean supply chain and its effect on product cost and quality*. Supply Chain Management: An International Journal, v.14, n.5, p.335-341, 2009.
- WINCEL, J.P.** *Lean Supply Chain Management: A Handbook for Strategic Procurement*. New York: Productivity Press, 2004.
- WOMACK, J.P.; JONES, D.T. & ROOS, D.** *A Máquina que Mudou o Mundo*. Rio de Janeiro: Campus, 1992.
- WOMACK, J.P. & JONES, D.T.** *A Mentalidade Enxuta nas Empresas*. Lean Thinking. Elimine o desperdício e crie riqueza. 6.ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.
- WOMACK, J.P. & JONES, D.T.** *From lean production to the lean enterprise*. IEEE Engineering Management Review. p. 38-46, 1996.
- WOMACK, J.P. & JONES, D.T.** *Lean Solutions*. Free Press, 2005.