

## Movimentação *Lean* aplicada em um processo de manufatura por projeto

### Lean material handling system applied to an order manufacturing process

---

Elisa Henning\* – [elisa.henning@gmail.com](mailto:elisa.henning@gmail.com)  
Mariana Holz Scarpellini Bernardo\* – [marianaholz@hotmail.com](mailto:marianaholz@hotmail.com)  
Olga Maria Formigoni Carvalho Walter\* – [olgaformigoni@gmail.com](mailto:olgaformigoni@gmail.com)

\*Universidade do Estado de Santa Catarina – (UDESC), Joinville, Santa Catarina

---

#### Article History:

Submitted: 2016 - 04 - 15

Revised: 2016 - 07 - 08

Accepted: 2016 - 09 - 01

---

**Resumo:** Indústrias que operam em mercados altamente competitivos percebem a necessidade de criarem estratégias de melhorias e redução de custos, devido as transformações que estão afetando diretamente a economia mundial. Assim, buscam métodos para adaptarem a atual realidade e manterem-se no mercado, de forma a atender a necessidade do cliente. É neste contexto que a movimentação *Lean* de materiais ganha destaque, pois a partir de um processo enxuto onde informações e materiais fluem de forma contínua, melhorias nas atividades de produção e redução na aquisição de materiais podem ser alcançadas. Este trabalho tem como objetivo propor melhorias na gestão dos elementos de fixação utilizados na montagem de máquinas fabricadas por uma indústria de manufatura por projeto. Por meio de um estudo de caso são levantadas informações sobre o cenário atual da empresa estudada, com destaque na relevância que os elementos de fixação possuem, identificação do *layout* e mapeamento do fluxo informações e materiais das atividades envolvidas no processo de abastecimentos destes componentes. Os resultados demonstram que com a aplicação deste projeto será possível reduzir 24% dos níveis de estoques e 70% do volume comprado ao ano, que representam uma redução de 10% em capital alocado em estoque e 67% em compra destes materiais.

**Palavras-chave:** Produção Enxuta, Manufatura por Projeto, Movimentação *Lean* de materiais, redução de estoque, Kanban.

**Abstract:** Industries operating in highly competitive markets realize the need to create improvement strategies and cost reduction, because the changes that are directly affecting the world economy. Therefore, they seek methods to adapt to the current reality and remain in the market, seeking to meet the needs of the client. In this context, stock management is extremely relevant because methods of manufacture improvements and reduction on supply acquisition can be reached through a lean process in which information and material flow continuously. This paper aims to propose improvements in stock management fasteners elements used on machines assembly. Using a case study conducted in a in a manufacturing project company, aiming the importance that fasteners elements have, identifying the layout and mapping the flow of information and materials necessary in the process supply. The results show that will be possible to reduce 24% of the total stock and 70% annual stock volume, representing a 10% reduction in allocated resources and 67% reduction in capital invested on these materials.

**Keywords:** Lean Manufacturing, Manufacturing by Project, Lean material handling, inventory reduction, Kanban

## 1. Introdução

Indústrias que operam em mercados altamente competitivos percebem a necessidade de criarem novas estratégias de melhorias e redução de custos para manterem-se no mercado, tendo como foco principal atendimento as necessidades do cliente (Sharma e Moody, 2003; Furletton et al., 2014).

Preocupar-se com a eficiência das operações em uma organização, não pode mais ser visto como diferencial e sim requisito necessário para que uma empresa permaneça no mercado de forma competitiva e rentável. Para Ohno (1997), eficiência na indústria moderna e nas empresas em geral, significa redução de custos. Na Toyota, como em todas as indústrias manufatureiras, o lucro só pode ser obtido com redução de custos.

A Produção Lean tem como característica principal a eliminação de desperdícios, o que conseqüentemente leva à redução de custos (Walter e Tubino, 2013). Baixar custos significa principalmente eliminar desperdício, ou seja, tornar os processos de fabricação contínuos e enxutos. Este é um dos principais desafios da manufatura, fazer com que seus processos fluam sem interrupções.

Uma importante abordagem para gerir os estoques é a utilização de um sistema Lean de movimentação de materiais. Esta metodologia tem por objetivo dar suporte adequado aos processos produtivos da empresa. Segundo dados do Lean Institute Brasil (2015), muitas empresas estão ganhando eficiência e produtividade com menores estoques, ao mesmo passo em que as paradas de produção por falta de materiais vêm reduzindo drasticamente, permitindo expressivas reduções dos custos totais.

Este artigo trata de um estudo sobre a implantação de um sistema Lean de movimentação de materiais aplicado a uma indústria de manufatura por projeto. Segundo Moreira (2009) cada projeto é único, não há fluxo de produto e sim tarefas sequenciadas ao longo do tempo, com pouca ou nenhuma repetitividade, possui longa duração e alto custo de produção. Atender as especificações do cliente faz com que grande parte dos insumos necessários sejam peças fabricadas conforme desenho técnico, de variedade extensa, em pequenas quantidades e com curto prazo de compras, resultando em altos custos de aquisição. Logo não devem ser mantidos em estoque, sendo comprados apenas quando necessários.

Já os materiais de utilização comum na maioria projetos, como elementos de fixação, têm uma difícil tratativa, pois estes também possuem uma variedade representativa, mas são consumidos em quantidades maiores. No entanto prever quais serão utilizados, quando serão necessários e em que quantidades, é sempre uma difícil tarefa para a empresa.

De acordo com o contexto apresentado, surge como norteadora para este trabalho, a seguinte pergunta ou questão de pesquisa: Os elementos de fixação poderiam fluir sob um sistema Lean de movimentação de materiais na empresa em análise, suprimindo de forma eficiente as necessidades de montagem com níveis de estoques menores que os atuais?

Desta forma, apresenta-se como hipótese, a diminuição do estoque médio de fixadores com a aplicação de um sistema Lean de movimentação de materiais aos elementos de fixação utilizados na montagem de máquinas. Opta-se em focar o estudo nos elementos de fixação, pois se acredita ter melhor eficácia no emprego desta metodologia quando aplicada a materiais de utilização comum nas atividades produtivas de uma empresa de manufatura por projeto. O objetivo deste artigo é propor melhorias na gestão de estoques dos elementos de fixação utilizados na montagem de máquinas fabricadas na empresa em análise.

Este artigo está estruturado em cinco seções. A fundamentação teórica é apresentada na seção 2; a seção 3 aborda os procedimentos metodológicos; na seção 4 estão os resultados e discussões das implementações. Por fim, na seção 5 são apresentadas as considerações finais.

## **2. Produção Lean**

### *2.1. Produção Lean: princípios e desperdícios*

Produção Lean é o termo utilizado por Dennis (2008) para designar a metodologia de manufatura criada pela Toyota, o Sistema Toyota de Produção (STP). O STP visa agregar valor ao cliente, eliminando desperdícios ao longo do processo. Seus objetivos fundamentais são a qualidade e a flexibilidade do processo, ampliando sua capacidade de produzir e de competir em um cenário globalizado.

Para Liker e Meier (2007) é possível reduzir o tempo entre o pedido do cliente e a sua entrega com a eliminação das perdas sem valor agregado, resultando em um processo enxuto que proporciona alta qualidade aos clientes a um baixo custo, dentro do prazo, permitindo as operações fluírem sem precisar manter grandes quantidades de estoque. Da mesma forma, Ohno (1997) destaca que fluxo no processo de manufatura tem por princípio analisar a linha do tempo entre o pedido do cliente e a sua entrega, identificar seus desperdícios, reduzi-los ou mesmo eliminá-los, e com isso diminuir esta linha do tempo tornando-se mais produtivo.

Conforme Sharma e Moody (2003) e Womack e Jones (2004) os métodos de Produção Lean são baseados em uma produção de fluxo, em acordo com a real demanda do cliente. Por meio do controle visual todas as operações, em especial o cliente, é possível conhecer o que

será expedido e quando, pois, máquinas e operadores trabalham para atender a demanda ao sinal do cliente.

Womack e Jones (2004) definem desperdício como qualquer atividade capaz de absorver recursos e que não cria valor. Ohno (1997), de forma similar, define desperdício como todo o elemento de produção que gera custo sem agregar valor.

Dennis (2008) ressalta que os desperdícios representam a maior parte das atividades produtivas, entretanto são uma grande oportunidade, pois é a partir da eliminação de desperdícios que uma empresa aumenta sua margem de lucro. A seguir são destacados os desperdícios Lean definidos pelo autor:

- ✓ Movimento: são duas as componentes, movimento humano e movimento mecânico. Movimento humano geralmente está relacionado à ergonomia do local de trabalho, maus projetos ergonômicos afetam na produtividade, qualidade e segurança. Movimento mecânico está relacionado com a má disposição dos processos, ou seja, quando dois processos estão distantes um do outro desnecessariamente;
- ✓ Espera: ocorre quando um operador precisa esperar certo tempo para poder iniciar a sua atividade, como por exemplo, esperar por uma peça, pelo conserto de uma máquina, ou aguardando o processamento de uma peça em uma máquina;
- ✓ Transporte: causado por *layout* ineficiente, equipamentos muito grandes e produção em lotes;
- ✓ Correção: é a necessidade de consertar uma determinada peça, consiste em todos os recursos utilizados tanto na produção como no conserto;
- ✓ Excesso de processamento: produzir além do que o cliente está disposto a pagar. É utilização desnecessária de um determinado ferramental, sistema ou procedimento, que poderiam atender a necessidade do cliente com uma alternativa mais simples;
- ✓ Estoque: manutenção de matéria prima, peças e WIP (*work in process*) desnecessariamente. Resulta em maiores custos tanto para movimentar como para armazenar e em geral encoberta outros problemas;
- ✓ Excesso de produção: toda a produção feita além no necessário, logo recursos como capital e mão de obra são alocados em algo que ainda não foi solicitado pelo cliente. Aumenta a necessidade de recursos para movimentar e transportar, se há um erro em um lote, o erro é replicado para muitas peças, logo mais correções. Fatalmente aumentará os níveis de estoque e as esperas devido aos grandes lotes.

Os princípios Lean surgiram com o intuito de eliminar os desperdícios citados no tópico anterior, de acordo com Womack e Jones (2004) resumem em cinco os princípios do pensamento enxuto: determinar valor, identificar valor, fazer fluir, puxar a produção e buscar a perfeição.

- ✓ Determinar valor: criar valor sob a perspectiva do cliente, fornecer com eficiência e somente o que ele deseja. E assim, determinar o que o cliente está disposto a pagar;
- ✓ Identificar valor: através da cadeia do fluxo de valor, identificar quais atividades agregam valor, sob o ponto de vista do cliente, as que não agregam, mas são necessárias e as que não agregam e devem ser eliminadas;
- ✓ Fazer fluir: fazer com que os materiais e informações, que agregam valor, fluam ao longo de todo o processo sem interrupções, para isso é necessário que todos os desperdícios sejam eliminados;
- ✓ Puxar a produção: produzir apenas quando solicitado pelo cliente, no momento certo e na quantidade requerida.
- ✓ Perfeição: buscar a melhoria contínua alcançando o fornecimento de valor conforme a ótica do cliente.

## 2.2. *Movimentação Lean*

A movimentação Lean de materiais é uma atividade de suporte à produção Lean e sua principal função é fazer com que os materiais fluam com maior precisão e menores custos (Rother e Harris, 2001). As etapas necessárias para a implantação de um sistema Lean de movimentações de materiais constituem-se em: criar um plano de informações e orientações para cada peça; implantar um mercado de peças compradas; planejar as rotas de entrega; e por fim sustentar e melhorar o processo (Harris et al., 2004).

O plano para cada peça (PPCP) tem o intuito de centralizar todas as informações pertinentes sobre a movimentação de cada peça em um único arquivo. Em geral essas informações podem estar disponíveis em uma planilha de formato eletrônico. O PPCP pode conter, por exemplo: informações sobre a peça (como o código, descrição, consumo diário, local de uso e armazenamento); informações sobre o fornecedor (como frequência de pedido, fornecedor e localização); informações sobre a embalagem (como peso, tipo, dimensões e utilização). Harris et al. (2004) destacam que é imprescindível que os dados do PPCP estejam atualizados e disponíveis a todos os setores envolvidos.

Com o PPCP estabelecido e fornecendo todas as informações pertinentes sobre cada material, a etapa seguinte é desenvolver um supermercado de peças compradas. Para Harris et al. (2004) um supermercado de peças compradas deve ser um o local único para todas as peças que entram na planta e tem a função de controlar o nível em estoque destas peças. Para os autores são três as preocupações o estabelecimento do supermercado: onde colocá-lo? Qual a quantidade correta a ser mantida no supermercado? E por fim, como operá-lo?

Os autores indicam que o lugar ideal para alocar o supermercado de peças compradas é o mais próximo possível das docas de recebimento, pois permite entregas mais rápidas. Para determinar a melhor quantidade a ser mantida no supermercado, inicialmente deve-se determinar a média de consumo dos componentes, verificar o lead time de entrega e os lotes mínimos praticados pelos fornecedores.

De acordo com Harris et al. (2004) as rotas de entregas devem enviar somente as peças que os operadores necessitam, na quantidade necessária, quando e onde necessário. Para tanto é necessário definir como transportar as peças do supermercado de até os pontos de utilização, qual será a rota de entrega e programar um sistema de informação utilizando sinais de puxada para disparar o reabastecimento de peças e controlar a quantidade de entregas de materiais.

É importante destacar que um processo de implantação de um sistema Lean de movimentação de materiais exige contínua manutenção e aperfeiçoamento, visando especialmente à redução dos estoques e dos recursos necessários para gerir o sistema.

### 2.3. Kanban

Para Cardoza e Carpinetti (2005) o fluxo de informações na Produção Lean ocorre por meio de um dispositivo visual conhecido como sistema Kanban. Este sistema prevê o controle da produção no chão de fábrica e limita a quantidade de material em processo. Suas vantagens referem-se à redução dos custos de inventário, armazenagem, entregas e o aumento da flexibilidade (Pergher et al., 2014).

O Kanban é uma técnica utilizada para controlar o fluxo de produção a partir da gestão visual. Tem por princípio acionar a produção ou transporte somente do material necessário, na quantidade e no momento certo ao processo consumidor. As funções do Kanban são fornecer informações sobre apanhar ou transportar, prover informações sobre a produção, impedir a superprodução, servir como ordem de fabricação afixada sobre as mercadorias, não permitir que produtos defeituosos sejam produzidos, revelar problemas existentes e por fim controlar os estoques (Ohno, 1997).

Segundo Ohno (1997) o Kanban é uma ideia desenvolvida a partir da lógica de funcionamento dos supermercados americanos. O supermercado é um lugar onde o cliente pode comprar conforme a necessidade. Para que os clientes possam adquirir o que necessitam os operadores do supermercado devem garantir a disponibilidade destes produtos.

Shingo (1996) destaca que as operações dos supermercados são baseadas na suposição de que o que foi consumido hoje tem grandes chances de também ser consumido amanhã, logo a reposição é feita apenas para componentes já consumidos, desta forma evita o abastecimento desnecessário e previne o aumento dos estoques.

Com isso, pode-se entender que o supermercado é na verdade a técnica utilizada pelo sistema Kanban para controlar os níveis de estoque. E para isso possui duas funções simultâneas, a primeira é garantir o fornecimento de material ao processo final, ao mesmo passo que informa ao processo sucessor o que deve ser produzido, assim como a quantidade em que deve ser feito.

### 3. Metodologia

A metodologia para o desenvolvimento deste trabalho é dividida em quatro etapas, brevemente descritas a seguir. A primeira delas compreende a pesquisa exploratória, que contempla o levantamento bibliográfico dos conceitos de administração de materiais com ênfase na administração de estoques e sua gestão, conceitos de Produção *Lean*, com destaque em elementos como *Just-in-time*, *Kanban* e movimentação *Lean* de materiais.

Na segunda etapa, caracterizada pelo estudo de caso, foi feito o levantamento de informações do cenário atual referente a situação estudada. A partir de observações, apuração de informações, dados históricos extraídos a partir do sistema, bem como conversas com pessoas de diferentes áreas e funções da empresa, a fim de entender o processo como um todo para melhor diagnosticar a situação atual e propor melhores soluções aos problemas. Para Yin (2005) um estudo de caso não deve ser considerado exclusivamente qualitativo, deve-se também utilizar abordagens quantitativas.

- ✓ A terceira etapa que compõe a análise de dados, visa a análise qualitativa dos dados coletados com relação ao fluxo das atividades, assim como análise quantitativa dos dados históricos para mensurar a situação atual.
- ✓ Na última etapa deste trabalho foi apresentada a proposta de melhoria. A partir das etapas anteriores, foram propostas melhorias para a situação estudada. Nesta etapa,

também são apresentados os resultados esperados pela proposta sugerida, para tanto foram feitas previsões de compra, comparações entre a situação atual e a esperada, destacando a importância de indicadores como o giro de estoque, proposto por Cardoza e Carpinetti (2005).

A empresa, foco deste estudo, tem por especialidade o desenvolvimento e fornecimento de soluções integradas para as indústrias conversão de papel e *tissue* (denominação técnica de papéis para fins sanitários). Em resumo é uma multinacional italiana, atualmente integrante de um importante grupo alemão do segmento tecnológico.

A planta brasileira, local de aplicação do projeto, produz linhas de conversão e empacotamento para rolos de papel higiênico e toalhas de cozinha, equipamentos de grande porte que se adequam as necessidades de seus clientes. Cada cliente da empresa estudada possui um *layout*, opera com uma determinada capacidade ou velocidade, atendem mercados distintos, logo fabricam diferentes produtos com variados formatos e níveis de qualidade, entre muitas outras especificações que devem ser adaptadas ao projeto das máquinas. De certa forma cada projeto acaba sendo único, pois além dos vários opcionais disponíveis, estes projetos são constantemente atualizados.

Este contexto faz com que a empresa opere como uma manufatura por projeto. Segundo Slack *et al.* (1999), este processo de produção lida com produtos discretos, produzidos com baixo volume e alta variedade, pois em geral ocorrem muitas customizações.

Portanto, grande parte dos insumos necessários são peças fabricadas a partir de desenho técnico, em variedade representativa, ou peças comerciais especiais, geralmente importadas, que em geral possuem alto custo de aquisição. A definição do que precisará ser adquirido só é conhecida após a liberação do projeto pela engenharia e planejamento da produção o que inviabiliza manter estes insumos em estoque. Uma linha de conversão e empacotamento é composta por uma série de máquinas, que irão desenrolar a bobina de papel, conformar o produto, rebobiná-lo, cortá-lo e por fim, empacotá-lo. Estas linhas são compostas por cerca de quinze máquinas diferentes. As máquinas produzidas chegam a ter mais de cinco mil componentes diferentes, na sua maioria peças de uso exclusivo. São poucos os materiais de consumo comum entre as máquinas, no entanto, são utilizados em quantidade maiores, por isto a empresa opta em mantê-los em estoques. Essa ação facilita os processos de compra e separação dos componentes. Gerenciar os estoques destes materiais e garantir que estarão disponíveis quando necessário é uma difícil tarefa para a empresa.

Nesta pesquisa optou-se em estudar a gestão dos elementos de fixação que são: parafusos, porcas e arruelas. Estes componentes são geridos por estoque, possuem alto consumo e utilização comum entre as máquinas.

#### **4. Resultados e Discussão**

Na empresa em análise os custos de compra dos elementos de fixação de cada mês sofrem uma regra de rateio e são alocados nas máquinas que estavam em produção naquele mês. Com isto, constata-se que todos os elementos comprados em um determinado mês que não são utilizados no próprio mês têm seu custo liquidado em máquinas não correspondentes a sua utilização, distorcendo os custos reais de cada máquina.

O *layout* atual, com a disposição dos elementos de fixação, pode ser visualizado na Figura 1. Destaca-se como principal problema a não eficiência do *layout* às atividades de montagem, pois há poucos pontos de distribuição de material gerando deslocamentos longos e repetitivos aos montadores.

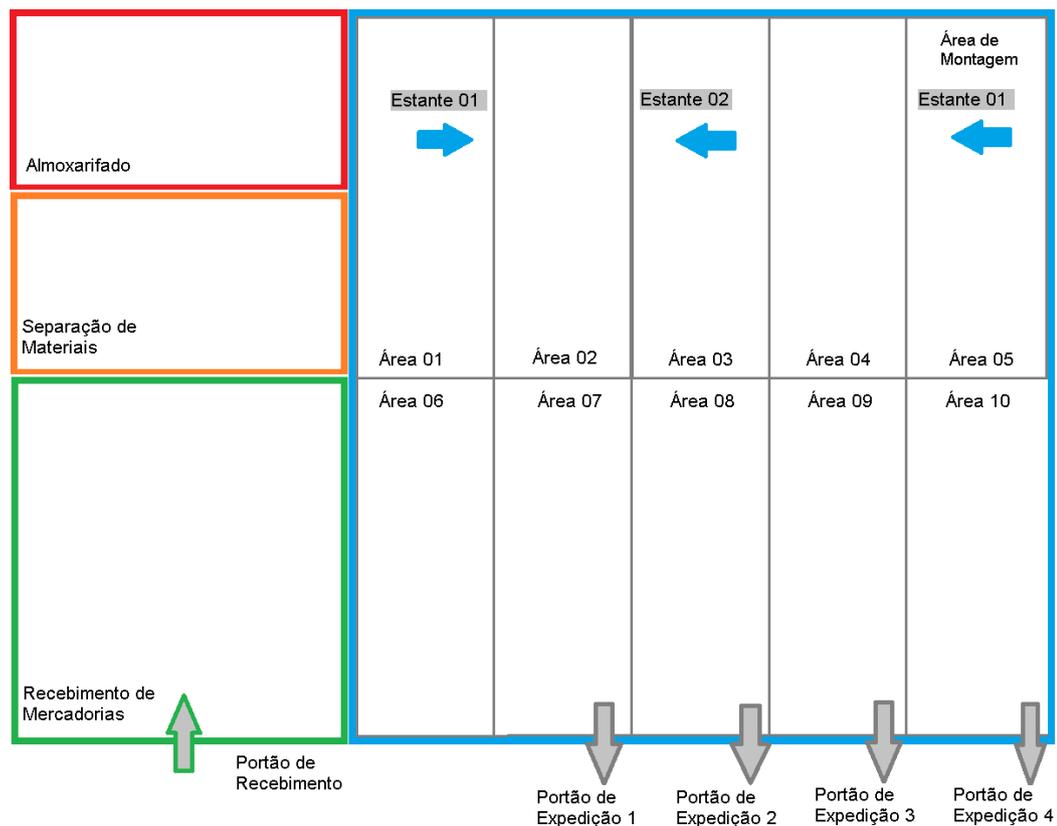


Figura 1 - *Layout* e distribuição dos fixadores atual

Fonte: Disponibilizado pela empresa

A sequência das atividades no abastecimento dos elementos de fixação (Figura 2) ocorre da seguinte forma: o fornecedor vem à empresa duas vezes por semana e verifica (caixa a caixa) quais materiais precisam ser abastecidos. Esta informação volta para empresa, por meio de um orçamento enviado ao setor de compras, que encaminha ao setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP) para criação das requisições conforme orçamento, gera o pedido, e encaminha o pedido ao fornecedor. Após este processo, o material é abastecido, reiniciando novamente este ciclo.

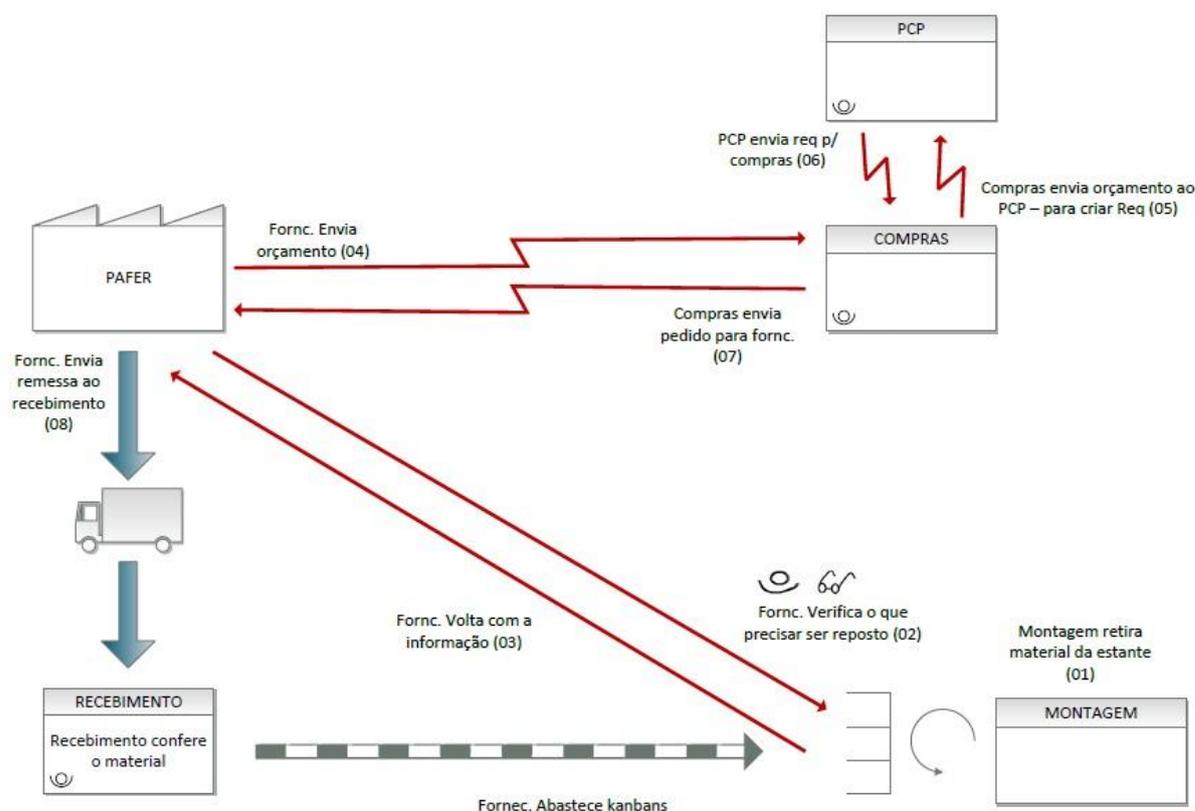


Figura 2 - Fluxo de informações atual (abastecimento dos elementos de fixação)

Este sistema resulta na falta ou excesso frequente de alguns materiais. É mantido em estoque cerca de 40% de todos os materiais comprados, o que representa quase 70% de tudo que foi gasto.

Inicialmente foram inventariados os 745 materiais disponíveis nas estantes da fábrica e monitorado suas movimentações dos últimos anos. Na Tabela 1 são apresentados alguns comparativos. Consta-se que 109 dos materiais disponíveis em estoque, não foram comprados nos últimos três anos e representam cerca de 35 mil reais parados em estoque.

Tabela 1 – Comparativo das movimentações dos materiais e inventário.

Período	Quantidade (tipo de materiais)	Tipo de materiais movimentados	Quantidade (nº peças)	Aumento (nº Peças)	Valor (R\$)	Aumento (Valor)
2012	464	62,28%	544008	-	173.106,60	-
2013	559	75,03%	784562	44,22%	292.611,86	69,04%
2014	537	72,08%	1475738	88,10%	436.174,51	49,06%
Estoque (2014/04)	729	97,85%	465199	-	260.587,78	-

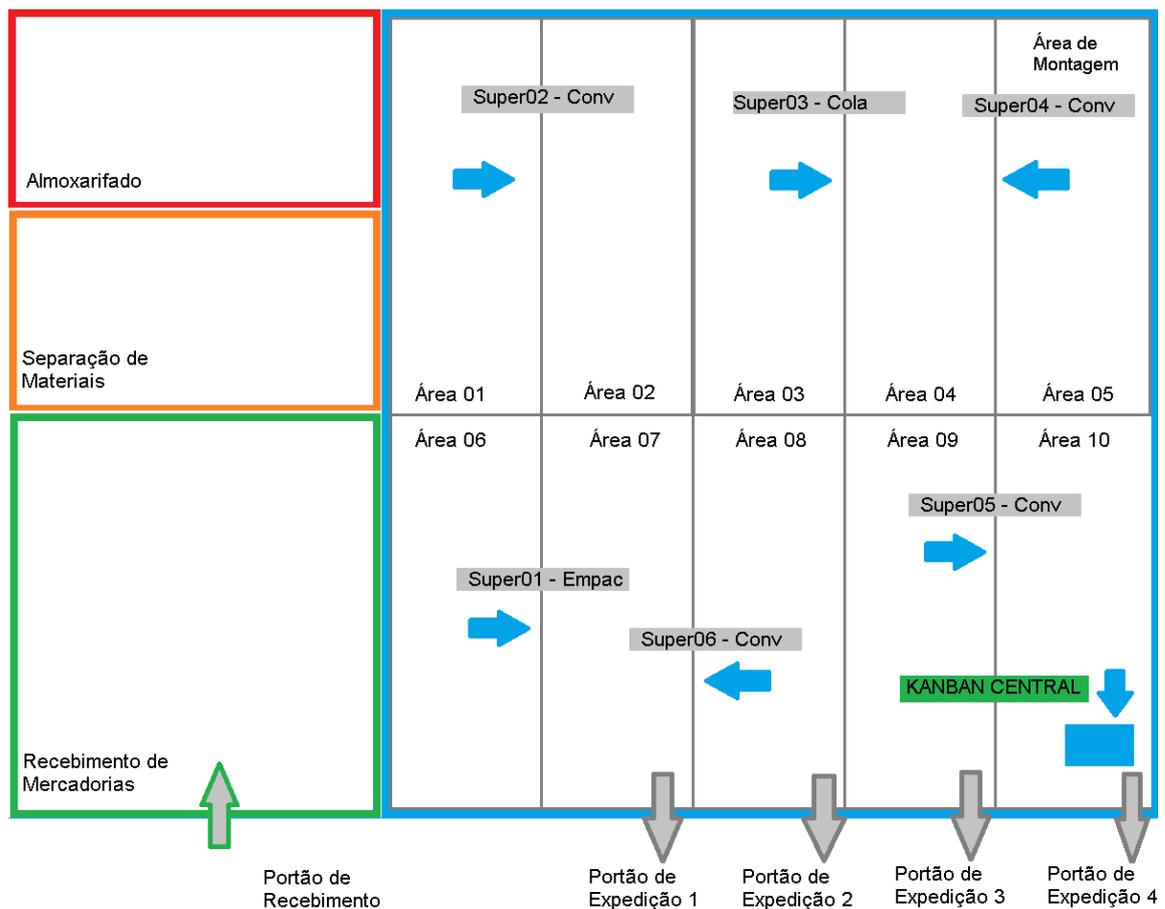
Percebe-se que a maior deficiência pode ser seu fluxo de informações, pois a partir do momento que não se estabelecem as reais necessidades isso reflete diretamente no aumento dos níveis de estoque.

#### *4.1. Proposta de melhoria*

Esta proposta tem por objetivo reorganizar o processo de abastecimento dos elementos de fixação e visa disponibilidade contínua dos componentes, fluidez de informações e materiais, eliminação de desperdícios e redução consciente dos níveis de estoque.

Esta alternativa é composta por três componentes chaves: a primeira delas é definir um novo *layout* de disposição dos elementos de fixação; a segunda é reformular o fluxo de informações das atividades relacionadas ao abastecimento dos elementos e a última tratará de definir um novo fluxo de materiais.

Assim, um *layout* proposto (Figura 3) tem por finalidade minimizar as movimentações dos montadores e consiste em distribuir pela área fabril seis novos supermercados para que cada um atenda as diferentes necessidades do processo de montagem. A maioria dos elementos de fixação dimensionados para estes supermercados são de utilização comum entre todas as máquinas, no entanto alguns possuem aplicações específicas.

Figura 3 - Proposta *layout* futuro

A distribuição foi desenhada da seguinte forma: um supermercado dedicado às máquinas de empacotamento entre as áreas (9) e (10); quatro supermercados destinados às máquinas de empacotamento, localizados entre as áreas (1) e (2), (4) e (5), (6), (7) e entre (8) e (9), e um supermercado é responsável por atender as máquinas com passagem de cola (materiais em inox com bitolas especiais), localizado no centro da fábrica entre as áreas (3) e (4). Foi dimensionado também um supermercado central, localizado na fábrica e voltado apenas aos elementos de fixação geridos por esta nova proposta.

A Figura 4 ilustra a proposta para o fluxo de informações futuro: a montagem retira o material dos supermercados distribuídos pela fábrica, que são geridos por um sistema visual de duas caixas. Quando a primeira é esvaziada é sinalizado a necessidade de repor o material, enquanto que a segunda abastecerá a montagem até que a primeira retorne ao processo. A caixa vazia deve ser retirada do supermercado e alocada no espaço destinado às caixas vazias, para facilitar o abastecimento.

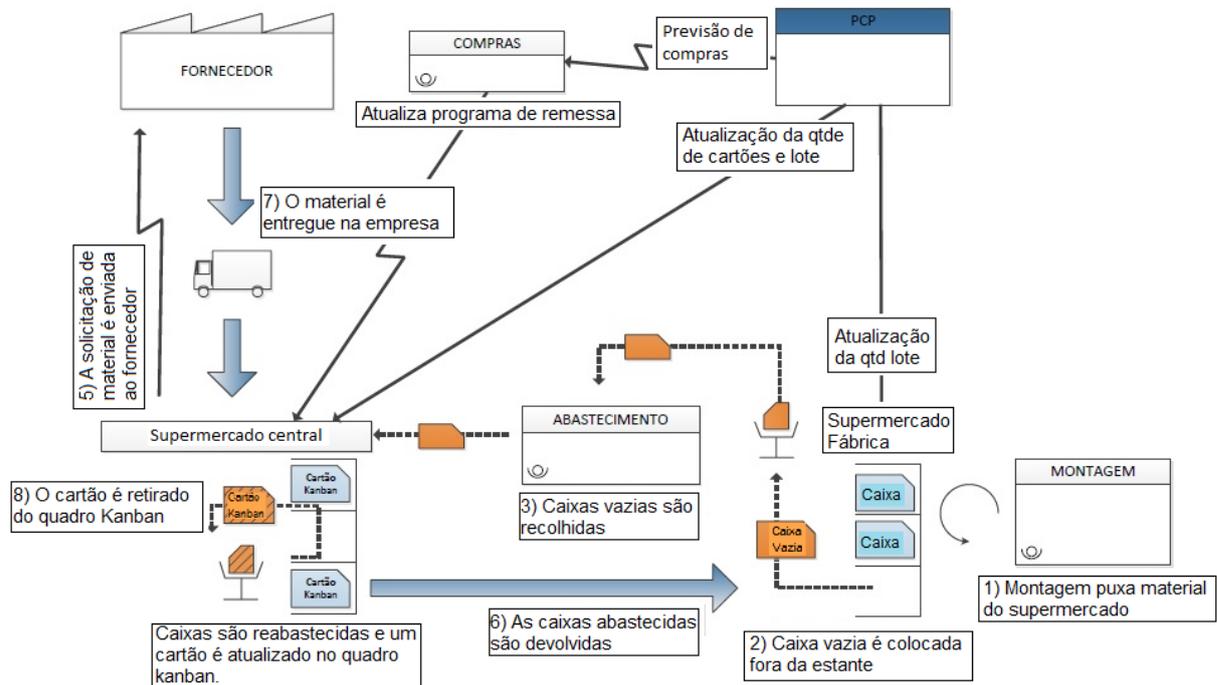


Figura 4 - Proposta de fluxo de informações

Após a coleta das caixas estas devem ser levadas ao supermercado central para serem abastecidas. A gestão do supermercado central se dá a partir de um quadro *Kanban* gerenciado por cartões.

Em paralelo ao processo de retorno das caixas “cheias” uma segunda pessoa enviará a solicitação de remessa ao fornecedor de acordo com os cartões no quadro, ou seja, só serão solicitados os materiais e quantidades consumidas. Assim que este processo é finalizado, os cartões devem ser movidos para um segundo campo do quadro, indicando que a remessa já foi enviada e o material está aguardando entrega. Quando os materiais forem entregues devem ser guardados em seus respectivos endereços, junto com os cartões que deram o sinal para a sua aquisição.

O programa de remessa, citado anteriormente, irá funcionar da seguinte forma: o PCP faz uma estimativa de consumo para um determinado período de tempo e o fornecedor compromete-se a entregar a mercadoria no período definido ou até atingir a quantidade determinada em um preço constante e previamente acordado.

Por isto adotou-se a mesma abordagem, inicialmente serão fixados *Kanbans* aos elementos de fixação, que neste caso são as caixas de lotes fixos distribuídos pela fábrica e

cartões que irão gerenciar as necessidades de compra. Assim espera-se identificar os tipos e as quantidades disponíveis, inicialmente estabelecer um nível de estoque, para que no futuro a empresa possa ter informações confiáveis para proceder com ações de redução de estoques.

Com o objetivo de definir o novo fluxo de materiais, foi determinado que apenas 355 dos componentes possuem consumo e utilização suficiente para esta abordagem. Na etapa seguinte, com a análise ABC identificou-se a representatividade do volume de compras 2014. Na Tabela 2 é apresentado o resultado desta análise.

Tabela 2 - Resultado da análise ABC (quantidade de itens *versus* seu volume de compra)

Classe	Qtd de Itens	Percentual (%)	Volume	Percentual (%)	Análise
A	36	10,06	478977	56,09	10% dos itens correspondem a 56% do volume
B	91	25,42	277678	32,52	25% dos itens correspondem a 32% do volume
C	228	64,53	97319	11,40	65% dos itens correspondem a 11% do volume
TOTAL	355		853974		

Os materiais foram classificados conforme Francischini e Gurgel (2002): classe A, com lotes calculados para atender uma semana de consumo; classe B, com lotes serão calculados para atender duas semanas de consume e classe C, para atender um mês de consumo. Os fatores de segurança atribuídos para as classes A, B e C são três (3), dois (2) e um (1), respectivamente. Este fator está diretamente ligado ao número de cartões *Kanban* necessários no supermercado central.

Atribui-se um nível maior de segurança para os materiais classificados como A, pois problemas no fornecimento impactam mais rapidamente nestes materiais. Muitos dos materiais classificados com B possuem uma demanda semanal menor que o lote mínimo trabalhado pelo fornecedor, portanto se atribuiu a estes itens uma quantidade correspondente a duas semanas de consumo. Os itens classificados como C, além da quantidade ser muito menor que as trabalhadas pelo fornecedor, apresentam volume de ocupação nas caixas muito pequeno. Por este motivo optou-se em utilizar o consumo de um mês e atribuído um fator mínimo de segurança. Foi avaliada a média em compras dos itens nos sete meses decorridos durante o ano de 2014.

Quanto aos fatores de segurança seu cálculo é feito por meio da expressão  $Nc = FS * D$ ; onde: Nc - Número de cartões *Kanban*; Fs - Fator de segurança e D - N° de distribuição. O

cálculo lote de cada material é dado por:  $La = [Cs / D] * K$ ;  $Lb = [Cq / D] * K$  e  $Lc = [Cm / D] * K$  para materiais A, B e C respectivamente, com Cs, Cq e Cm correspondendo a média de consumo para duas semana, quatro e oito semanas. A constante K é o fator de segurança do lote, neste caso  $K = 1,5$ . A Tabela 3 apresenta os valores sugeridos com esta proposta de cálculo.

Tabela 3 - Valores sugeridos com a proposta

Dados	Volume	Valor (R\$)
Distribuição na fábrica	160600	58.055,87
Supermercado central	139140	36.105,12
Total	299740	94.160,99
Previsão de compras mensais	19665	5.453,33
Previsão de compra anual	235980	65.439,98

Com a proposta apresentada espera-se a redução dos níveis de estoques dos elementos de fixação, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados esperados (Volume)

Dados	Atual (Nº de peças)	Futuro (Nº de peças)	Redução (Nº de peças)	Redução (%)
Volume em total em estoque (2014/4)	397324	299740	<b>-97584,00</b>	<b>24,56</b>
Média mensal do volume comprado em 2014	71164,50	19665	<b>-51499,50</b>	<b>72,37</b>
Projeção do volume a ser comprado em 2014	853974	235980	<b>-617994,00</b>	<b>72,37</b>

Percebe-se que mesmo estabelecendo margens de segurança bem elevadas, ainda sim é possível alcançar uma redução significativa de quase 25% nos níveis de estoque. No entanto a relação mais expressiva é a redução do volume mensal em compras de material que espera ser próximo a 70%.

A projeção de compras para o período de um ano após a implantação deste projeto foi feita calculando a cobertura de estoque disponível para cada material e projetando quais materiais seriam necessários ao longo do próximo ano. Exemplificando: se um material tem consumo médio de 100 unidades ao mês e possui estoque 1200 unidades, há uma cobertura de doze meses, logo para este material não há previsão de compras.

Com esta proposta espera-se não somente as reduções de impacto inicial, mas possibilitar também conhecer o real consumo dos elementos de fixação, por meio do sistema puxado de compras sugerido. Isto permitirá reduzir ainda mais os níveis de estoque, entretanto de forma consciente e confiável, para que nenhuma operação de montagem seja impactada.

A proposta inicialmente prevê uma substancial queda no volume de compras, pois opta em comprar apenas o que foi consumido, mas estabelece um índice razoável para os estoques de segurança, para que não haja impactos negativos ao processo de montagem, já que as variações de consumo ainda não são conhecidas. Desta forma o giro de estoque irá diminuir inicialmente, no entanto este contexto mostra o potencial de redução dos índices de segurança, possibilitando futuramente um aumento no giro de estoque.

Conforme Cardoza e Carpinetti (2005), pode-se entender que a produção *Lean* tem como destaque aumentar o desempenho organizacional e que este sistema de produção consegue absorver e reagir mais rapidamente às transformações do mercado. Esta é principal necessidade do processo estudado, pois a demanda dos elementos de fixação é variável e a empresa deve conseguir reagir sem necessitar elevar seus níveis de estoque.

## 5. Considerações Finais

Este trabalho teve como objetivo propor melhorias na gestão de estoques dos elementos de fixação utilizados na montagem de máquinas fabricadas por uma indústria de manufatura por projeto. Por meio do mapeamento do fluxo de valor, constatou-se que as informações iam e voltavam a cada etapa, e mesmo assim não eram totalmente confiáveis, falta de material acarretava frequente interrupções nas etapas de montagem, da mesma forma que gerava altos níveis de estoque. Foram então formuladas propostas utilizando conceitos da produção *Lean*, com objetivo de propor melhorias que possibilitassem o fluxo contínuo de informações e materiais, eliminando desperdícios, como os altos níveis de estoque.

O objetivo deste trabalho foi atingido no momento em que se estabeleceu um novo *layout* de distribuição dos elementos de fixação, facilitando acesso dos montadores aos materiais, definindo um novo fluxo de informações que possibilita a administração dos materiais pela gestão visual e determinando um novo fluxo de material que propõe um nível máximo de estoque, pontos de reposição e níveis de segurança que pretendem garantir o fluxo

contínuo dos processos, de forma que não haja mais interrupções por falta destes componentes.

A hipótese inicial também foi validada, a proposta garante a redução dos elementos de fixação em 24% do volume atual. Após a sua implantação, e análise do comportamento do novo processo também possibilitará aumentar o índice de giro de estoque, um importante indicador para as empresas que adotam o sistema de Produção *Lean*.

A pesquisa realizada mostrou que é possível alcançar representativos resultados com sua implantação, pois a redução em volume impacta em uma redução monetária em capital alocado em estoque e reduz também cerca de 70% das compras feitas mensalmente, que representará uma economia significativa ao longo do ano. Além disto, o processo de abastecimento será mais confiável para as operações de montagem, assim como reduzirá os desperdícios de movimentação. Este trabalho demonstra também que é possível alcançar bons resultados com a implantação de conceitos *Lean* em indústrias de manufatura por projeto.

Contudo, houve alguns limitantes ao longo deste projeto. O primeiro foi a obtenção dos dados históricos sobre as reais quantidades em estoque, pois a empresa não possui esta informação, logo foi necessário um trabalhoso processo de inventário, para que fosse possível obter um parâmetro para a análise dos resultados obtidos. Outra dificuldade encontrada foi a limitação de tempo, para que a proposta fosse implementada e dados reais pudessem ser mensurados.

Conclui-se com este trabalho que para reduzir os níveis de estoque em uma organização de forma consistente sem comprometer o suprimento dos processos produtivos, é necessário inicialmente identificar os motivos pelos quais os estoques estão sendo gerados e então buscar alternativas consistentes com base na literatura que permita corrigi-los, para garantir reduções coerentes as necessidades da empresa.

## REFERÊNCIAS

- Cardoza, E. & Carpinetti, L. C. R. (2005). Indicadores de Desempenho para o Sistema de Produção Enxuto. *Produção Online*, 5(2).
- Dennis, P. (2008). *Produção Lean Simplificada: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo*. São Paulo: Bookman, 2 Ed.
- Fullerton, R. R.; Kennedy, F. A. & Widener, S. K. (2014). Lean manufacturing and firm performance: The incremental contribution of lean management practices. *Journal of Operations Management*, 32(7–8): 414–428.

- Francischini, G. P. & Gurgel, F. A. (2002). *Administração de Materiais e do Patrimônio*. São Paulo: Pioneira Thomson.
- Gil, A. C. (2010). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 5 Ed.
- Harris, R., Harris, C. & Wilson, E. (2004). *Fazendo Fluir os Materiais: um guia Lean de movimentação de materiais para profissionais de operações de produção e engenharia*. São Paulo: Lean Institute Brasil.
- Lean Institute Brasil. (2015). Progressos da Logística Lean. Disponível em: <http://www.lean.org.br/leanmail/99/progressos-da-logistica-lean.aspx>. Acesso em: 25 mai. 2015.
- Liker, J. K. & Meier, D. (2007). *O Modelo Toyota: manual de aplicação*. São Paulo: Bookman.
- Miguel, P. A. C. (2007). Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. *Produção*, 17(1): 216-229.
- Moreira, D. A. (2009). *Administração da Produção e Operação*. São Paulo. Cengage Learning, 2 Ed.
- Ohno, T. (1997). *O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman.
- Pergher, I., Silva, L. A., Pacheco, D. A. & Vaccaro, G. L. R. (2014). Análise do impacto da variabilidade de fluxo no dimensionamento de kanbans. *Produção Online*, 14(1): 115-142.
- Rother, M. & Harris, R. (2001). *Criando Fluxo Contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção*. São Paulo: Lean Institute.
- Sharma, A. & Moody, P. E. (2003). *A Máquina Perfeita*. São Paulo: Pearson Education do Brasil.
- Shingo, S. (1996). *O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção*. Tradução: Eduardo Schann. São Paula: Bookman.
- Slack, N., Chambers, S., Harland, C., Harrison, A. & Johnston, R. (1999). *Administração da Produção*. São Paulo: Atlas.
- Turioni, J. B. & Melo, C. H. P. (2012). *A Metodologia de Pesquisa na Engenharia de Produção: estratégica, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas*. Disponível em: <[http://www.carlosmello.unifei.edu.br/Disciplinas/Mestrado/PCM-10/Apostila-Mestrado/Apostila\\_Metodologia\\_Completa\\_2012.pdf](http://www.carlosmello.unifei.edu.br/Disciplinas/Mestrado/PCM-10/Apostila-Mestrado/Apostila_Metodologia_Completa_2012.pdf)>. Acesso em: 05 abr. 2016.
- Walter, O. M. F. C. & Tubino, D. F. (2013). Métodos de avaliação da implantação da manufatura enxuta: uma revisão da literatura e classificação. *Gestão & Produção*, 20(1): 23-45.
- Womack, J. P. & Jones, D. T. (2004). *A Mentalidade Enxuta nas Empresas. Lean Thinking. Elimine o desperdício e crie riqueza*. Rio de Janeiro: Campus, 6 Ed.
- Yin, R. K. (2005). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman, 3 Ed.

## AGRADECIMENTOS

Os autores desta pesquisa agradecem à Fundação Instituto Tecnológico de Joinville (FITEJ) pelo financiamento do grupo de pesquisa.



Este trabalho está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-CompartilhaIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)