



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS



GUILHERME NASCIMENTO BASSOLI

**Os Desafios e os Benefícios da utilização do *Lean Manufacturing* no  
Planejamento e Controle da Produção em uma empresa no mercado de rodas  
automotivas**

Limeira  
2014



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS



GUILHERME NASCIMENTO BASSOLI

**Os Desafios e os Benefícios da utilização do *Lean Manufacturing* no  
Planejamento e Controle da Produção em uma empresa no mercado de rodas  
automotivas**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial  
para a obtenção do título de bacharel  
em Gestão de Empresas à Faculdade de  
Ciências Aplicadas da Universidade  
Estadual de Campinas.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio de Arruda Ignácio

Limeira  
2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA *PROF. DR. DANIEL JOSEPH HOGAN* DA FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS

B295d	<p>Bassoli, Guilherme Nascimento</p> <p>Os desafios e os benefícios da utilização do <i>Lean Manufacturing</i> no planejamento e controle da produção em uma empresa no mercado de rodas automotivas/ Guilherme Nascimento Bassoli. - Limeira, SP: [s.n.], 2014. 35 f.</p> <p>Orientador: <b>Paulo Sérgio de Arruda Ignácio</b>. Monografia (Graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas.</p> <p>1. Produção enxuta. 2. Automotiva. 3. Planejamento e Controle da Produção - PCP. 4. Sistema Toyota. I. Ignácio, Paulo Sérgio de Arruda. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Aplicadas. III. Título.</p>
-------	---

Título em inglês: The challenges and benefits of using lean manufacturing in the planning and production control in a company in the automotive wheels market.

Keywords: - Lean manufacturing;  
- Automotive;  
- Planning and production control – PPC;  
- Toyota System.

Titulação: Bacharel em Gestão de Empresas.

Banca Examinadora: **Prof. Dr. Paulo Sérgio de Arruda Ignácio**  
**Prof. Dr. Alessandro Lucas da Silva**

Data da defesa: 30/06/2014.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar dedico aos meus pais por terem me apoiado e possibilitado estudar em uma das melhores universidades do país, suportando a saudade e me apoiando nos momentos difíceis de mudança.

Em segundo lugar, ao meu irmão, Vítor, meu maior companheiro, que sempre me motivou a continuar me dedicando aos meus estudos, independentemente da distância dos meus familiares e dos amigos.

Também gostaria de agradecer a todos os professores da Faculdade de Ciências Aplicadas da UNICAMP pelos ensinamentos e conhecimentos passados, em especial aos professores Alessandro e Paulo Ignácio, que estão permitindo a minha formação e ao professor Luís Antônio de Santa-Eulalia pelo auxílio no conhecimento teórico a respeito dos assuntos discutidos ao longo do trabalho.

Agradeço também a todas as pessoas que tive o prazer de conviver nesses quatro longos anos e que hoje em dia eu chamo de amigos, e porque não família; afinal depois de tanto tempo de convivência diária acabou-se tornando exatamente isso.

Por fim, e não menos importante, agradeço aos meus companheiros de trabalho, que com seus conhecimentos e referenciais teóricos me deram uma base para tornar esse trabalho possível.

BASSOLI, Guilherme. Os Desafios e os Benefícios da utilização do *Lean Manufacturing* no Planejamento e Controle da produção em uma empresa no mercado de rodas automotivas, 2014. Trabalho de Conclusão de Curso em Gestão de Empresas – Faculdade de Ciências Aplicadas. Universidade Estadual de Campinas. Limeira, 2010.

## RESUMO

O trabalho em questão possui como proposta analisar as causas e efeitos da implementação de um sistema *Lean Manufacturing* em um setor de Planejamento e Controle de Produção de uma fabricante de rodas automotivas, abordando tanto os desafios como os benefícios gerados da mudança. Primeiramente, foi traçada uma introdução com o intuito de informar sobre o objetivo do trabalho, baseado no problema da pesquisa e a justificativa do estudo. Em seguida foi apresentada a revisão bibliográfica na qual este trabalho se baseou, constituindo as bases teóricas e fundamentos da produção enxuta e seus autores. A parte do método da pesquisa constitui de que forma foi realizada a pesquisa para coleta dos dados apresentados nesse trabalho e como ela foi definida. Finalizada esta primeira parte, foi discutido o objeto do estudo, englobando as principais informações da empresa, apresentação dos resultados e uma análise comparativa entre a situação anterior e posterior a mudança sugerida pelo projeto. E por fim, foi traçada uma conclusão a respeito da implementação de um modelo de produção obedecendo aos padrões da produção enxuta na empresa em questão, pontuando as ressalvas a serem observadas e as necessidades de mudança ao ser aconselhada tal modificação no modelo produtivo.

**Palavras-chave:** produção enxuta 1. automotiva 2. Planejamento e Controle da Produção - PCP. 3. Sistema Toyota 4.

BASSOLI, Guilherme. The Challenges and Benefits of Using Lean Manufacturing in the Planning and Production Control in a company in the automotive wheels market, 2014. Trabalho de Conclusão de Curso em Gestão de Empresas – Faculdade de Ciências Aplicadas. Universidade Estadual de Campinas. Limeira, 2010.

### **ABSTRACT**

This work has concerned as proposed to analyze the causes and effects of implementing a Lean Manufacturing system in a sector of Planning and Production Control of a manufacturer of automotive wheels, discussing the challenges and the benefits generated from such a change. First, an introduction was drawn in order to inform about the purpose of the work, based on the research problem and the reason of the study. Then the literature review on which this work is based, constitutes the theoretical basis and foundation of lean production and its authors was presented. Part of the research method is how the survey was conducted to collect the data presented here and how it is defined. Completed this first part, discussed the object of study, encompassing the main information of the company, presentation of results and a comparative analysis between the anterior and posterior situations change suggested by the project. Finally, a conclusion was drawn on the implementation of a production model obeying the standards of lean manufacturing enterprise in question, pointing out the caveats to be observed and the changing needs of such a change in the production model to be advised.

**Key-words:** lean manufacturing 1. automotive 2. planning and production control – PPC3. toyota system 4.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura1	Mapeamento de Fluxo de Valor processo geral.....	18
Figura2	Fluxograma da situação proposta.....	23
Figura3	Estoque em Processo.....	27
Figura4	Estoque Produto Acabado.....	28

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

<b>EUA</b>	<b>Estados Unidos da América do Norte</b>
<b>FCA</b>	<b>Faculdade de Ciências Aplicadas</b>
<b>JIT</b>	<b><i>Just in Time</i></b>
<b>MFV</b>	<b>Mapa do Fluxo de Valor</b>
<b>MO</b>	<b>Mão de obra</b>
<b>MRP</b>	<b><i>Material Requirement Planning</i></b>
<b>PCP</b>	<b>Planejamento e Controle de Produção</b>
<b>SMED</b>	<b><i>Single Minute Exchange of Die</i></b>
<b>TPM</b>	<b><i>Total Productive Maintenance</i></b>
<b>TQM</b>	<b><i>Total Quality Management</i></b>
<b>VOC</b>	<b>Voz do Cliente</b>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>Introdução.</b> .....	<b>08</b>
1.1	Visão geral do setor automotivo brasileiro e as consequências da produção enxutavizando ao seu desenvolvimento. ....	08
1.2	Objetivo. ....	09
1.3	Problema de pesquisa .....	09
1.4	Justificativa .....	09
<b>2</b>	<b>Revisão Bibliográfica</b> .....	<b>10</b>
2.1	O desenvolvimento do conceito da produção enxuta. ....	10
2.2	Planejamento e programação e controle da produção .....	11
2.3	Programação no modelo de produção enxuta .....	13
<b>3</b>	<b>Método de pesquisa</b> .....	<b>14</b>
3.1	Delineamento da pesquisa .....	14
3.2	Desenho da pesquisa .....	15
3.3	Preparação e Coleta dos dados .....	16
3.4	Análise comparativa e elaboração da conclusão .....	16
<b>4</b>	<b>Desenvolvimento</b> .....	<b>17</b>
4.1	Perfil da empresa e dos produtos.....	17
4.2	Resultados Obtidos .....	17
4.2.1	Situação antes da programação enxuta .....	17
4.2.2	Situação com a programação enxuta .....	22
4.2.3	Análise dos Resultados .....	26
<b>5</b>	<b>Conclusão</b> .....	<b>29</b>
<b>6</b>	<b>Referências Bibliográficas</b> .....	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Visão geral do setor automotivo brasileiro e as consequências da produção enxuta visando ao seu desenvolvimento

A indústria automotiva é um dos setores da economia na qual o nível de competição é mais alto e a incidência de modificações nas estruturas das companhias ocorre frequentemente. Dessa maneira, os fornecedores da indústria automotiva são desafiados constantemente a suprir a demanda por melhor qualidade, menor custo e alta eficiência para as linhas de montagem automotivas (CANGUE, 2002).

Devido à relação direta entre a indústria automotiva e os seus fornecedores, dentre eles as fabricantes de rodas automotivas, observa-se uma influência direta entre esses dois agentes. Na qual uma alteração em fatores como demanda e oferta de automóveis influenciam diretamente no cenário enfrentado pelos fornecedores.

A produção de veículos iniciou-se no Brasil a partir do final da década de 50, sob o comando do então presidente Juscelino Kubitschek, com a implantação de fábricas de montadoras como: Volkswagen, Toyota, Ford, Mercedes Benz, General Motors e a Ford. De acordo com o IPARDES (2005) a produção nacional foi de um total de 1.166 unidades de veículos em 1957, crescendo rapidamente até 1959 para 14.495 unidades. A mesma dinâmica se manteve nos anos 60, quando começaram a serem produzidos os primeiros lotes voltados à exportação. Na década de 70 o país obteve um aumento notável na sua participação no mercado internacional, alcançando na década seguinte, o seu nível máximo de produção.

A crise em termos de vendas na década de 80 motivou as indústrias nacionais a buscarem uma reestruturação nos seus modelos organizacionais. Baseando-se nos conceitos pregados pelo “toyotismo”, foi possível competir em

um nível maior de igualdade perante as montadoras japonesas (CALANDRO, 2000, p. 120).

Após serem apresentados ao mundo os ensinamentos de *Lean Manufacturing*, em pouco tempo as montadoras deram início às mudanças, com o objetivo de se adequar a esta nova estrutura.

## **1.2 Objetivo**

O objetivo principal do trabalho consistiu em, por meio da análise da forma de programação do setor de Planejamento e Controle de Produção (PCP) de uma empresa do setor automotivo, verificar quais os pontos deveriam ser modificados, visando à implementação total do conceito de produção enxuta, bem como se agrega valor para atingir os resultados buscados pela empresa. Ao contrário de um trabalho que avalia todos os impactos da efetivação do *Lean*, optou-se por atuar somente no âmbito do PCP, por ser conhecido como cérebro da produção e local de origem dos comandos para o funcionamento da fábrica.

## **1.3 Problema de pesquisa**

O problema da pesquisa se baseia no fato da programação ser feita com prioridade total no atendimento ao cliente, sujeitando-se única e exclusivamente aos desejos dos mesmos, de tal forma que diante de alterações de pedidos, pratica-se a alteração no sequenciamento da produção, sem considerar gastos extras e os transtornos gerados. Em decorrência disto, torna-se clara a perda de eficiência da produção, em razão da busca pelo atendimento 100% à montadora.

## **1.4 Justificativa**

O desenvolvimento desse trabalho teve origem a partir da aplicação na empresa objeto deste estudo de uma técnica de gestão denominada VOC (voz

do cliente), em que a empresa interessada indaga seu cliente a respeito do serviço executado e o nível de satisfação, no caso, o setor de Planejamento e Controle de Produção questionou seu cliente interno, que no caso são as áreas que ele oferece suporte, como logística, produção, planejamento e controle de materiais e ferramentaria. A partir dos comentários coletados, compreendeu-se que não existia um planejamento adequado na parte final do processo. Diante disso, o departamento de PCP se reuniu e observou que isso acontecia devido à forma empurrada de produção, na qual o estágio final era visto somente como um local em que o fluxo encerrava, sem necessidade de planejamento ou até mesmo programação a partir dele. Em virtude disso, a gerência e diretoria produtiva em conjunto estabeleceram a necessidade e a importância de se adotar práticas da produção enxuta e da mudança na forma de programação da fábrica, priorizando o fluxo puxado e respeitando os conceitos da cultura *Lean*. A partir disto, iniciou-se a produção deste trabalho, em paralelo, utilizando-se das mudanças e dos impactos gerados por esta determinação.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 O desenvolvimento do conceito da produção enxuta.**

A partir da dos anos 80, de acordo com Azzolini (2004), foi instaurado um novo paradigma na produção, o qual ficou conhecido como produção enxuta, que se relaciona de forma direta com o PCP por meio do modelo *Just-in-Time* (JIT). Trata-se de um sistema que se tornou conhecido mundialmente por meio da empresa automotiva Toyota, que o utilizou de maneira extremamente eficiente.

De acordo com Altahat e Mukattash (2006), o *JIT* aplica-se em especial a processos de produção repetitiva, em que são fabricados os mesmos produtos e componentes repetitivamente.

O surgimento desses novos conceitos somente foi apresentado ao ocidente no final dos anos 80, em razão do livro “A máquina que mudou o mundo” de Womack e Jones (1992). Foram levantadas questões acerca do desempenho digno de observação das automotivas japonesas, em especial a Toyota (CARETA, FAVONI E GAMBI, 2012).

Segundo Maximiano (2005), os dois principais pontos do sistema Toyota são a eliminação de desperdícios e a fabricação com qualidade. O princípio de eliminação de desperdícios era voltado à fábrica, seguindo os preceitos da produção enxuta, também conhecida como *Lean Manufacturing*, que visa à redução dos recursos utilizados. De tal maneira que a fabricação com qualidade também é considerada uma forma de eliminar desperdícios, afinal se a produção de um item é realizada sem defeitos não existe a necessidade de se realizar um retrabalho e evitam-se casos de sucata e afins.

Na visão de Abdumaleket *al.* (2006), no processamento discreto, a matéria-prima individual é enviada de uma operação à outra de maneira que cada item é processado de cada vez em cada operação de agregação de valor. Processa-se, desta forma, uma peça de cada vez.

Em contrapartida ao processamento discreto, existe o processamento contínuo, no qual a fabricação é realizada com o mínimo de interrupção possível na linha sequencial de operações de agregação de valor à matéria prima, pois esta, em geral, não pode ser dividida ou tomada de forma discreta (ABDULMALEK *et al.*, 2006). A indústria de rodas automotivas se enquadra nessa segunda descrição.

## **2.2 Planejamento e Programação e Controle da Produção**

Vollmann (2006) afirma que o sistema de PCP se ocupa do planejamento e controle de todos os aspectos da produção, inclusive do gerenciamento e controle de materiais, da programação de máquinas, dos funcionários e da coordenação com fornecedores e com clientes. Segundo Mesquita e Castro

(2008) a eficiência do PCP pode ser medida por meio de reduções nos tempos de produção, nos custos relacionados a estoque, cumprimento de prazos e rapidez no atendimento as alterações de demanda. O Planejamento e Controle da Produção é responsável em elaborar o plano operacional para administração da produção, preocupando-se em gerenciar as atividades da operação produtiva de modo a satisfazer a demanda dos consumidores operando continuamente (Slack *et al.* 2009). Desta maneira, as empresas têm optado por inúmeras formas de elaborar o planejamento, a programação e o controle da fábrica.

Segundo Orlicky (1975), os sistemas originais de reposição de estoques, que obedecem ao conceito de lote econômico e ponto de reposição não são adequados para um ambiente industrial, pois parte do pressuposto que a demanda é estável e constante. Portanto, à medida que os mercados se tornaram mais competitivos e com a necessidade de atender aos clientes no momento certo, com a quantidade exata e de maneira eficiente, iniciou-se a era dos MRPs (*Materials Requirement Planning*) ou Planejamento das Necessidades de Materiais. Por meio de *softwares* as companhias começaram a calcular a quantidade, o período de antecedência e quais seriam os componentes e matérias-primas que permitissem atender às necessidades de produção, contribuindo para a diminuição do estoque e garantindo a produção de materiais que fossem realmente necessárias para compor o produto final. Porém, os sistemas MRP originais não consideravam as restrições e peculiaridades do sistema produtivo, de tal forma que apenas o fluxo dos materiais era planejado, ignorando as irregularidades e disparidades que existem em um sistema produtivo.

A partir disto, originou-se o conceito de MRP II, no qual o *input* de informações como capacidade produtiva das máquinas, disponibilidade de equipamentos e o número de mãos de obra atuantes no processo passaram a se tornar partes do processo. Por meio da separação dos centros de custo e suas respectivas capacidades de produção, além dos roteiros de produção de cada

produto contendo informações como tempos de ciclo e sequenciamento, houve a inclusão desta ótica no processo.

Mais recentemente, por volta da década de 90, houve o surgimento dos sistemas integrados denominados *Enterprise Resources Planning*, que em adição aos MRPs introduziu uma interface com os outros departamentos, além da produção. Integrando processos de gerenciamento e de negócios, permite uma visão global da organização, segundo Silva e Pessoa (1999). Por meio da utilização deste sistema, é possível integrar os dados e as atividades de cada setor de uma empresa em um único local, no qual estas informações interajam entre si e produzam resultados como previsão de vendas, controle de estoque, necessidade de mão de obra.

Em Loveland *et al.* (2007) determina-se um modelo que alinhasse as decisões de nível tático com decisões de nível operacional, buscando estabelecer uma melhor comunicação e organização do chão de fábrica. Este modelo consiste em determinar a melhor forma de alocar produtos e demandas em linhas paralelas e em conjunto com o sequenciamento da linha de produção, buscando uma otimização combinada. Seja a abordagem do carregamento finita ou infinita, quando o trabalho chega, devem ser tomadas posições sobre a ordem em que as tarefas serão executadas. Essa atividade é denominada sequenciamento (SLACK *et al.*, 2009).

### **2.3 Programação no modelo de produção enxuta**

Na visão de Nogueira (2008) tem se comprovado a partir da observação das empresas situadas no setor automotivo que a implementação, total ou parcial, dos conceitos e ferramentas do *Lean Manufacturing*, como: Trabalho Padronizado, Mapa do Fluxo de Valor (MFV), Manutenção Produtiva Total (TPM), Fluxo Contínuo, Sistemas Puxados, Qualidade Total (TQM), Cadeia de Fornecedores, *Kaizen*, Troca Rápida de Ferramentas (SMED), Gestão Visual, Nivelamento e Balanceamento da Produção e Flexibilização da mão de obra,

geram inúmeros ganhos de competitividade para as empresas, com foco na redução de desperdícios e perdas. É fundamental a prioridade em eliminar as restrições de produção e aumentar a eficiência do processo. Afinal, a partir do momento em que se trabalha com estoque mínimo e com base na demanda real do cliente, deve ser atingido um baixotempo de ciclo para não comprometer a entrega do produto. Dessa forma, práticas como o TPM nas linhas de produção e trocas rápidas de ferramentas contribuem para garantir esse objetivo.

Carrera (2008) aponta que as principais vantagens em gerir o processo de uma forma enxuta em sua logística e programação são: a) maior rapidez nas entregas e flexibilidade do estoque; b) a redução do custo logístico operacional; c) o aumento da produtividade da mão de obra; d) a eliminação dos estoques e aumento do giro de estoque; e e) a liberação de área fabril interna.

Por sua vez, quando se obtém altos volumes de produção, pedidos em abundânciatraduzem-se em desperdício na linha de processo produtivo. Neste caso, como a procura é maior que a oferta, normalmente é possível praticar preços com margens de lucros maiores, e os pequenos problemas acabam sendo absorvidos e desaparecem perante o grande volume produtivo. Porém, não deixam de serem custos, na opinião de Dennis (2008).

### **3 MÉTODO DE PESQUISA**

A aplicação da metodologia deste trabalho é pesquisa exploratória cujo estudo de caso é uma empresa do setor de rodas automotivas. Utilizando-se a aplicação da técnica *Lean Manufacturing*, o presente trabalho tem como objetivo discutir e estruturar formas de organizar e conduzir tal iniciativa e seus impactos.

#### **3.1 Delineamento da pesquisa**

O trabalho tem como objetivo avaliar quais seriam as necessidades de mudança na programação de uma fábrica de rodas automotivas para torná-la

alinhada com os conceitos da produção enxuta e quais seriam as consequências. Portanto, a pesquisa é de caráter exploratório e explicativo, se adequando à utilização do método de estudo de casos; afinal o fenômeno é contemporâneo e investigado em seu contexto real. O objetivo é compreender o motivo das decisões terem sido tomadas, como foram executadas e os resultados obtidos. Após definir o método, realizou-se uma revisão bibliográfica, permitindo expor os fundamentos da pesquisa, identificando as teorias e ressaltando os conceitos relevantes para o trabalho. Além disso, a revisão bibliográfica contribuiu para definir o escopo da pesquisa e quais os principais pontos a serem discutidos durante o trabalho de campo.

### **3.2 Desenho da pesquisa**

Primeiramente foram definidas preposições para guiar o escopo do projeto, partindo do pressuposto que era necessária uma alteração no planejamento e na programação da fábrica.

- Proposição 1: Atuar no processo visando a melhora nos indicadores de estoque, com enfoque na redução de custos e desperdícios presentes.

- Proposição 2: Comparar a sistemática e as consequências geradas para o processo a partir da mudança realizada com a situação anterior.

Definidas as proposições, o próximo passo foi atuar no objeto do estudo, no caso a empresa de rodas automotivas. Esta etapa consistiu em avaliar o modo como era feito o planejamento e a programação antes das alterações para o modelo *Lean* e no decorrer do processo colher as informações com os funcionários do PCP, da produção e demais áreas envolvidas a respeito dos impactos durante a mudança e os resultados finais.

Com o intuito de tornar os resultados mais perceptíveis e claros, foi realizada uma comparação nos resultados de dois indicadores medidos pelo setor de PCP e de controle por parte da corporação. Além do estoque em

processo foram avaliadas as mudanças no estoque de produto acabado. Em ambos os indicadores existe uma exigência cada vez maior por parte das organizações em atuar no seu controle, seja por questões de ganho de espaço físico, melhores condições de trabalho e organização.

### **3.3 Preparação e Coleta dos dados**

A fase de coleta de dados se iniciou antes mesmo das ações que visavam à mudança na programação. Após registrar os resultados refletidos nos indicadores com base na forma antiga em que era feita o planejamento e a programação, iniciou-se a redação de um questionário apresentado aos programadores, supervisores e alguns operadores de linha com o objetivo de coletar oportunidades existentes para atuar no processo, tornando-o enxuto. Por fim, pudemos observar os resultados refletidos nos indicadores e a opinião dos principais envolvidos no processo, a respeito das mudanças e os efeitos gerados.

### **3.4 Análise comparativa e elaboração das ferramentas utilizadas**

De acordo com Maia e Barbosa (2006) uma ferramenta extremamente útil no sistema de produção enxuta é o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV). Pois ao contrário da análise do fluxo, em que se encontram dificuldades em situar os locais de origem dos desperdícios, no mapeamento são possíveis construir células de manufatura para auxiliar essa visualização. Para construí-lo é necessário levar em conta não somente a movimentação de recursos, mas também o fluxo da informação correspondente à atividade a ser executada.

A construção de um mapeamento é semelhante à produção de uma família de produtos, descrevendo todas as etapas e modificações pelas quais são submetidas.

Para representar os processos são utilizadas formas específicas para cada etapa, e nos intervalos utilizadas flechas indicando o sentido corrente do produto ou da informação. Além disso, no MFV devem ser indicados dados como: *lead time* e níveis de estoque, facilitando a visualização dos gargalos do processo e as oportunidades de melhoria.

Depois de terminado o levantamento da situação atual e realizada sua representação, são identificadas as principais fontes de desperdício e realizadas ações direcionadas, sendo elaborado por último um mapa de estado futuro, com a adição das mudanças apresentadas.

## **4 DESENVOLVIMENTO**

### **4.1 Perfil da empresa e dos produtos**

A empresa foco do estudo é uma fabricante de rodas automotivas pertencente a uma corporação multinacional com sede nos EUA. A unidade em que foi realizada a pesquisa localiza-se no Estado de São Paulo, encontra-se entre as líderes de seu segmento e tem como principais clientes as montadoras de veículos. A empresa em questão possui cerca de 1.100 funcionários, divididos em três turnos de produção. Além de atender a maior parte das montadoras nacionais, também possui uma forte atuação no setor internacional, por meio da exportação via contêineres.

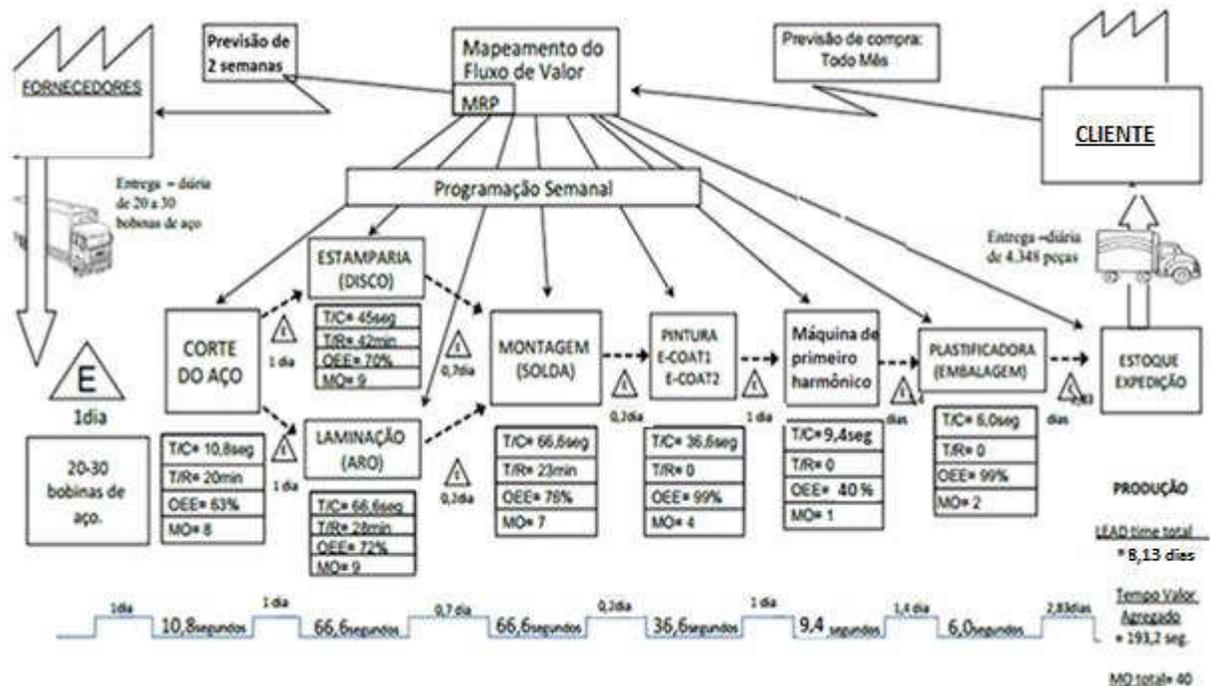
### **4.2 Resultados Obtidos**

#### **4.2.1 Situação antes da programação enxuta**

Para efetuar uma análise comparativa primeiramente foi construído um mapeamento *AS IS*, que se trata do levantamento e documentação da situação atual por meio de um mapa do fluxo de valor, apresentando as falhas bem como

as possíveis melhorias a serem implementadas. Por meio do acompanhamento junto aos responsáveis pelas atividades foram descritos cada passo do processo, desde o envio da matéria-prima por parte do fornecedor até a entrega do produto final ao cliente. Importante ressaltar que além do processo manufatureiro, o MFV representado na figura 1 demonstra a forma que o setor de Planejamento e Controle de Produção trabalha a informação, utilizando os conceitos de produção empurrada.

**Figura 1:** Mapeamento de Fluxo de Valor processo atual



Fonte: Elaborado pelo autor

A programação da fábrica inicia na quarta-feira de cada semana por meio do relatório de MRP, em que são geradas as quantidades necessárias para produzir nos próximos três meses, com detalhes como data máxima de produção, disponibilidade de matéria-prima e quantidade em estoque. A partir dessas informações o programador da laminação elabora um sequenciamento

para uma semana. Em seguida, os programadores dos outros centros de custo adequam seus programas de maneira que atendam à programação definida pela laminação. Dessa forma, tanto os processos anteriores a ele como os subsequentes obedecem e seguem o mesmo princípio. Uma vez que as capacidades produtivas das etapas primárias do processo são superiores aos estágios finais como montagem e pintura, é comum a realização de paradas nestes setores para venda de mão de obra para setores com capacidade menor, tornando-se assim pontos críticos da produção, devido a este desbalanceamento. Além disso, em períodos de fechamento praticam-se paradas estratégicas para desovar o estoque em processo e priorizar a produção dos materiais que já estão em processo.

Nesse modelo de programação e produção as soluções encontradas são tomadas sem planejamento antecipado, de tal forma que se apresentam na medida em que os problemas acontecem. Estas paradas de centros produtivos de maior capacidade para suprir a necessidade de setores que não possuem a mesma eficiência acarretam inúmeros problemas, como utilização de mão de obra em locais nos quais não está apta a produzir e algumas vezes até mesmo a necessidade de horas extras para atender a demanda do cliente. Nessa situação o estoque em processo apresentou-se acima da média estipulada pela diretoria, chegando a atingir 7,5 dias frente à meta de 5,33. A mesma disparidade pode ser observada no estoque de produto acabado, no qual a meta de 4,11 dias ficou bem abaixo em relação a alguns meses, como no mês de maio, no qual ficou em 5 dias. Nesse mês em específico deve ser considerado o corte do cliente, obrigando a empresa a manter em estoque um pedido que não estava considerado no planejamento, porém como se trata de uma quantidade pequena não se torna uma justificativa para essa grande diferença no fechamento. Uma ação tomada pela empresa para atingir esse indicador é negociar com as montadoras a antecipação na coleta de alguns produtos, mas como as empresas automotivas também possuem indicadores de estoques a serem seguidos, essa solução não é definitiva.

O processo da manufatura da roda na empresa se divide em 6 estágios: corte, laminação, estamparia, montagem, pintura e expedição. Para um melhor entendimento foi descrito cada processo e a maneira a qual está relacionado com o setor de Planejamento e Controle de Produção.

- Corte: Fase inicial do processo em que a partir do recebimento da bobina de aço será extraído o material para a manufatura do produto. Após transformar essa bobina em rolo, divide-se o rolo de aro e disco, que são as duas partes essenciais da roda. A parte do rolo de aro é encaminhada para uma máquina responsável por cortar em chapas de disco, que em seguida irá para o setor responsável pela confecção do disco. Já o rolo de aro segue para outra máquina responsável em transformá-lo em chapa de aro, que por sua vez irá para o setor responsável pela produção do aro. Em razão de a produção ser empurrada, a programação exige que o tempo de resposta do primeiro estágio tenha um intervalo considerável.

- Laminação: Fase responsável pela fabricação do aro da roda, na qual existem cinco linhas diferentes, onde os produtos podem ser alocados de acordo com a qualificação de cada um. Em termos de programação é neste setor que o programa da fábrica “nasce”, de acordo com supervisores e envolvidos devido à forte personalidade e atuação dos responsáveis deste setor nos primeiros anos da empresa.

- Estamparia: Nesse setor é produzido o disco, por meio de processos de estampagem que o tornam possível de montá-lo junto ao aro. Por questões de engenharia existe uma restrição na qual o disco de qualquer roda deve ser produzido antes do aro, com o objetivo de verificar se será possível fixar o disco ao aro. Afinal, se isso não acontecer, é possível realizar ajustes no aro neste momento e realizar com sucesso a montagem da roda. Na estamparia existem quatro linhas de produção, pois a capacidade de produção dos discos é maior em relação ao aro.

- Montagem: Nessa fase do processo é realizada a junção do disco com o aro, por meio de um processo de soldagem. Devido a capacidade produtiva das

linhas de montagem ser menor em relação à da laminação e à da estamparia, é comum a existência de um estoque entre estes processos, ocasionando muitas vezes oxidação dos aros empilhados.

- Pintura: Fase final do processo de produção. Primeiramente pintam-se todas as rodas do processo de preto, para em seguida passarem por máquinas de medição de primeiro harmônico, que se trata de uma especificação das montadoras para testar a eficácia do produto. É comum alterar a programação tanto pela baixa capacidade das máquinas quanto pela recorrente indisponibilidade por quebra. Ao final do processo uma máquina é responsável em dar o acabamento nas rodas coloridas, porém isso não é feito para todos os tipos de rodas.

- Plastificadora: Fase mais simples do processo, é responsável apenas por plastificar as rodas já em sua embalagem final.

- Expedição: Após finalizar o processo, a roda é encaminhada para o estoque, no qual aguarda a expedição nos caminhões das montadoras.

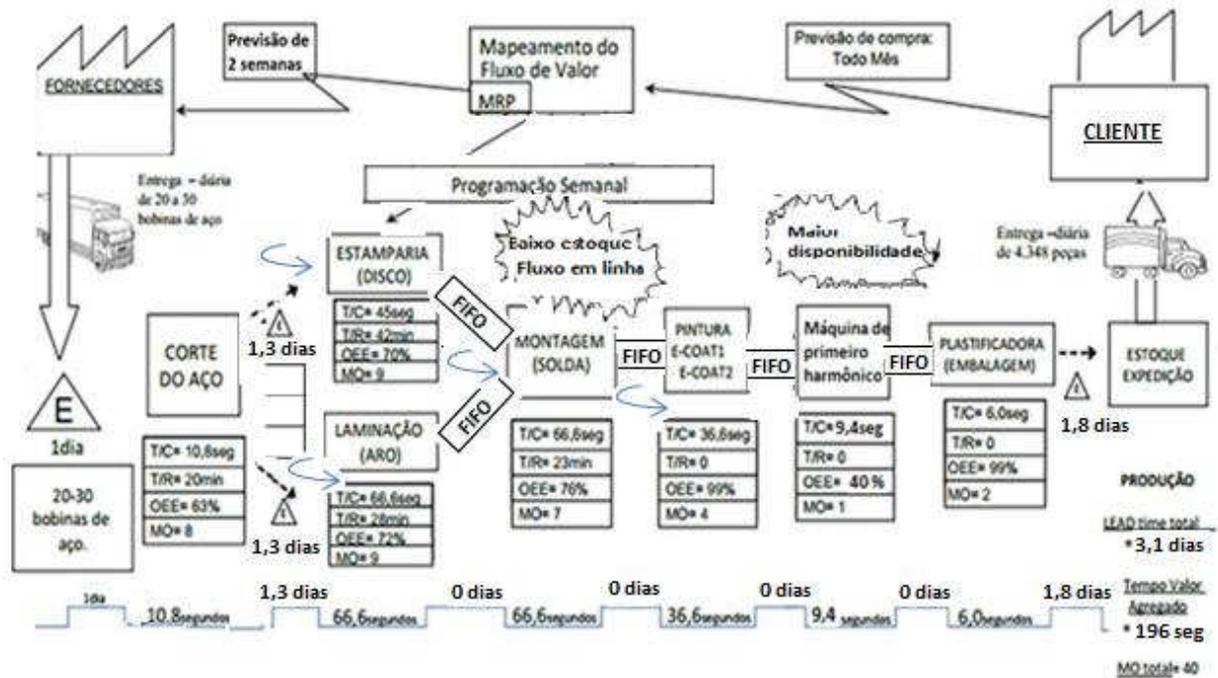
O processo inicia-se a partir da entrega do aço por parte do fornecedor, baseado na estimativa realizada pelo departamento de Planejamento e Controle de Materiais, com base no MRP. Em seguida a bobina de aço é cortada e os blanks de aros são enviados para a laminação produzir o aro e os blanks de disco para a estamparia produzir o disco. A partir do momento que os dois componentes estão prontos é realizada a montagem da roda, por meio do processo de solda. Por último, a roda é submetida à pintura, sendo que primeiramente o produto recebe a tinta preta e passa por um procedimento denominado medição de primeiro harmônico. Caso envolva acabamento colorido na roda em questão, mantém-se em estoque até o momento em que houver disponibilidade da eletrostática, responsável e em aplicar a camada de tinta final, plastificando-a em seguida e aguardando o embarque para o cliente final. Os gargalos da produção neste modelo se concentram entre a laminação e a montagem, pois o tempo de ciclo da primeira é maior, gerando um estoque entre estes dois processos e as máquinas de primeiro harmônico, pois além de haver

um desbalanceamento entre elas e a montagem é comum a quebra dessas máquinas. Desta forma, o estoque de rodas em processo atualmente é o maior da fábrica, exigindo um espaço físico maior e movimentação constante de materiais.

#### 4.2.2 Situação com a programação enxuta

Em contraponto ao MFV da situação anterior, foi elaborado um Mapa do Fluxo de Valor demonstrando como seria o processo com as mudanças propostas, como apresentado na figura 2.

**Figura 2:** Mapa de Fluxo de Valor da situação proposta



Fonte: Elaborado pelo autor

A primeira mudança no processo trata-se da alteração do fluxo da produção, passando da laminação para a pintura, por se tratar do estágio final do processo. Dessa forma a necessidade de produzir determinado produto é acionada a partir do consumo da montadora, de tal forma que cada processo recebe a informação da fase seguinte sobre a necessidade de produção, literalmente puxando a produção. Essa sistemática funcionaria a partir da construção do programa da pintura, informando antecipadamente a quantidade de mão de obra necessária para o processo e quando ela necessita da roda pronta para executar a sua parte, bem como qual seria o cenário a ser desenvolvido pelo estágio anterior, no caso, a montagem. Em seguida a própria montagem recebe a informação de quando necessita entregar a roda e planeja de acordo com a sua capacidade produtiva a necessidade do aro e disco para produzir a roda. E conseqüentemente os outros centros de custo trabalham a informação desta forma, atuando com o mínimo possível de estoque em

processo, visando a atender a necessidade real do cliente. A partir desta mudança é possível analisar que os principais processos impactados foram a pintura (por se tornar o protagonista e assumir a função de local de origem do programa) e a montagem, pois diante da grande diferença de capacidade produtiva entre ela, a estamparia e a laminação, terá a possibilidade de trabalhar em linha com os outros processos. Esta característica de trabalhar em linha se deve ao planejamento de todas as etapas com foco na entrega final e não mais partindo do pressuposto de produzir para empurrar o produto ao próximo estágio.

Outra mudança crucial no processo foi à possibilidade de atuar diretamente no gargalo da produção, no caso as máquinas de primeiro harmônico, devido à sua baixa capacidade produtiva e constantes quebras. Isto ocorreu, pois a partir do momento em que a área da pintura envia a informação de qual roda estará em cada máquina, o setor da montagem irá se programar a respeito de quantas linhas ele pode trabalhar, de modo que não seja produzida uma quantidade maior de rodas que passem pela medição do primeiro harmônico em relação ao número de máquinas disponíveis. Apesar de não atuar na eficiência direta das máquinas é importante observar o ganho gerado pela mudança na programação, que por meio da análise do *mix* de produção provoca uma mudança na disponibilidade da máquina. Evitando a ocorrência de situações comuns anteriormente, como medição de mais de 4 produtos simultaneamente perante um número menor de máquinas disponíveis. Evitando-se dessa forma transtornos para a produção, e gerando uma maior facilidade na liberação das máquinas para a manutenção e outras áreas como engenharia de processo e ferramentaria, com o objetivo de realizar testes de melhora na produção das rodas.

A política de entrega dos fornecedores da empresa varia de acordo com o produto. Alguns têm entregas diárias enquanto outros optam por entregas pontuais. Desta forma a sistemática do recebimento de seus fornecedores obedece a um sistema de pedidos realizados com antecedência e *lead time* alto,

ao contrário do atendimento da fábrica aos seus clientes, pautado por variações de demanda e garantia de entrega. Portanto o maior problema enfrentado é a alteração da demanda, pois a partir das modificações bruscas das montadoras, seja por motivos de cortes como também aumentos repentinos. Essas mudanças decorrem de inúmeros fatores, como: resposta do mercado diferente ao que a fabricante de carros esperava, cortes imediatos para diminuir estoque, aumentos para suprir pedidos inesperados, variação de moeda. A partir do momento em que se opta por trabalhar em um modelo de produção puxada, é inegável a necessidade de conscientizar os fornecedores a respeito da importância da entrega de matéria-prima com qualidade e no menor tempo possível. Além disto, outras ações como qualificações de determinados produtos em outras linhas e máquinas, bem como qualificar materiais para o maior número de produtos possíveis são atitudes que foram tomadas para evitar restrições produtivas e materiais e se mostraram extremamente eficazes em um modelo de entrega baseada no *Just In Time*.

O resultado destas ações pode ser comprovado ao analisar os indicadores de estoque, que inicialmente foram os principais motivadores da implementação deste projeto. A partir do mês de agosto de 2013, período no qual as mudanças tiveram início, os dias de estoque de PA caíram para 3,7 dias perante a meta de 4,11. Porém, a diferença a ser destacada se mostrou no estoque em processo, no qual já no primeiro mês fechou em 3,7 dias em relação à meta de 5,33 dias. A principal área impactada foi o estoque de rodas em processo, afinal o foco nas máquinas de primeiro harmônico garantiu a diminuição nas rodas que iam para estoque sem passar por esse processo. Outro ponto a ser comentado é a intenção de produzir perante a necessidade real do cliente, objetivando zerar o estoque de rodas paradas em detrimento à solução antiga de produzir um lote desnecessariamente, apenas para seguir o procedimento de empurrar o produto para o final do processo.

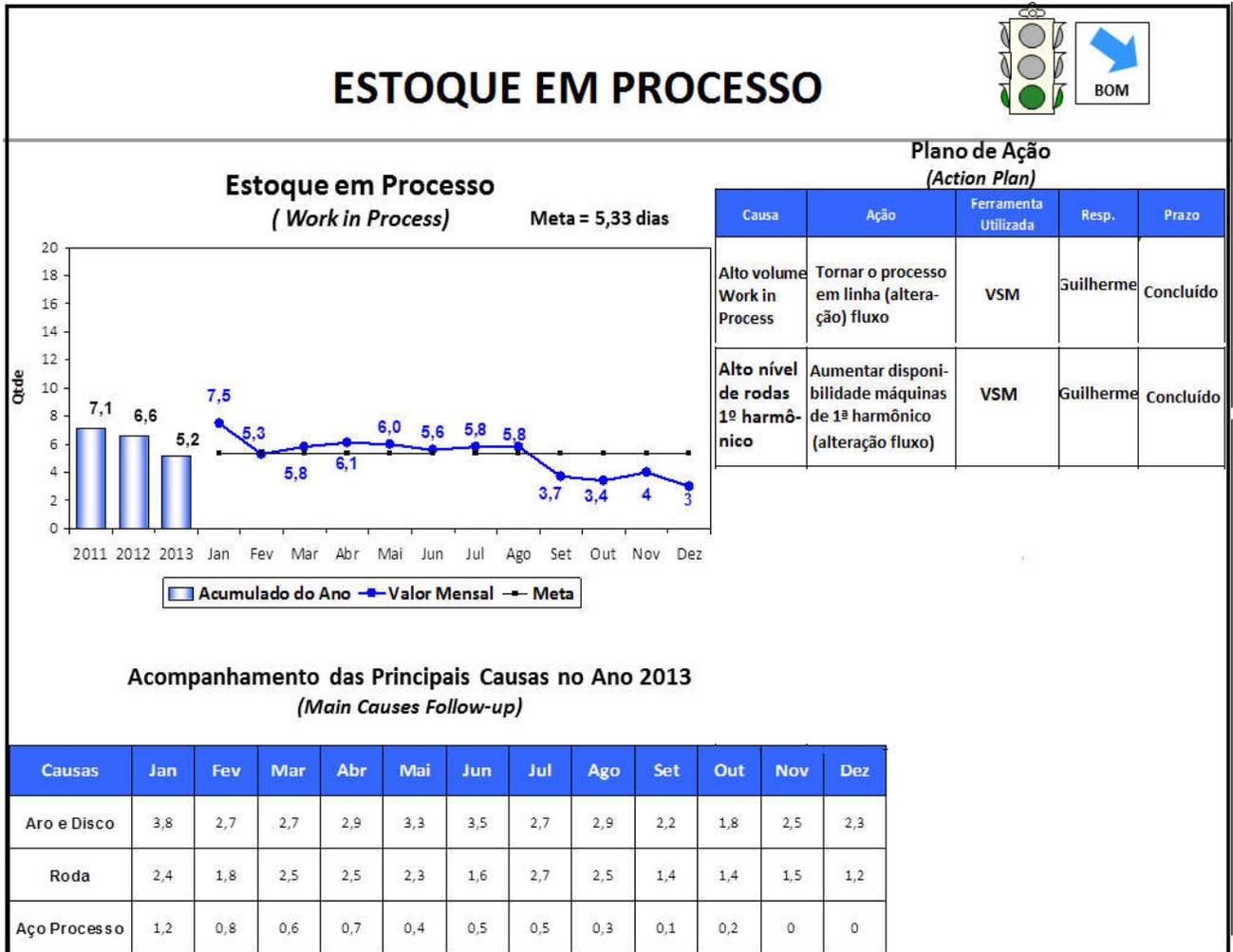
Pode-se observar a principal mudança no fluxo da informação, de tal forma que o sequenciamento da produção é montado a partir do final do

processo, “puxando” a necessidade para o processo anterior. Com estas modificações, ocorre uma diminuição na quantidade de estoque estagnado. Isto se deve à priorização em se produzir apenas o necessário, aplicando os conceitos de *Just In Time* e produção puxada.

#### 4.2.3 Análise dos Resultados

A Produção Empurrada trabalha com antecipação de demanda, analisando a previsão informada pelos clientes, por não avaliar a demanda real como fator contribuinte para sua programação de produção acaba provocando maiores quantidades de estoques. Já a Produção Puxada, baseia-se na demanda real do seu cliente, programando dessa forma a quantidade certa, no tempo certo, no local certo para o destinatário certo. Pode ser observada nas figuras 3 e 4a carta BOS (*Business Operating System*), modelo visual utilizado pelas companhias para demonstrar o gráfico de um determinado indicador, em conjunto com as explicações a respeito das variações em que nele ocorreram. Analisando primeiramente a carta do Estoque em Processo, é apresentada a quantidade de material estacionado ao longo da manufatura de rodas da fábrica, obtidos por meio dos lançamentos dos apontadores de produção ao final do mês, em que cada centro de custo relata a quantidade de produto parado sob sua responsabilidade. O cálculo final é feito por meio da soma do aço, aros, discos e rodas aguardando a medição do primeiro harmônico e o acabamento final. Importante ressaltar que o peso do aço, bem como do aro e disco são de 0,5 para o cálculo final. Em contrapartida o valor da roda montada independentemente do estágio em que se encontra é de 1. Dessa forma, o impacto gerado por ações que visem à diminuição do *Work in Process*(Estoque em Processo) após o processo da montagem é maior e deve ser priorizado.

Figura3: Estoque em Processo

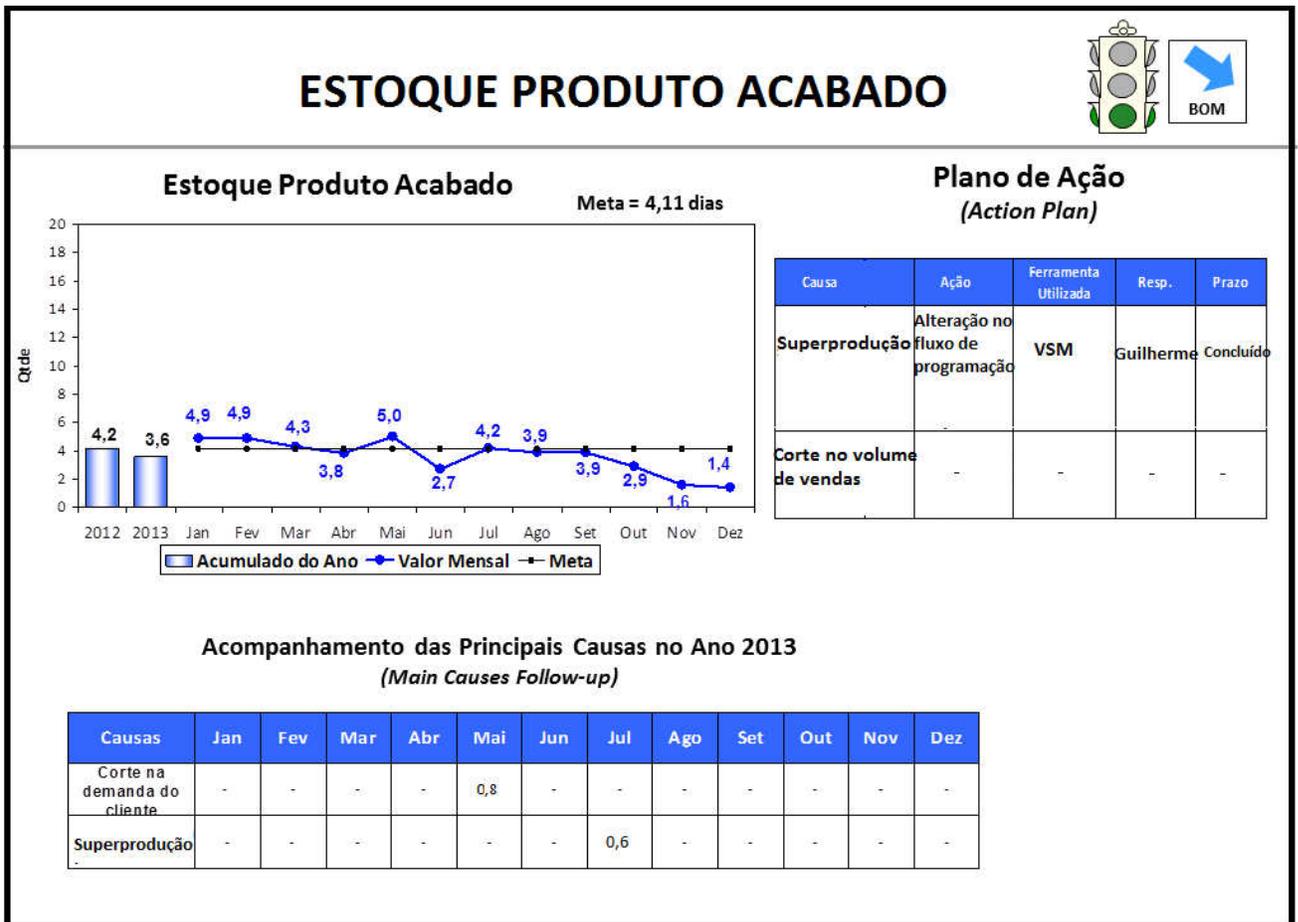


Fonte: Elaborado pelo autor

Nota-se uma queda acentuada no período de agosto e setembro do ano passado, em decorrência das ações discutidas ao longo do processo. Além disso, é possível observar a continuidade na tendência de queda do indicador, eliminando, portanto, a hipótese de que a melhora no indicador foi decorrente de uma causa especial.

Além deste indicador, apresenta-se a seguir a carta BOS do estoque de produto acabado, que se caracteriza por produto final, aguardando somente a coleta dos caminhões.

Figura4- Estoque Produto Acabado



Fonte: Elaborado pelo autor

O impacto neste indicador se deve à implementação do conceito de produzir apenas a quantidade requisitada pela montadora. Desta forma, a entrega do produto deve ocorrer no tempo certo, na quantidade certa e no local certo.

Estes resultados ilustram a queda no número de dias de estoque acarretada pelas modificações na programação e produção da fábrica. Estes valores por si só podem não representar os ganhos gerados pela fábrica de maneira concreta. Porém, a partir do momento que a quantidade de dias de

estoques diminui, é natural o ganho físico; afinal seu custo em armazenar estes materiais é afetado e a movimentação de materiais não se torna necessária, pois o processo se caracteriza como “em linha”. Outro fator representado por estes números é a representatividade das ações com enfoque no estoque de rodas prontas; afinal o valor desse produto é agregado e conta com investimentos realizados ao longo do processo, como recursos e mão de obra, caracterizando-o como uma área estratégica desse projeto.

## 5 CONCLUSÃO

Observa-se a melhora no desempenho dos indicadores na implementação do sistema de produção puxada, em razão do impacto nos estoques de produto acabado e processoperante um controle em relação ao que é produzido e uma priorização em fabricar somente o que foi pedido. Porém, um ponto de extrema importância abordado no trabalho é a necessidade de uma demanda constante, de tal forma que não prejudique a eficiência na entrega do produto no modelo de produção enxuta.

Assim como foi pontuado, a demanda de algumas montadoras possui uma variação elevada, grande parte em razão de uma possível falta de planejamento da mesma, influenciando desta maneira a forma de trabalhar de seus fornecedores. Portanto, é recomendável a adoção do *Lean Manufacturing* como forma de diminuir o estoque, evitando-se desperdícios, e conseqüentemente, custos desnecessários. Pois esses custos não poderiam simplesmente serem repassados ao cliente, obrigando a empresa a arcar com esta despesa.

A produção enxuta deve ser considerada valiosa para a obtenção de vantagens no mercado. Entretanto, é necessário pontuar que a sua aplicação não se trata de uma fórmula imutável e infalível a qualquer organização. Assim, o *Lean Manufacturing* deve ser reconhecido como vantajoso, mas os responsáveis por sua implementação devem considerar suas restrições, sob pena da empresa adotar um sistema reconhecido e valorizado no mercado sem que isso se

traduza necessariamente na obtenção de vantagens, chegando ao extremo de fracassar na execução de seu plano de produção.

Considerando o objetivo do trabalho como analisar as possíveis melhorias decorrentes de uma mudança no fluxo de programação da fábrica e gerando como consequência principal a redução de estoques e desperdícios, é possível avaliar como um sucesso a adoção da produção enxuta. Além de ser visível a queda na quantidade de produtos em processo e acabados, elaborar o sequenciamento a partir do final da produção permitiu um maior controle ao setor de Planejamento e Controle de Produção. Afinal, havia situações em que o caminhão das montadoras estava aguardando o carregamento, mas não se tinha conhecimento em qual processo estava a roda, o que gerava uma grande mobilização de mão de obra, tempo e recursos para produzir o necessário em caráter de urgência. Este problema ocorria, pois a programação e a produção eram realizadas de forma empurrada, de maneira que mesmo existindo o produto, não se encontrava o mesmo disponível no PA devido a algum tipo de reprova ou necessidade de passar por algum processo. Na maioria das vezes só se tomava conhecimento destes problemas no momento do embarque, causando o risco de não atender o cliente e receber uma reclamação formal. Alterando o fluxo baseado na produção enxuta, os lotes que serão produzidos terão como base somente o que é efetivamente demandado pelo cliente, de tal forma que se torna inaceitável a estagnação dos produtos no meio do processo. Esta atitude provoca não somente um melhor acompanhamento por parte do PCP como também queda no desperdício de recursos que não agregam valor ao processo final.

As vantagens geradas não se estenderam somente ao setor de Planejamento e Controle de Produção, que passou a controlar o nível de estoque de uma maneira mais eficiente, mas também à produção, afinal a mudança defendida pelo trabalho exige uma quantidade menor de medidas emergenciais, priorizando o planejamento e controle maior do quadro geral. Tomando-se o processo final como ponto inicial, automaticamente compartilha-se a informação

com a etapa anterior sobre a sua necessidade e antecipam-se possíveis problemas de ausência de recursos necessários, tornando o processo produtivo mais organizado e menos dependente de soluções temporárias como vendas de mão de obra e paradas estratégicas.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZZOLINI, W. J. **Tendência do Processo de Evolução dos Sistemas de Administração da Produção**. 2004;Tese de Doutorado em Engenharia de Produção;Universidade de São Paulo-USP; 2004.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. **Logistical management: the integrated supply chain process**. New York: McGraw-Hill, 1996.

CALANDRO, Maria Lucrecia. **A indústria automobilística brasileira: integração produtiva no Mercosul, regimes automotivos e perspectivas..** in.: Indicadores Econômicos. FEE, v.28, n. 1, 2000.

CARETA, C. B.; FAVONI, C.; GAMBI, L. N. **Oportunidades de implementação de conceitos e ferramentas de produção enxuta visando melhoria da competitividade de empresas do APL calçadista de JAÚ/SP**, 2012.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. N. **Just -in- time, MRP II e OPT - Um enfoque estratégico**. São Paulo: Atlas, 1993.

DENNIS, Pascal. **Produção lean simplificada: Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

INMAN, R. **Are you implementing a pull system by putting the cart before the horse?** *Production and Inventory Management Journal*, v. 40, n. 3, p. 67-71, 1999.

LANDVATER, D. **World class production and inventory management**.New York: Wiley, 1997.

LOVELAND, J. L.; MONKMAN, S. K. & MORRICE, D. J. ***Dell uses a new production scheduling algorithm to Accommodate Increased Product Variety***. *Interaces* - Vol. 37, No. 3, pp. 209-219, May-June 2007.

MAXIMIANO, Antonio César Amaru. ***Teoria Geral da Administração: da revolução urbana à revolução digital***. 5. ed. – São Paulo: Atlas, 2005.

MESQUITA, M. A.; CASTRO, R. L. ***Análise das práticas de planejamento e controle da produção em fornecedores da cadeia automotiva brasileira***. *Gestão da Produção*, v. 15, n. 1, p. 33-42, 2008.

ORLICKY, J.A.: ***Material Requirements Planning: the new way of life in Production and Inventory Management***, McGraw-Hill, 1975.

ROTHER, M.; SHOOK, J. ***Aprendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdício***. *Lean Enterprise Institute do Brasil*, 2003.

SILVA, L.G. & PESSÔA, M.S.P.: ***Gestão da Informação: uma Visão dos Sistemas ERP. VI SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção***, Anais, Nov. 1999.

SLACK, N.; CHAMBERS, S. & JOHNSTON, R. ***Administração da Produção***. 3. ed. Editora Atlas, São Paulo, 2009.

VOLLMAN, E.T. *et al.* ***Sistemas de Planejamento & Controle da Produção para o gerenciamento da Cadeia de Suprimentos***. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

WEMMERLOV, U. *Assemble-to-order manufacturing implications for materials management*. *Journal of Operations Management*, v. 4, n. 4, p. 347-368, 1984.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. & ROOS, D. *A máquina que mudou o mundo*. Nova ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.