

Estratégias de abastecimento lean da montagem e resultados na logística e fabricação

Lean assembly supply strategies and results in logistics and manufacturing

Marina Cardoso Guimarães* – marinacguimaraes@yahoo.com.br
Carlos Manuel Taboada Rodriguez* – carlos.taboada@ufsc.br

Universidade Federal de Santa Catarina – (UFSC), Florianópolis, SC

Article History:

Submitted: 2017 - 09 - 27

Revised: 2017 - 11 - 19

Accepted: 2017 - 12 - 10

Resumo: A implantação de um sistema lean de abastecimento da montagem apresenta muitos benefícios, como ganho de produtividade, maior comunicação entre áreas e eficiência no planejamento. O artigo apresentará o embasamento teórico dessa aplicação e o estudo da implantação dessa teoria em uma empresa do ramo metal-mecânico, bem como seus impactos e resultados obtidos. Sua estrutura básica foi adaptada da proposta de Harris, R. (2004) e Coimbra (2009) por fluxo com arranjos de células apoiadas por supermercado central de peças fabricadas e compradas. O estudo descreve os passos para a implantação, a metodologia utilizada e principalmente, as dificuldades na estabilização do novo processo. O processo utiliza os conceitos de supermercado, bordo de linha, caixas KLT e padronização de embalagens, rotas de abastecimento, nivelamento de linha e metodologia kaizen. Na utilização do novo modelo foram obtidos diversos ganhos como maior velocidade de abastecimento, em relação aos aspectos ergonômicos, redução do estoque em processo, aumento de 50% de produtividade, porém, algumas dificuldades foram detectadas que não estavam mapeadas nos riscos iniciais do projeto geral. Cada dificuldade levantada foi discutida e apresentada à resolução no artigo, para que a estrutura possa acrescentar conhecimentos na academia e organizações.

Palavras-chave: Logística lean, Logística Interna e Abastecimento de linha.

Abstract: Deployment of a lean assembly supply system has many benefits, such as productivity gains, increased cross-site communication, and planning efficiency. The article will present the theoretical basis of this application and the study of the implantation of this theory in a metal-mechanic company, as well as its impacts and results obtained. Its basic structure was adapted from the proposal of Harris, R. (2004) and Coimbra (2009) by flow with cell arrangements supported by central supermarket of manufactured and purchased parts. The study describes the steps for the implementation, the methodology used and, mainly, the difficulties in stabilizing the new process. The process uses the concepts of supermarket, line board, KLT boxes and packaging standardization, supply routes, line leveling and kaizen methodology. In the use of the new model several gains were obtained as a higher speed of supply, in relation to the ergonomic aspects, reduction of the stock in process, increase of 50% of productivity, however, some difficulties were detected that were not mapped in the initial risks of the general project. Each difficulty raised was discussed and presented to the resolution in the article, so that the structure can add knowledge in academia and organizations.

Key-words: Lean Logistics, Internal Logistics, and Assembly Supply.

1. Introdução

A crescente concorrência no mundo corporativo, a necessidade de aumento da variedade de produtos e o ciclo de vida deles cada vez menor, exigem que as organizações tenham maior êxito em suas atividades, com redução de custos, maior qualidade e satisfação do cliente. Atualmente, a logística deixou de ser apenas um processo e tornou-se ferramenta estratégica competitiva das organizações, em decorrência disso, a filosofia *lean* foi aplicada na logística, com o objetivo de aumentar a eficiência das mesmas. A filosofia *Lean* tem como objetivo o maior lucro, seja pelo aumento de receitas provenientes de produtos de maior qualidade, ou por meio da redução de custos em função da eliminação de desperdícios (Monden, 2015).

Um fator importante que garante a eficácia das linhas de montagem é o princípio de alimentação *just-in-time* (JIT) das peças. Desta forma, este processo de montagem proporciona um alto desempenho em termos de utilização de área e mão de obra, logística e funcionalidade de montagem (Usta, Oksuz e Durmusoglu, 2017).

Nesse contexto, Boysen e Emde (2014) definem que o objetivo principal da logística de abastecimento de linha é nunca deixar a linha de montagem final ficar sem peças, porque, no pior dos casos, uma ruptura no estoque exige uma paralisação da linha, com os trabalhadores da montagem ociosos. Dessa forma, há uma disputa entre profissionais e pesquisadores sobre os processos internos adequados de suprimento de linha.

O processo de logística de abastecimento é universalmente reconhecido como uma chave para iniciar a função e otimização contínua do sistema de logística. Nas indústrias, o fornecimento de peças ao sistema de produção em um nível adequado pode reduzir significativamente o tempo de produção, reduzir custos, melhorar a resposta ao mercado e melhorar a flexibilidade na produção (D Luo *et al.*, 2017).

Nesse contexto, o artigo tem o objetivo de expor os conceitos e princípios relacionados à Logística Lean, *Kaizen*, Logística de abastecimento de linha, apresentar um estudo de caso da aplicação da metodologia de modelos híbridos de abastecimento de linha na empresa estudada, os resultados e ganhos obtidos, dificuldades na implantação do modelo, bem como as propostas elaboradas para resolução dos problemas encontrados. Com essas propostas de resolução é possível identificar novos pontos a serem considerados na estruturação de estudos futuros. Para atingir esse objetivo proposto, o trabalho está estruturado em seções compostas de Procedimentos Metodológicos, Revisão Bibliográfica, Estudo de Caso e Resultados, Oportunidades de Pesquisa e Conclusão.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Conceito básico de lean

Conceito criado na *Toyota Motor Corporation*, *lean* é considerado como uma evolução do método tradicional de produção em massa e um conjunto de princípios para maximizar eficiência operacional, qualidade, velocidade e custo (Holweg, 2007). Conforme detalhado por Radnor *et al.* (2011) embora conceitualmente simples, não é fácil definir *lean*. O conceito central é melhorar continuamente o processo por meio da eliminação de desperdícios (japonês: *muda*). Porém, o foco somente sobre desperdício restringe a filosofia *lean*, já que *muda* é um dos três conceitos inter-relacionados. *Mura* está relacionado a desnivelamento e define uma demanda estável que resulte em menos variação e em processos mais padronizados. *Muri* refere-se à tensão excessiva e salienta a necessidade de boas condições de trabalho para prevenir lesões e estresse sobre o trabalhador.

Manufatura *Lean* é uma abordagem multidimensional que abrange uma ampla variedade de práticas de gestão que visam reduzir o desperdício e melhorar a eficácia operacional. No entanto, a aplicação isolada dessas práticas não garante a implementação da filosofia *lean*. Além dos fatores técnicos, qualquer implementação deve considerar os fatores de mudança não tangíveis, como a criação de um ambiente favorável para o desenvolvimento de aprendizagem e liderança na organização (Tortorella *et al.*, 2015).

2.2. Lean na Logística

Para que seja possível criar o fluxo contínuo na produção, não bastam apenas operações e processos de produção *lean*. Também é necessário que as áreas de suporte da produção, principalmente a parte de logística interna da área fabril, também estejam envolvidas em uma cultura de eliminação dos desperdícios e preparadas para o abastecimento em pequenos lotes e frequências maiores (Harris *et al.*, 2004). Um processo realmente *Lean* é atingido quando for percebido e analisado de forma completa, desde o recebimento de matéria-prima até a expedição de produtos acabados. Em função disto, se torna muito importante controlar e gerenciar todo o sistema logístico de abastecimento nas linhas de produção (Shingo, 1996 *apud* Carara e Treter, 2012).

No conceito de Pejic *et al.* (2016), logística lean pode ser simplesmente descrita como uma maneira de reconhecer e eliminar atividades de desperdício da cadeia de suprimentos, a fim de aumentar o fluxo e a velocidade do produto.

Com a aplicação da metodologia *lean* à logística, torna-se possível movimentar apenas o material que será utilizado com a adoção de algum tipo de sinal de puxada, assim tendo um melhor controle dos materiais dentro da fábrica, reduzindo o estoque total da planta. Os principais problemas associados à falta de um bom sistema de movimentação interna de materiais são as possíveis paradas de linhas devido à falta de materiais e o elevado estoque de peças, gerando altos custos de armazenagem (Costa e Costa, 2016).

2.3. Logística no abastecimento de linha

Conforme Boysen e Emde (2014), o objetivo principal da logística de abastecimento de linha é nunca deixar a linha de montagem final ficar sem peças, porque, no pior dos casos, uma ruptura no estoque exige uma paralisação da linha, com os trabalhadores da montagem ociosos. Neste contexto, há uma disputa entre profissionais e pesquisadores sobre os processos internos adequados de suprimento de linha.

O método proposto por Harris *et al.* (2004) para estruturar o processo de abastecimento interno é composto por quatro principais etapas:

- 1 - Desenvolver um plano para cada peça, um banco de dados contendo todas as peças que entram na planta e com todas as informações necessárias sobre elas;
- 2- Criar um único supermercado de peças compradas, criar regras e gerenciar em um único local todas as peças que entram a planta;
- 3- Iniciar rotas de entregas precisas, criar e padronizar a forma como as peças serão entregues na linha de produção; e
- 4- Sustentar a melhoria auditando se os padrões desenvolvidos estão realmente sendo seguidos no chão de fábrica.

Coimbra (2009) salienta que a maneira de organizar a logística em fluxo é baseada em princípios diferentes, que são:

- ✓ Fornecimento nas embalagens no tamanho adequado para maximizar a eficiência e flexibilidade nas linhas de produção.
- ✓ Organizar as áreas de picking para fornecer os recipientes de tamanho certo com frequência e eficiência.
- ✓ Usar o equipamento de transporte apropriado para entregas em rotas padronizadas, com um tempo de ciclo fixo.
- ✓ Trabalhar com fornecedores e clientes para usar a mesma embalagem, de tamanho certo.

O fluxo é um avanço em termos de organização logística eficiente e eficaz. Ele cria uma maneira totalmente nova de integrar a logística com a produção, permitindo a completa otimização dos circuitos logísticos internos.

Em ambientes de montagem Just In Time (JIT), a alimentação da linha de montagem é o processo logístico que visa assegurar a preparação e entrega de peças das áreas de armazenamento, nos quais os componentes são mantidos a montante da linha de montagem, no bordo da Linha (Sali, Sahin, e Patchong, 2014).

Faccio (2014) também salienta:

“No mercado de hoje, para competir, as empresas precisam oferecer uma ampla gama de produtos diferentes. Uma possível abordagem é configurar o sistema de produção como um sistema de linha de montagem de vários modelos mistos, em que cada linha de montagem é capaz de produzir um grande número de variantes de um produto de base comum, enquanto o produto base é diferente de uma linha de montagem para outra. Em contrapartida, os estoques de segurança perto da linha impedem o processo de montagem devido à escassez de espaço nas estações e aumentam os custos de estoque. Por esta razão, a estratégia de alimentação tradicional do "estoque de linha" foi cada vez mais substituída por políticas de estoque de linha de montagem reduzidas, como o fornecimento contínuo de "kanban" e o "kitting"”.

As duas principais políticas de alimentação tratadas na maioria dos estudos são observadas como *kitting e line-side stocking* (estoque ao lado da linha). Assim como as duas políticas citadas, a alimentação baseada em *kanban*, estudada por Caputo e Pelagagge (2011) e Faccio (2014), é de grande importância, especialmente no ambiente de produção *lean* (Kilic e Durmusoglu, 2015). O *line-side stocking* é o modelo de abastecimento mais estudado em comparação com o *kitting* e os artigos mais citados que são fundamentais no campo dos estudos de *kitting* são publicados principalmente pelas revistas relacionadas à fabricação, como *Production Economics, Production Research, Assembly Automation e Computer-Integrated Manufacturing* (Usta, Oksuz e Durmusoglu, 2017).

Line-side stocking ou "fornecimento contínuo" é uma política de estocagem do lado da linha, cada material é armazenado em um recipiente individual perto das linhas de montagem e distribuído pelas estações por meio de um armazém. Os recipientes são substituídos quando estão vazios e sua quantidade muda em relação à variedade de produtos (Kilic e Durmusoglu, 2015).

Já o abastecimento do modelo *Kanban* é definido por Faccio (2014) como um fornecimento contínuo, que consiste na manipulação de operadores, às vezes usando pequenos veículos de reboque conectados a vagões, para entregar peças armazenadas em recipientes apropriados do supermercado para estações de montagem e coletar recipientes vazios deles. Normalmente, a entrega é de acordo com um cronograma fixo e uma rota para cada operador que atende certa parte do sistema. Depois de fazer suas entregas, os operadores de manipulação retornam ao supermercado para reabastecer sua próxima rota. Cada recipiente é normalmente associado a um cartão *kanban*, um cartão plástico contendo todas as informações necessárias para a produção e fornecimento das partes de um produto. Sempre que o recipiente na linha de montagem é esvaziado, o *kanban* é liberado e a reposição ocorre. Existem dois pontos de foco importantes no design do sistema de alimentação baseado em *kanban*, como a determinação do número de *kanban* e o design do supermercado (Faccio, 2014 *apud* Kilic e Durmusogl, 2015).

O modelo de abastecimento de *Kitting* requer que todos os componentes de um item sejam coletados antes de serem enviados para a montagem. Cada componente é coletado de um local de armazenamento utilizando de operações de seleção dentro do supermercado e, em seguida, colocado em um recipiente projetado para armazenar todas as peças do kit. Uma vez concluído, o kit do produto é movido para a linha de montagem de acordo com a sequência de produção (Faccio, 2014). Um processo de *kitting* inclui várias atividades, incluindo a preparação da lista de materiais do produto, *picking* das peças, contagem das peças ou pesagem para garantir o número certo de peças, verificação de qualidade final, compilação da lista de peças em falta, armazenamento temporário do kit, entrega na linha de montagem, etc. A maioria das atividades de preparação do kit são realizadas manualmente e são propensas a erros (Caputo, Pelagagge e Salini, 2017).

Assim, o kit é um grupo específico de componentes e subconjuntos que, em conjunto, suportam as operações de montagem determinadas para um determinado produto final (Kilic e Durmusogl, 2015).

O abastecimento do modelo *kitting* oferece oportunidades para uma melhor qualidade e produtividade em comparação com outras políticas de alimentação de linha, as peças estão prontamente disponíveis, verificadas, pré-posicionadas em uma ordem lógica e podem ser removidas rapidamente do recipiente. O erro do montador (isto é, escolher a peça errada) é mais provável em uma política de suprimento contínuo, no qual o operador deve escolher o recipiente correto do componente. No entanto, a preparação de um kit envolve uma série de tarefas que

consomem tempo e são propensas a erros, para evitar isso uma sequencia de atividades são necessárias (Caputo, Pelagagge e Salini, 2017). A preparação do kit pode ser um trabalho fisicamente estressante, devido a movimentos repetitivos, e isso aumenta a probabilidade de erros (Christmansoon *et al.*, 2002).

D Luo *et al.* (2017) também salientam que devido às diferenças na frequência de uso de componentes diferentes, as características, diferentes tipos de peças precisam ser combinados com diferentes estratégias de distribuição. Isso pode melhorar a eficiência geral da distribuição, reduzir o estoque e nivelar o fluxo de material.

Dependendo da diminuição da quantidade de WIP, é necessário menor espaço no *kitting* e é vantajoso aplicar *kitting* em situações que incluam variantes de produto elevadas. Por isso, existem vantagens e desvantagens do *kitting* quando comparados à *line-side stocking*. As vantagens podem ser listadas como (Limere *et al.*, 2012):

- ✓ diminuição do nível de estoque;
- ✓ menor tempo de viagem do operador para recuperar peças;
- ✓ menor tempo para procurar as peças necessárias;
- ✓ maior facilidade para programar o reabastecimento do kit do que programar o reabastecimento em massa;
- ✓ As condições ergonômicas podem ser melhoradas como o *kitting*.

Como afirma Faccio (2014), os erros no processo de preparação do kit ou a ocorrência de peças defeituosas nos kits podem causar paradas na produção ou problemas de qualidade (Kilic e Durmusoglu, 2015). Pode também aumentar os tempos de paradas da linha em caso de qualquer problema na cadeia de suprimentos ou em um refugo e resultados críticos devido a um erro na preparação do kit. Um sistema híbrido pode ser a solução para abordar algumas vantagens de ambos os sistemas (Usta, Oksuz e Durmusoglu, 2017).

Além dos modelos citados, as políticas de alimentação híbridas que incorporam o uso de mais de uma política de alimentação ao mesmo tempo também são analisadas em alguns estudos recentes como: (Caputo e Pelagagge, 2008; Caputo e Pelagagge, 2011; Limere *et al.*, 2012; Faccio, 2014; Kilic e Durmusoglu, 2015).

Embora ainda haja necessidade de pesquisas adicionais sobre esse campo, alguns fatores são declarados efetivos na seleção de políticas de alimentação (Kilic e Durmusoglu, 2015).

Os fatores relacionados são:

- ✓ o impacto do volume, variedade e tamanho do produto e componente;
- ✓ o impacto do armazenamento de componentes e do manuseio de materiais;
- ✓ o impacto do controle da produção; e
- ✓ o impacto da escolha do sistema no desempenho operacional.

Hua e Johnson (2010) destacam que estudos detalhados de casos que documentam a conversão de *kitting* para estoque de linha ou vice-versa seriam especialmente úteis nos estágios iniciais da investigação desses problemas. Estes estudos devem investigar: (1) os problemas com o sistema anterior que causaram a necessidade de mudança, (2) os motivos pelos quais existiam os problemas, (3) o processo de conversão seguido, (4) os problemas encontrados com a conversão (5) a melhoria ou degradação do desempenho que ocorreu após a conversão, e (6) os motivos pela qual a melhoria ou a degradação do desempenho ocorreu.

A literatura de pesquisa sobre *kitting versus* estoque de linha é relativamente escassa, com algumas pesquisas mostrando *kitting* para ser superior à meia de linha e outras pesquisas mostrando o contrário.

2.4. *Kaizen*

Conforme Araújo *et al.* (1997) *apud* Soares (2014), “define-se *kaizen* como a melhoria contínua não só de processos, sistemas, rotinas e ambiente, mas também, em especial, de pessoas”. *Kaizen* é a melhoria contínua de um fluxo de valor ou de um processo individual, a fim de se agregar mais valor com menos desperdício.

Para Rother *et al.* (1999), há dois níveis de *kaizen*:

- ✓ *Kaizen* de sistema ou de fluxo, que enfoca no total de valor, dirigido ao gerenciamento;
- ✓ *Kaizen* de processo, que enfoca em processos individuais, dirigido a equipes de trabalho e líderes de equipe.

Segundo Martins *et al.* (2006), o *kaizen* foi introduzido na administração a partir de 1986, por Masaaki Imai, e tem sido associado à ideia de melhoria contínua, não só no trabalho como também no lar e na vida social.

3. Procedimentos metodológicos

3.1. *Análise bibliométrica*

Para a revisão da bibliografia utilizou-se a definição das palavras-chave e aplicou-se o filtro “*lean* and *logistic*” no Portal de Periódicos CAPES/MEC para determinar as bases de

dados que seriam usadas no estudo de caso. Essa busca apresentou um total de 53.286 publicações listadas, 97% destas, estão concentradas em três bases de dados: *Scopus* (36%), *One File* (35%) e *Web of Science* (26%).

A base Scopus forneceu a maior quantidade de publicações, os dados levantados nesta base foram aplicados na ferramenta VOSviewer para análise de correlações.

Correlação de palavras-chave Scopus

A figura 1 mostra que há quatro principais clusters organizados:

- ✓ O *cluster* amarelo correlaciona pesquisas da área operacional de logística (*inventory control, ships*, controle de produção, planejamento e outros);
- ✓ No *cluster* verde estão concentrados os estudos operacionais do chão de fábrica propriamente dito (produção, montagem, *just in time*, automação, fabricação e outros). É importante notar que o *cluster* amarelo e o *cluster* verde estão sobrepostos, pois ambos tratam sobre assuntos operacionais;
- ✓ O *cluster* vermelho também está mais próximo dos *clusters* citados anteriormente, este trata sobre assuntos estratégicos (*supply chains*, sustentabilidade, impacto ambiental e outros) e;
- ✓ No *cluster* azul estão os assuntos relacionados a ferramentas e modelos científicos (modelos logísticos, redes neurais, algoritmos e outros).

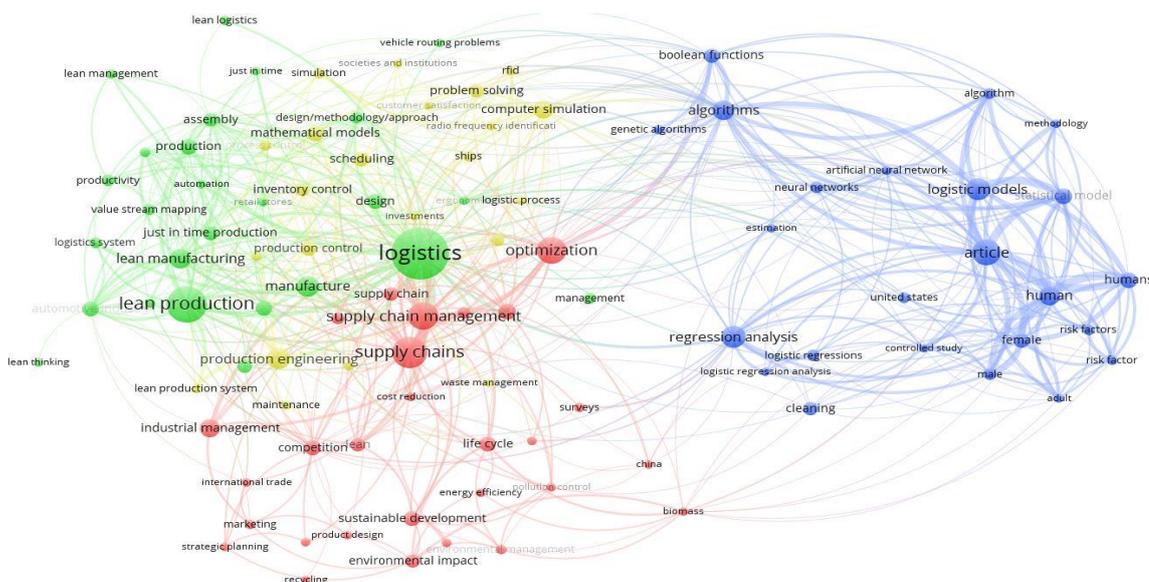


Figura 1 - Correlação das palavras-chave - Scopus.

Para elaboração do artigo com utilização de pesquisas mais recentes no assunto foram utilizados a busca na base da CAPES em *Assembly Line and Lean supply*, dos últimos cinco anos, nessa nova pesquisa foram identificados os estudos relacionados na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 - Artigos estudados

Título	Autores	Ano de publicação
An empirical assessment of the performances of three line feeding modes used in the automotive sector: line stocking vs. kitting vs. Sequencing	Sali, M., Sahin, E. & Patchong, A.	2014
The impact of production mix variations and models varieties on the parts-feeding policy selection in a JIT assembly system	Faccio, M.	2014
Advances in assembly line parts feeding policies: a literature review	Kilic, H. S., & Durmusogl, M. B.	2015
Planning models for continuous supply of parts in assembly systems	Caputo, A. C., Pelagagge, P. M., & Salini, P.	2015
Aplicação de ferramentas Lean para melhoria do sistema de movimentação interna de materiais em uma planta da indústria automobilística	Costa, T. H. G., & Costa, S. E. G	2016
Research on simulation based material delivery system for an automobile company with multi logistics center	D Luo <i>et al</i>	2017
Design methodology for a hybrid part feeding system in lean-based assembly lines	Usta, S. K., Oksuz, M. K., & Durmusoglu, M. B.	2017
Modeling Human Errors and Quality issues in Kitting Processes for Assembly Lines Feeding	Caputo, A.C., Pelagagge, P.M., & Salini, P.	2017
A criticality analysis of kitting processes.	Caputo A.C., Pelagagge P.M., & Salini, P.	2017

3.2. Metodologia utilizada

Este trabalho se caracterizou como um estudo de caso descritivo, por realizar um diagnóstico da empresa estudada, ter um interesse prático no tema em questão e ter seus resultados aplicados na solução de problemas ocorridos na organização. Para a coleta de dados deste trabalho foi realizada a análise de documentos internos da empresa como relatórios manuais de implantação, apresentações à diretoria e congressos externos, após a obtenção dos dados necessários para a pesquisa, estes foram analisados e interpretados. Também foram realizadas entrevistas com o gestor da área, bem como com a equipe técnica de implantação logística.

Este artigo foi construído utilizando a metodologia Estudo de Caso, aplicado em uma indústria metal-mecânica situada na região Sul do Brasil, segundo Gil (2010), um estudo de caso consiste no estudo profundo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento e pode ser combinado a uma revisão da literatura disponível.

Por fim, a avaliação de resultados das ações implementadas foi apresentada, quando possível, quantitativamente e para os casos em que esses indicadores não se aplicaram, avaliou-se qualitativamente. Os dados foram analisados com base nos referenciais teóricos e experiência dos operadores e equipe técnica da logística da empresa.

Para implantação do novo modelo proposto na organização foi utilizada a metodologia *Kaizen*, com semanas focadas nas alterações de bordo de linha e supermercado, treinamento da equipe no novo processo e levantamento de melhorias para aumento de produtividade.

As atividades do *kaizen* na empresa mantém o fluxo conforme mostra a Figura 2, que contemplam todas as macro atividades desenvolvidas na transição para o novo modelo de abastecimento de linha.

QUANTIDADE DE COMPONENTE POR CAIXA	•A QUANTIDADE MÁXIMA DE COMPONENTES DEVERÁ SER FEITA EM TODOS OS MODELOS DE CAIXA.
DETERMINAR CAIXA APROPRIADA	•DETERMINAR A CAIXA MAIS APROPRIADA E SUAS QUANTIDADES PARA CADA UM DOS COMPONENTES.
CAPACIDADE ATUAL DAS CÉLULAS	•MONTAR PLANILHA DEMONSTRANDO A CAPACIDADE ATUAL DAS CELULAS AVALIADAS.
TREINAMENTO	•DESENVOLVER TREINAMENTO COM FOCO EM NIVELAR O CONHECIMENTO DOS PARTICIPANTES.
BORDO DE LINHA	•CONSISTE EM DEFINIR A POSIÇÃO NO BORDO DE LINHA PARA CADA UM DOS COMPONENTES DE 100% DOS PRODUTOS .
COMPONENTES JUNTO	•DEFINIR O MELHOR MÚLTIPO DE COMPONENTE LEVANDO EM CONSIDERAÇÃO O VOLUME DE FABRICAÇÃO E AS PRODUÇÕES HORÁRIAS.
LAYOUT	•DESENVOLVER PELO MENOS TRÊS PROPOSTAS DE LAYOUT PARA A ÁREA DISPONÍVEL
CÁLCULO DO SUPERMERCADO	•GERAR CÁLCULOS PARA DEFINIR QUANTIDADE DE CAIXAS QUE PERMANECERÃO NO SUPERMERCADO
CÁLCULO DA ROTA	•REFAZER CÁLCULO PARA ASSEGURAR QUE O MIZUSUMASHI SUPRIRÁ A NOVA CARGA DE TRABALHO.
ENDEREÇOS SUPERMERCADO	•ALOCAR ENDEREÇOS DO SUPERMERCADO PARA NOVOS ITENS.
GESTÃO VISUAL	•COMPRA E CONFECÇÃO DE TODA A PARTE DE GESTÃO VISUAL DAS CÉLULAS

Figura 2 - Fluxo *Kaizen* de bordo de linha

4. Estudo de caso

A empresa estudada iniciou a implantação da cultura *Lean* em 2004, buscando melhoria dos seus processos e como consequência, redução de custos e excelência no atendimento aos clientes. Houve mudanças em todas as etapas do processo de fabricação, mas nesse trabalho

serão descritas as ocorridas no fluxo de abastecimento de linha de montagem ou logística interna. O modelo de abastecimento das linhas de montagem inicial era totalmente manual e sob a responsabilidade da área de produção, normalmente tinha-se um ou mais operadores por célula para essa atividade e as preparações eram realizadas em kits, ou seja, eram separados 100% dos componentes para montagem do produto final. Os operadores responsáveis por estas tarefas estavam alocados na mão de obra direta da fábrica, nos vários centros de custos da produção e eram responsáveis também pela gestão da linha de montagem. Cerca de 70% do tempo desses operadores era utilizado para abastecimento da linha, eram também os líderes das células de montagem, dessa forma, a gestão da produção não tinha um bom acompanhamento dos mesmos, em qualidade, utilização e eficiência, visto que boa parte do seu tempo era destinada para separação de componentes.

Foi então elaborado um sistema de armazenamento em *flow racks* e abastecimento por rotas padronizadas, que apresentou um ganho de produtividade em relação ao modelo inicial, esse segundo modelo concentrou todas as pessoas ligadas à armazenagem e movimentação na área de logística. Para implantação dessas rotas de abastecimento houve também a necessidade de aumentar o tamanho das células de produção para que pudessem suportar uma quantidade maior de componentes e assim, possibilitar que a célula não parasse entre uma rota e outra.

4.1. Modelo implantado

Para implantação do novo modelo de logística interna, foram utilizados os conceitos de supermercado central, bordo de linha, plano para cada peça, *kanban*, rotas internas e nivelamento de linha.

O esquema da Figura 3 resume o fluxo do processo implantado, que é composto pelos processos conforme detalhados abaixo.

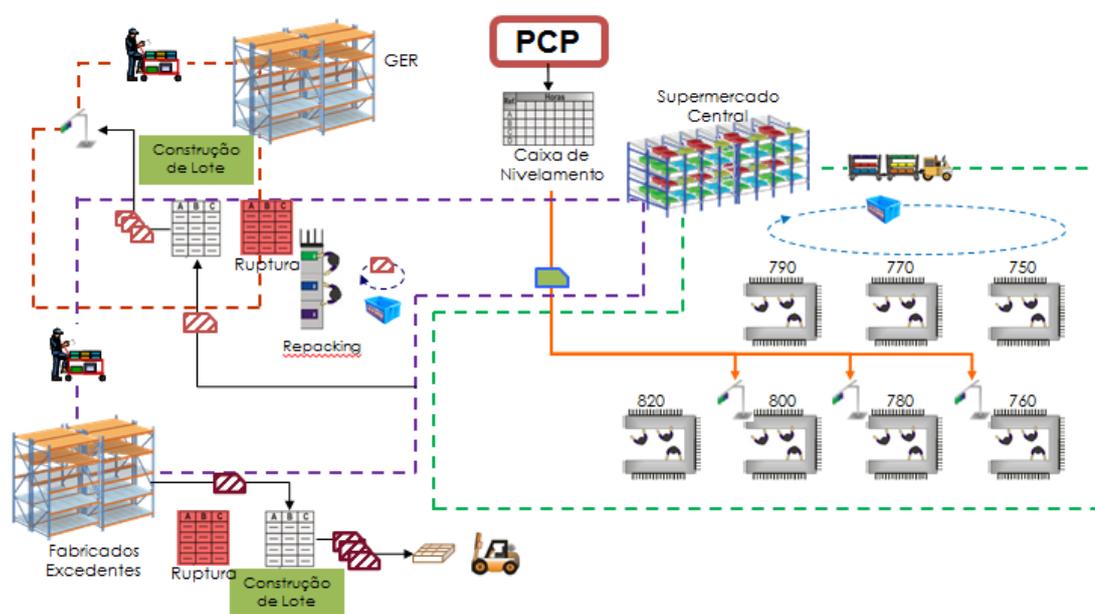


Figura 3 - Fluxo do modelo implantado

- Abastecimento do supermercado central por um almoxarifado de itens comprados (GER): essa necessidade de abastecimento é informada pelo cartão *kanban* físico, que a cada consumo do item no supermercado é colocado num local pré-definido, por rota externa é coletado e entregue no almoxarifado central de itens comprados. Existe a necessidade de *repacking* de alguns itens para a caixa e quantidade de peças por caixa padrão, conforme PPCP, visto que não são entregues pelos fornecedores externos nesse padrão pré-definido. Os itens que foram consumidos pelo supermercado e que não tem saldo no almoxarifado para reposição são colocados num quadro de ruptura para aguardar o recebimento do material. Para alguns itens de alta demanda, que possuem uma grande quantidade de caixas no supermercado, os cartões são colocados num quadro de construção de lote e a cada condensação (formação do lote) de uma quantidade específica (conforme informado no quadro por item), é então enviado ao almoxarifado para requisição, para que não sejam coletados os mesmos itens diversas vezes, evitando movimentações desnecessárias.

- Abastecimento do supermercado por um almoxarifado de componentes fabricados: esse processo é similar ao abastecimento de peças compradas conforme descrito, exceto que nesse fluxo não existe a necessidade de *repacking*, pois os itens são enviados pelos fornecedores internos conforme PPCP de cada item.

- Quadro de nivelamento: onde as ordens de produção são colocadas pelo nivelador do PCPM, de acordo com os tempos de rota x tempo de ciclo da produção. Os operadores da logística retiram essa informação do quadro, coletam os componentes necessários para a ordem

no supermercado central, quando necessário, e entregam a ordem e componentes nas células de montagem, por rotas específicas para cada conjunto de linhas de montagem.

4.1.1. Etapas do modelo implantado

Conforme explicado nos tópicos anteriores, os processos do modelo implantado foram estruturados nas etapas do fluxo *kaizen* e elaborados conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Processos utilizados na implantação

Processo	Método	Conceitos
Plano para cada peça	Elaborado para a definição da caixa KLT padrão e quantidade de peças por caixa de cada componente, considerando a demanda do item, múltiplo da linha, peso da caixa (ergonomia)	Repacking, padrão, PPCP
Supermercado central	Flow racks de armazenamento para que todos os componentes estejam próximos do operador da logística para coleta. O cálculo da quantidade de caixas de cada item por endereço é realizado baseado na demanda mensal do item e alocado em torno de cinco dias de demanda do mesmo no endereço fixo	Cartão kanban, Almoarifado descentralizado
Reabastecimento do supermercado	Por meio de cartões kanban nas caixas KLT que identificam o item e endereço no supermercado e a cada consumo o cartão é enviado por rota para o almoarifado de origem	Rotas padronizadas

4.1.2. Modelos de abastecimento de linha

O abastecimento das linhas de montagem é realizado por meio do cartão *kanban* de bordo, por definição foram criados três modelos de abastecimento das linhas de montagem, com foco na produtividade da logística e montagem e facilidade de comunicação entre as áreas.

O estudo utiliza o modelo proposto por Coimbra (2009), que traz o conceito de suprimento aplicado ao bordo de linha e apresenta a necessidade de definição se todas as peças estarão disponíveis ou se algumas serão fornecidas em sequência para a produção. Tendo todas as peças disponíveis, é chamado de abastecimento *kanban* (fornecimento contínuo), já com algumas peças na sequência necessária para a produção se denomina junjo (fornecimento sequenciado).

A palavra *kanban* significa cartão, é um cartão que representa uma ordem de material de um cliente para um fornecedor.

As informações básicas impressas no cartão *kanban* são:

- ✓ Identificação do material: código e descrição do item;
- ✓ Identificação do cliente: Endereço de entrega no bordo e código da célula;

- ✓ Identificação do fornecedor: Endereço de coleta no supermercado;
- ✓ Quantidade a ser fornecida: Quantidade padrão de peças por caixa do item.

O loop *kanban* é iniciado em um local de estoque do cliente, nesse caso, o bordo de linha. A peça está disponível para ser reabastecida quando o estoque atinge o nível de abastecimento, que é igual a Demanda durante o tempo de reposição + estoque de segurança. No fluxo do bordo de linha, a caixa vazia identificada com o cartão *kanban* de bordo é disponibilizada pela montagem no retorno do bordo, o operador logístico recolhe a mesma e identifica a necessidade de reposição.

Junjo é a palavra japonesa para sequência. O método junjo pode ser usado para fornecer peças individuais de acordo com uma lista sequenciada. Em um kit, é gerada uma lista de *picking* para cada caixa e cada uma recebe um número, que é geralmente um vagão do comboio de transporte (*mizusumashi*). O loop do Junjo só irá funcionar se a sequência é congelada durante o lead time.

De acordo com essas definições os três modelos básicos de abastecimento de linha foram definidos na empresa e implantados conforme abaixo, para criação dos modelos foram elaborados híbridos entre *kanban*, *kiting* e estoque ao lado da linha e em todos os casos houve uma transição de kit preparado pela produção para o novo modelo escolhido.

MODELO KANBAN: Abastecimento contínuo e sempre dos mesmos componentes, tendo um local fixo para cada um deles no bordo de linha por um endereço fixo do cartão *kanban*. Os itens *Kanban* ficarão sempre no bordo de linha independente do produto a ser montado.

Esse modelo de abastecimento é o mais ágil e produtivo para a logística de abastecimento, pois trata-se da troca de caixa cheia por caixa vazia, conforme cartão. Porém, limita-se a itens de alto giro e alto compartilhamento na célula de montagem, visto que quanto mais itens *kanban* no bordo, maior o tamanho do mesmo e talvez improdutividade do operador da montagem, caso necessite de maior deslocamento do que o necessário, aumentando o tempo de ciclo da peça montada. Assim, sempre que possível todos os itens de um bordo de linha devem ser *kanban*.

MODELO KAPAN/JUNJO: Esse modelo possui no bordo de linha itens *kanban*, conforme descritos acima e itens junjo, que são componentes que variam conforme o produto a ser montado, tendo um local fixo para a entrada sequenciada dos mesmos. Esses itens também

possuem um tempo ágil para a coleta, visto que a quantidade de peças por caixa definida é sempre múltiplo da ordem de produção, portanto, a coleta é realizada sempre da caixa cheia, sem sobra de material na célula de montagem. Porém, há a necessidade de troca desses itens a cada nova ordem de produção na linha, sendo então, um tempo de abastecimento um pouco maior que os itens *kanban*, também muitas vezes para criação do múltiplo da ordem de produção, muitos itens têm a caixa subutilizada. Esse modelo de coleta é utilizado para produtos em linhas de alto volume, mas que alguns componentes específicos não são compartilhados nos produtos, tendo a necessidade de compartilhar endereços no bordo para reduzir o tamanho da célula e evitar deslocamento desnecessário do operador da montagem.

MODELO KIT JUNJO: Nesse modelo de abastecimento todos os componentes variam conforme o produto a ser montado na próxima ordem de fabricação, sem local fixo para cada componente. Os itens são abastecidos em vagões pela logística e o setup da célula é feito pela montagem, pois são linhas de menor demanda e com produtos geralmente de montagem mais lenta. Para as linhas desse modelo, a coleta é realizada mediante uma listagem de componentes e quantidade usada, conforme sistema customizado internamente. Esses componentes são coletados no supermercado na quantidade exata para a ordem, para não gerar retorno da linha, visto que todos os componentes serão alterados no próximo produto da mesma célula. É um método mais lento de coleta, que exige mais atenção e menor produtividade dos operadores da logística, mas é utilizado em função das células de menor demanda (curva C) possuírem lotes pequenos de produção e pouca familiaridade entre os componentes, impossibilitando uma padronização junjo e itens *kanban*, visto que são necessários vários produtos diferentes para completar a carga máquina da célula.

Para maior efetividade na implantação da proposta, foi criado o quadro de nivelamento, com as ordens sequenciadas pelo PCPM para a logística coletar e abastecer a montagem, considerando o tempo de rota e o nivelamento da linha.

Quadro de nivelamento: É o elo de comunicação entre o PCPM (Planejamento e Controle de Produção e Materiais), a Produção e a Logística, que contém a programação diária das células de montagem.

1. O PCPM libera a ordem de produção;
2. PCPM imprime a programação e a coloca na caixa de nivelamento;
3. O Operador de Logística pega a Ordem, coleta o material de acordo com a mesma e leva até a célula, colocando a ordem no sequenciador da célula;

4. A célula produz seguindo a sequência da ordem de produção.

4.2. Resultados obtidos

Conforme proposto na metodologia *lean* e exposto na revisão bibliográfica, o novo processo trouxe muitos resultados para a empresa, conforme Figura 4, e a combinação de todos os pontos descritos gerou um Ganho médio de 50% de Produtividade homem/hora nas células implantadas.

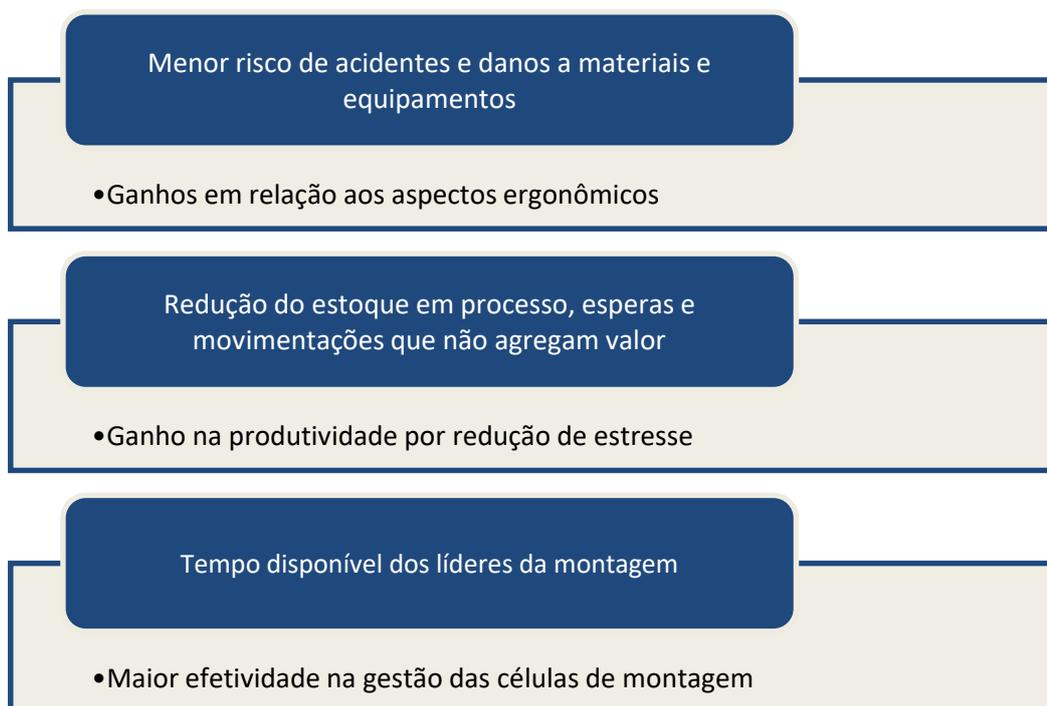


Figura 4 - Ganhos obtidos com o novo processo

Os ganhos foram gerados pela eliminação de desperdícios na montagem mapeados durante a semana *kaizen*, como ferramentas impróprias, materiais desnecessários, formato da bancada, ergonomia, balanceamento das operações, maior foco do líder da montagem em controle de qualidade e produtividade, em virtude da liberação de tempo que antes era utilizado para abastecimento da célula e redução na quantidade de operadores dedicados para o abastecimento da linha, com a utilização dos métodos de *kanban* e *kit*. Na Tabela 3 é possível verificar a meta pré estabelecida para uma linha de montagem durante a definição do *kaizen* e o resultado realmente atingido.

Tabela 3: Ganhos do kaizen de montagem

INDICADOR	META	RESULTADO
ESPAÇO OCUPADO	REDUZIR 40%	REDUZIDO 40,5%
PRODUTIVIDADE	AUMENTAR 35%	AUMENTADO 59,8%

Fonte: Elaborado pela empresa

Apesar dos ganhos mencionados, após e durante a implantação do novo modelo algumas dificuldades foram detectadas que não estavam mapeadas nos riscos iniciais do projeto, essas barreiras não foram identificadas nos estudos realizados, portanto a equipe buscou soluções que serão apresentadas conforme objetivo principal do artigo.

Devido à quantidade de itens de baixa demanda no *mix* atual da empresa e a quantidade de itens novos lançados anualmente, a área ocupada pelos *flow racks* do supermercado foi superior à projetada inicialmente, com a necessidade de aumento da área planejada. Portanto, foi elaborado um projeto em paralelo para descontinuidade de produtos e componentes, para melhor manutenção do estoque e redução da área ocupada pelos mesmos.

Foi necessária também, uma proposta para a coleta de itens de baixa demanda, visto que esses componentes ocupavam espaço no supermercado, que é uma área nobre localizada em frente à linha de montagem, sendo que os itens de alta demanda por sua vez não continham a quantidade suficiente no supermercado por falta de espaço. Para tratativa desses itens de baixa demanda, foi elaborado um sistema de requisição na quantidade exata para a ordem de produção no momento da programação, esses são coletados e enviados direto para a linha de montagem, portanto, foi eliminada uma movimentação (endereçamento no supermercado).

Outro ponto observado, é que a manutenção dos cartões *kanban* é totalmente manual, com a necessidade de impressão dos cartões e plastificação e posterior troca dos mesmos no circuito. Também, os cartões se perdem com frequência no fluxo, causando ruptura do supermercado e/ou bordo de linha. O cartão *kanban* físico é um processo frágil, que muitas vezes mantém informações incorretas no fluxo de informação do processo, pois os cartões se perdem no circuito e muitas vezes reaparecem, já com informações antigas e desatualizadas.

Devido a isso, uma auditoria mensal dos cartões é essencial para a continuidade do processo, também foi sugerida uma análise de implementação de um sistema para substituição dos cartões físicos.

Como todo o modelo foi elaborado com foco em agilidade, produtividade e na simplicidade do *lean*, possui uma comunicação por cartões *kanban* e troca de caixas. Como esses cartões são manuais, existe falta de controle das movimentações geradas, falta de comunicação online entre depósitos, o que muitas vezes leva a baixa acurácia e conseqüentemente dificuldade no planejamento da produção. Por exemplo, os itens possuem saldo no almoxarifado, mas não se pode encontrar a localização correta do mesmo no armazém ou bordo de linha. Atualmente, com a necessidade de maior agilidade para atendimento ao cliente, essa falta de informação online muitas vezes atrasa a informação de um pedido ao cliente.

O ponto mais importante analisado é de que a cultura da empresa precisa ser construída para o *lean*, e esse é o primeiro ponto destacado para a correta implantação de processos *lean*, seja na logística ou na manufatura. As ferramentas não podem ser implantadas isoladamente, sem antes existir um entendimento da importância do novo processo em todos os níveis hierárquicos e um objetivo comum para todos. O não cumprimento do padrão impacta fortemente no fluxo proposto. Muitas aplicações atuais mantêm o foco nas ferramentas *lean*, esquecendo-se da mudança cultural e de padrões e da forte disciplina que o sistema exige o que não sustenta a manutenção do processo. Desse modo, é importante entender que o importante na implantação desse sistema é o ganho global da organização, pois muitas vezes as ineficiências são incorporadas na área da logística, precisando então, de trabalhos de produtividade para a continuidade do processo como um todo. Da mesma forma, foi necessária uma mudança cultural e da gestão para estabelecer o cumprimento do padrão, já que muitas atividades são agregadas a logística interna.

E o último ponto de dificuldade na implantação do processo, é a necessidade de analisar cada célula e sua particularidade específica, adaptando o modelo e os conceitos de rota, abastecimento de bordo e supermercado para cada uma, pois cada particularidade potencial exige uma adaptação do modelo. Pode-se observar que os maiores resultados obtidos estão nas linhas de maior giro e que possuem maior quantidade de itens *kanban*, pois são linhas de abastecimento rápido e fácil manutenção, porém, são as linhas de maior atenção no *kaizen* devido ao alto volume produzido e de grande quantidade de produtos que são entregues ao

cliente final. Por outro lado, as linhas de baixo giro (kit junjo) são linhas que devem ter seus conceitos adaptados e bem analisados, pois em função da variedade de componentes e método de coleta, podem impactar negativamente na produtividade da logística interna e trazendo paradas de linhas por ruptura da logística. Para otimização desses casos na empresa muitos itens são requisitados no momento da alocação da ordem de produção e os mesmos são entregues pelo almoxarifado na quantidade exata, reduzindo uma movimentação e melhorando esse processo mais lento, evitando uma nova coleta pela logística de abastecimento de linha.

Conforme aspectos citados, os principais pontos identificados na implantação do sistema que devem ser revisados e utilizados com atenção para uma implantação eficaz são relacionados na Figura 5.

				
Método específico para itens baixa demanda	Auditoria mensal de cartões kanban	Mudança na cultura e gestão lean	Analisar a particularidade de cada linha de montagem	Monitoramento e controle das movimentações e acurácia

Figura 5 - Pontos importantes na implantação de um sistema de abastecimento de linha

5. Considerações finais

Conforme mencionado nos resultados obtidos, foram detectadas dificuldades no controle e acurácia do estoque no processo do supermercado e componentes fabricados, tal problema é enfrentado em almoxarifados e eliminado com a implantação de um software de gerenciamento de armazéns (WMS). Essa falta de acurácia dificulta o planejamento da produção, pois o saldo disponível não é real, gera improdutividade dos operadores na coleta, reprogramações pelo PCPM e muitas vezes, atraso na entrega ao cliente.

Para novos estudos, propõe-se uma análise da utilização de um software de gerenciamento de estoque em processo, como fonte de informação e maior acurácia, possibilitando o controle dos itens nos endereços e conferência de saldo, porém, um grande desafio é esse controle, sem impactar no ganho de produtividade do sistema.

Também, verificou-se a oportunidade de análise e proposta para negociação com fornecedores para adequar os itens comprados conforme PPCP, para eliminar a atividade de *repacking*, principalmente de itens importados e alto volume, o que gera grande demanda de atividades de manuseio, podendo até existir uma negociação com o fornecedor para que a caixa do item importado seja nas dimensões das caixas KLT.

Algumas dificuldades foram encontradas no decorrer do novo processo, que demandaram novas ações da equipe do projeto, conforme listadas, o que ressalta a necessidade de uma análise de risco e ações de contramedida em projetos de implantação do *Lean*. Por fim, o trabalho teve um desempenho positivo para a fábrica, cumprindo a sua ideia inicial. A organização do processo, assim como também as práticas de *Lean*, levou a uma redução das perdas e aumento de produtividade.

Como o mercado aponta cada vez mais para uma diferenciação e variedade maior de produtos, o crescimento da empresa está ligado a um crescimento em espaço de fábrica e número de pessoas para a movimentação de materiais o que pode comprometer a competitividade.

O estudo verificou a importância da metodologia *Lean* no setor de logística interna, em uma empresa do setor metal-mecânico, com utilização dos conceitos de supermercado, *kanban*, *kaizen*, rotas de abastecimento e bordo de linha. O novo processo apresentou ganhos significativos e mensuráveis para a empresa como um todo. Tais resultados enfatizam o valor que deve ser dado à produção *lean*, mesmo nos setores que não há produção propriamente dita, como na logística interna. Algumas dificuldades foram encontradas no decorrer do novo processo e demandaram novas ações da equipe do projeto, conforme listadas. Por fim, o trabalho teve um desempenho positivo para a fábrica, cumprindo a sua ideia inicial. A organização do processo, assim como também as práticas de *Lean*, levou a uma redução das perdas e aumento de produtividade. Também, propostas de novos estudos foram salientadas, para a manutenção do processo e melhoria contínua da logística *lean* adaptada à realidade de cada empresa.

REFERÊNCIAS

Boisson, PAR. (2008). *Logística Lean: conceituação e aplicação em uma empresa de cosméticos*. Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC RIO, Rio de Janeiro.

-
- Boysen, N, & Emde, S. (2014). Scheduling the part supply of mixed-model assembly lines in line-integrated supermarkets. *European Journal of Operational Research*, 239. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.05.029>.
- Caputo, AC, Pelagagge, PM, & Salini, P. (2015). Planning models for continuous supply of parts in assembly systems. *Assembly Automation*, 35(1): 35-46. <https://doi.org/10.1108/AA-05-2014-040>.
- Caputo AC., Pelagagge PM., & Salini, P. (2017). A criticality analysis of kitting processes. *XXII Summer School "Francesco Turco" – Industrial Systems Engineering*.
- Caputo, AC, Pelagagge, PM, & Salini, P. (2017). Modeling Human Errors and Quality issues in Kitting Processes for Assembly Lines Feeding, *Computers & Industrial Engineering* <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2017.04.004>
- Carara, B, & Treter, FM. (2012). Implementação de Rota Logística Lean para o Abastecimento Interno de Materiais: Estudo Empírico em uma Empresa do Setor Metal Mecânico. *XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. 15 a 18 de outubro de 2012, Bento Gonçalves, RS, Brasil.
- Christmansoon, M, Medbo, L, Hansson, GA, Ohlsson, K, Unge Byström, J, Möller, T, & Forsman, M. (2002). A case study of a principally new way of materials kitting: An evaluation of time consumption and physical workload, *Int. J. of Industrial Ergonomics*, 30: 49-65.
- Cristopher, M. (1997). *Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para redução de custo e melhoria de serviço*. São Paulo: Pioneira.
- Coimbra, EA. (2009). *Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*. GembaKaizen.
- Costa, THG, & Costa, SEG. (2016) Aplicação de ferramentas Lean para melhoria do sistema de movimentação interna de materiais em uma planta da indústria automobilística. *Journal of Lean Systems*, 1(2): 90-106.
- D Luo *et al.* (2017). Research on simulation based material delivery system for an automobile company with multi logistics center. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 215. 012004 doi:10.1088/1757-899X/215/1/012004
- Faccio, M. (2014). The impact of production mix variations and models varieties on the parts-feeding policy selection in a JIT assembly system. *Int J Adv Manuf Technol*. <https://doi.org/10.1007/s00170-014-5675-0>.
- Gil, AC. (2010). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 5ª Ed.
- Harris, R, Harris, C, & Wilson, E. (2004). *Fazendo Fluir os Materiais*. 1 ed. São Paulo: Lean Institute Brasil.
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of operations management*, 25(2): 420-437. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.001>.
- Hua, SY, & Johnson, DJ. (2010). Research issues on factors influencing the choice of kitting versus line stocking, *International Journal of Production Research*, 48(3): 779-800, DOI: 10.1080/00207540802456802
- Kilic, HS, & Durmusogl, MB. (2015). Advances in assembly line parts feeding policies: a literature review, *Assembly Automation*, 35 (1): 57-68.
- Lean Institute Brasil. (2017). *Lean na Logística*. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/consultoria-lean-logistica.aspx>>. Acesso em: 12 de abril de 2017.
- Limère, V, Landeghem, HV, Goetschalckx, M, Aghezzaf, EH, & McGinnis, LF. (2012). Optimising part feeding in the automotive assembly industry: deciding between kitting and line stocking, *International Journal of Production Research*. <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2011.588625>.
- Monden, Y. (2015). *Sistema Toyota de Produção. Uma abordagem integrada ao just-intime*. Porto Alegre: Bookman.
-

Pejic, V, Lerher, T, Jereb, B, & Lisec, A. (2016). Lean and green paradigms in logistics: review of published research. *Transport Logistics*. DOI: [10.7307/ptt.v28i6.2078](https://doi.org/10.7307/ptt.v28i6.2078).

Radnor, ZJ, Holweg, M, & Waring, J. (2012). Lean in healthcare: the unfilled promise?. *Social science & medicine*, 74(3): 364-371. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2011.02.011>.

Rother, M, & Shook, J. (1999). *Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício*. São Paulo: Lean Institute Brasil.

Shingo, S. (1996). *O Sistema Toyota de Produção – do ponto de vista de Engenharia de Produção*. Porto Alegre: Artes Médicas.

Soares, JA. (2014). *Método de Implantação de Sistema de Abastecimento Enxuto para a Montagem de Eletrodomésticos: um Estudo de Caso. Florianópolis*. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programade Pós-Graduação em Engenharia Mecânica.

Tortorella, G, Marodin, G, Miorando, R, & Seidel, A. (2015). The impact of contextual variables on learning organization in firms that are implementing lean: a study in Southern Brazil, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 78(9-12): 1879-1892. <https://doi.org/10.1007/s00170-015-6791-1>.

Usta, SK, Oksuz, MK, & Durmusoglu, MB. (2017), Design methodology for a hybrid part feeding system in lean-based assembly lines. *Assembly Automation*, 37(1): 84-102.

Sali, M, Sahin, E, & Patchong, A. (2014). An empirical assessment of the performances of three line feeding modes used in the automotive sector: line stocking vs. kitting vs. sequencing, *International Journal of Production Research*, DOI: [10.1080/00207543.2014.944630](https://doi.org/10.1080/00207543.2014.944630)

Womack, J, & Jones, DT. (2003), *Lean Thinking*, Simon & Schuster, New York, NY.

Womack, PJ, Jones, DT, & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World—The Story of Lean Production*. Harper Perennial.