



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS



Bárbara Christina Gabrigna Berto

# **MANUFATURA ENXUTA: UMA AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE IMPLEMENTAÇÃO ATRAVÉS DE INDICADORES**

Limeira

2014



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS



Bárbara Christina Gabrigna Berto

## **MANUFATURA ENXUTA: UMA AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE IMPLEMENTAÇÃO ATRAVÉS DE INDICADORES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção à Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Valio Dominguez Gonzalez

Limeira

2014

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

B462m	<p>Berto, Bárbara Christina Gabrigna</p> <p>Manufatura enxuta: uma avaliação do nível de implementação através de indicadores / Bárbara Christina Gabrigna Berto. - Limeira, SP: [s.n.], 2014. 27 f.</p> <p>Orientador: Rodrigo Valio Dominguez Gonzalez. Monografia (Graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas</p> <p>1. Eficiência organizacional. 2. Planejamento dos recursos de manufatura. 3. Produção enxuta. 4. Estoques. 5. Indústria automobilística. I. Gonzalez, Rodrigo Valio Dominguez. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Aplicadas. III. Título.</p>
-------	--

Título em inglês: Lean manufacturing: an assessment of implementation through metrics.

Keywords: - Organization efficiency;

- Planning of manufacturing resources;

- Lean production;

- Stocks;

- Automotive industry.

Titulação: Bacharel em Engenharia de Produção.

Banca Examinadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Alessandra Cremasco.

BERTO, B. C. G. **Manufatura enxuta: uma avaliação do nível de implementação através de indicadores.** 2014. 27 p. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Produção – Faculdade de Ciências Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas. Limeira, 2014.

### Resumo

O presente trabalho trata da avaliação do desempenho da manufatura enxuta nas organizações. Considerando que existe uma grande complexidade na implementação efetiva dos princípios da manufatura enxuta, esta pesquisa foi motivada a fim de avaliar o grau com que uma organização adota os princípios do *lean manufacturing*.

Assim, o objetivo principal é identificar e caracterizar os indicadores que sustentam a implementação do conceito *Lean* nas organizações e identificar os benefícios operacionais que a ME traz a uma empresa do setor de autopeças do Brasil.

Primeiramente, a partir de uma revisão da teoria sobre o tema, foram definidos os fatores relacionados à manufatura enxuta para, em seguida, efetuar um estudo de simples caso numa empresa do setor automobilístico em torno destes fatores. A partir da pesquisa de campo, foram levantados os indicadores que permitem a avaliação da manufatura enxuta. Além disso, foram mesurados os benefícios operacionais que o *lean manufacturing* traz a uma organização.

**Palavras – chave:** eficiência organizacional, planejamento de recursos de manufatura, produção enxuta, estoques, indústria automobilística.

BERTO, B. C. G. ***Lean manufacturing: an assessment of implementation through metrics***. 2014. 27 p. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Produção – Faculdade de Ciências Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas. Limeira, 2014.

### **Abstract**

The present work deals with lean manufacturing performance in companies. Since implementing lean manufacturing principles and practices is a very complex task, the purpose of this research is to evaluate the level up to which an organisation adopts these principles.

Therefore, the main objectives are to identify and characterize metrics that demonstrate adhesion to lean principles and identify operational benefits that lean manufacturing brings to companies.

First, lean manufacturing factors were defined using concepts found on literature to support a case study of a Brazilian automotive parts company. Data from metrics were gathered in site to allow a thorough evaluation of lean manufacturing principles compliance. Moreover, the operational benefits of lean principles were measured.

**Keywords:** organization efficiency, planning of manufacturing resources, lean production, stocks, automotive industry.

## SUMÁRIO

<b>Introdução</b> .....	8
Contextualização.....	8
Justificativa de pesquisa.....	8
Objetivo do trabalho.....	9
<b>Referencial Teórico</b> .....	<b>9</b>
<b>Método de pesquisa</b> .....	<b>14</b>
Classificação e tipos de pesquisa .....	14
<b>Estudo de caso</b> .....	<b>15</b>
Apresentação da empresa .....	15
Estudo de caso .....	16
<b>Conclusão</b> .....	<b>24</b>
<b>Referências bibliográficas</b> .....	<b>25</b>

## 1. Introdução

### 1.1 Contextualização

Segundo Womack & Jones (1998) a manufatura enxuta (ME) é uma abordagem que busca uma forma melhor de organizar e gerenciar o relacionamento de uma empresa com seus clientes, cadeia de fornecedores, desenvolvimento de produtos e operações de produção, fazendo cada vez mais com cada vez menos. Para isso, deve-se identificar e eliminar os desperdícios da cadeia produtiva, sendo que desperdício significa qualquer atividade que não agregue valor ao produto ou processo. Dentre os principais desperdícios estão a superprodução, movimentação de pessoas ou produtos, tempos de espera, retrabalho, etc.

Para atingir esse objetivo, técnicas de produção em pequenos lotes, redução do tempo de setup, redução de estoques, nivelamento da produção, mapa de fluxo de valor (MFV), *Kanban*, 5S, entre outros, são utilizadas. É muito importante que a ME abranja todas as partes da organização e não somente a manufatura, pois assim a competitividade é potencializada com base na forte cooperação e comprometimento de operadores e de gerentes (HANCOCK; ZAYCO, 1998).

A filosofia *Lean* sugere mudanças que valorizem a produção e eliminem o que não agrega valor. Esse valor é definido pelo consumidor e não pela empresa. A ME, portanto, cria flexibilidade, rapidez, qualidade, confiabilidade e redução de custos no que é produzido, oferecendo, assim, vantagem competitiva à empresa que pratica esta filosofia. “Sua meta é usar menos esforço humano, menos inventário, menos tempo para desenvolver um produto e menos espaço para tornar-se altamente sensível à demanda do cliente enquanto fabrica produtos de alta qualidade com o máximo de eficiência e da maneira mais econômica possível” (KARIM; ZAMAN, 2013).

### 1.2 Justificativa de pesquisa

Essa pesquisa é justificada pelo fato de muitas empresas adotarem os princípios da ME, porém muitas destas organizações não conseguem avaliar o

grau de “enxugamento” do setor produtivo alcançado por meio da implantação destes princípios.

Em seu estado final, esse enxugamento refere-se à redução dos estoques que uma organização mantém em seu setor produtivo. Este estoque pode ser classificado como sendo à montante, dentro do processo e à jusante. Desta forma, a implantação dos princípios da ME envolve a transformação organizacional desde a seleção de seus fornecedores, passando por mudanças nos processos produtivos e finalizando na distribuição do produto acabado.

Portanto, a implantação dos princípios da ME torna-se complexa e a questão que esta pesquisa trata é a seguinte: Como uma empresa do setor automobilístico pode mensurar o grau de implementação dos princípios da ME?

Outra justificativa para esta pesquisa é a carência de trabalhos que tratam do tema relacionado ao estudo dos indicadores que permitem a avaliação do grau de implementação da ME.

### **1.3 Objetivo do trabalho**

Os princípios da ME influenciam diretamente nas decisões da organização, porém existe um déficit entre a aplicação do conceito e o real desempenho operacional da empresa.

Muitas empresas implementam a ME a fim de alcançar vantagens competitivas no mercado. Entretanto, a bibliografia sobre o tema não elucida quais são os fatores que permitem a avaliação do grau de implementação da ME.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo principal identificar e caracterizar os indicadores que sustentam a implementação do conceito *Lean* nas organizações. Além disso, faz parte do escopo desta pesquisa, como objetivo secundário, identificar as práticas organizacionais e ferramentas relacionadas à implementação da ME.

## **2. Referencial teórico**

O grande desafio das empresas que adotam a filosofia *Lean* é correlacionar o grau de implementação da ME e a performance da produção. O

desafio é difícil de se ultrapassar, uma vez que o investimento na implementação da ME é muito alto, é necessário analisar o processo, mudá-lo, treinar o time e sustentar as pessoas para suportar essas mudanças. Uma vez adotada essa filosofia, esperam-se melhorias contínuas no processo de produção.

“Um ponto fundamental da metodologia de avaliação da manufatura enxuta é a utilização de indicadores de desempenho. Segundo Neely *et al.* (1995), a medição de desempenho é um assunto frequentemente discutido, mas raramente definido. Para ele, a medição de desempenho pode ser definido como o processo de se quantificar a eficiência e a eficácia de uma ação; já um sistema de medição de desempenho pode ser definido como um conjunto de medidas utilizadas para quantificar a eficiência ou eficácia de uma ação” (DIAS *et al.*, 2008).

De acordo com Gunasekaran (*apud* KARIN; ZAMAN, 2013), um sistema de medição de desempenho é uma importante ferramenta de gestão de negócios, pois fornece as informações necessárias para as tomadas de decisão, portanto é essencial que as medidas sejam tomadas de forma correta e no tempo certo dentro da cadeia de suprimentos. Mas as empresas frequentemente não conseguem maximizar os benefícios das estratégias *Lean* porque não conseguem desenvolver um sistema de medição de desempenho necessário para avaliar a melhoria na eficiência e eficácia.

Uma abordagem prática para superar o desafio da implementação da ME em relação à performance é desenvolver e implementar uma auditoria de manufatura enxuta que possa medir e reportar o sucesso da ME para melhorar a performance operacional (TAGGART & KIENHOFER, 2013). Essa auditoria serve para acompanhar os *gaps* entre o que é esperado que acontecesse e o que realmente acontece. Além disso, é uma forma de saber em que se deve melhorar e o que está sendo executado de maneira correta.

Para realizar essa medição é necessário estabelecer quais serão os parâmetros avaliados. Karin e Zaman (2013) citam que a maioria dos autores mede a ME através da produtividade e eficiência operacional. Outros medem através do VSM (Mapa de Fluxo de Valor, em inglês, Value Stream Mapping) das

organizações, considerando custo, tempo e valores de volume de produção, desconsiderando a efetividade da produção comparada com o objetivo da empresa.

Chiarini (*apud* SINGH; CHAUHAN, 2012) integrou o pensamento enxuto na norma ISSO 9001 e observou que, em geral, a implantação do pensamento enxuto afeta documentações dentro de uma empresa, como manuais de qualidade, procedimentos e instruções de trabalho. Além disso, ferramentas e princípios como o VSM, métricas *Lean*, 5S e *takt time* são as técnicas mais usadas pelas companhias, enquanto que a autonomia e a manutenção produtiva total são mais formalizadas nos documentos da ISO 9001.

Entender o que constitui a ME a partir da perspectiva mensurável das características enxutas é fundamental para o sucesso da implementação do lean manufacturing (LM) na empresa. Sendo assim, vários autores citam inúmeras características a serem usadas para quantificar o grau de execução da ME, como no quadro 1.

Levando em conta os aspectos relacionados à ME mostrados no quadro 1, apenas uma parte deles é utilizada nesta pesquisa pelo fato destes serem os fatores mais comumente desenvolvidos em empresas do setor automobilístico. Em relação ao gerenciamento visual, entende-se como “o artifício para tornar visível os inventários em processo, tornando administrável os controles de prioridades do chão de fábrica mediante cartões ou outros sinalizadores visuais” (CIOSAKI; COLENCI, 1998). Entre esses artifícios estão o programa 5S – organização, ordenação, limpeza/ higiene, padronização e disciplina -, sistema Andon – apresentado na forma de quadros, sinalizadores sonoros ou visuais; utilizada na linha de produção para que o operador possa sinalizar a solicitação de ajuda de técnicos, engenheiros e outros profissionais para resolver um determinado problema durante a produção-, quadro *Heinjunka*, sistema *kanban* – podendo ser classificado junto à gestão visual, é um cartão que faz o papel de controle de fluxos de produção ou transportes numa indústria-, etc.

ASPECTOS RELACIONADOS A ME	AUTORES	TAGGART & KIENHOFER, 2013	JABBOUR <i>et al.</i> , 2013	DIAS, <i>et al.</i> , 2008	Utilizado nesta pesquisa
Gerenciamento visual ( <i>housekeeping</i> )		X	x		Sim
<i>Kaizen</i> (redução de perdas)		X	x		Sim
Consciência cultural		X			
Flexibilidade de operações ( <i>layout</i> )		X		x	
<i>Error proofing</i>		X			Sim
Redução de variabilidade no processo		X			
Rápido tempo de <i>setup</i>		X		x	Sim
TPM - Manutenção produtiva total		X	x	x	Sim
JIT - <i>Just in time</i>		X	x	x	Sim
Nivelamento da produção ( <i>Heijunka</i> )		X			
Foco no cliente		X			Sim
Relacionamento com fornecedor		X	x	x	Sim
Prestação de contas diárias		X			Sim
<i>Kanban</i>			x		Sim
Tamanho de lotes			x	x	

Fonte: autoria própria.

Quadro 1 – Aspectos relacionados à ME de acordo com alguns autores; e fatores utilizados no trabalho de acordo com a empresa em estudo.

O *Kaizen*, uma ferramenta da ME que se caracteriza por ser uma filosofia de melhoria contínua, também é um indicador de desempenho. O *Kaizen* se desenvolve por meio de times formados para implementar uma melhora agressiva no sistema produtivo e, também, por se tratar de uma filosofia de cunho cultural que deve acontecer diariamente. Outro indicativo é o *error proofing*, mecanismo no qual ajuda o operador e/ou equipamento a não cometer erros.

Além disso, o tempo de *setup* - mecanismo desenvolvido para melhorar o tempo de troca de ferramentas nas máquinas devido ao mix de produtos

– deve ser baixo. Este trabalho também considera a TPM – Manutenção Produtiva Total - “manutenção produtiva realizada por todos os empregados através de atividades de pequenos grupos” (SLACK, 2002). Segundo Xenos (*apud* AMARAL, 2003), a TPM é a melhor aplicação dos diversos métodos de manutenção, que visa a melhor utilização do equipamento aliado com sua maior produtividade. O JIT é um outro sistema de administração da produção que auxilia na quantidade e na hora exata de se produzir um determinado produto, ou seja, nada é produzido fora de tempo e em quantidade errada.

O foco no cliente e o relacionamento com fornecedor são dois aspectos muito importantes dentro de uma empresa enxuta. O bom relacionamento cliente – empresa é essencial, pois assim a empresa atende o cliente da melhor forma possível, com qualidade exigida e demanda necessária. Outro relacionamento importante é o fornecedor – empresa, o qual busca a redução dos custos inerentes da cadeia de suprimentos, otimizando o processo de compras e, buscando empresas cada vez mais competentes e confiáveis que garantem o cumprimento dos requisitos contratados.

Por fim, o ultimo aspecto analisado é o de prestação de contas diárias, que é mostrado através dos níveis de eficiência (OE), em %, e FTQ (First Time Quality), em ppm. A eficiência mostra a relação entre o que deveria ter sido produzido e o que de fato produziu, além de evidenciar as causas da não eficiência 100% de cada linha de produção. A coleta de dados desse aspecto é feita através do reporte de produção hora-hora diário das linhas de produção, isto é, os operadores devem reportar em cadernos os dados (número de peças produzidas por hora, motivo da diferença de quantidade de peças que deveria ter sido produzida por hora e não foi e número de operadores naquela hora). Já o FTQ é um documento que evidencia o desperdício e o retrabalho, em quantidade de peças, que ocorreram na produção naquele dia. Esse documento deve ser preenchido ao final de cada turno com a quantidade de peças desperdiçadas e retrabalhadas juntamente com o motivo da falha que causou o FTQ.

### 3. Métodos de pesquisa

#### 3.1 Classificação e tipos de pesquisa

As pesquisas podem ser classificadas de diferentes formas de acordo com Mello e Turrioni (2012). Quanto à sua natureza, estas podem ser **básicas** - as quais geram conhecimentos novos para a ciência, porém sem aplicação prática - ou **aplicadas** – que têm interesse de que seus conhecimentos sejam aplicados; quanto à forma de abordar o problema, podem ser **quantitativas** – consideram que tudo pode ser quantificável -, **qualitativas** – interpretam fenômenos e atribuem significados; de natureza totalmente descritiva - ou **combinadas** - que se dá pela integração entre a qualitativa e a quantitativa; quanto aos seus objetivos, podem ser **exploratórias** – visando construir hipóteses e tornar pesquisas explícitas - , **descritivas** – descrevendo as características de determinada população, fenômeno; envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados, questionário e observação sistemática – e **explicativa** – identificando os fatores que contribuem para a ocorrência de fenômenos - ; e, por fim, quanto aos métodos as pesquisas podem ser feitas através de **experimentos** - determinação de um objeto de estudo, suas variáveis e as formas de controle e de observação dos feitos - , **pesquisa levantamento (ou survey)** – pesquisas que envolvem interrogação direta das pessoas que se objetiva conhecer -, **modelagem ou simulação** – quando se desejam experimentar, através de um modelo, um sistema real para descobrir suas reações - , **estudo de caso** – estudo profundo de um ou mais objetos, de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento – e, por fim, **pesquisa – ação**.

De acordo com a classificação acima este trabalho pode ser classificado como uma pesquisa básica, qualitativa, descritiva e estudo de caso. Básica porque não tem objetivo prático, mas sim de estudo; qualitativa, pois interpreta os dados de forma mais profunda e os analisa, caracterizando uma grande interação pesquisador – objeto de estudo; descritiva devido ao fato de usar técnicas padronizadas para coletas de dados, como observação e leitura de documentos; e do tipo estudo de caso, pois o método permite o estudo detalhado da integração entre a aplicação das ferramentas da ME e o real resultado e modo de aplicação da mesma.

O processo de coleta de dados se deve através de coleta de documentos e estudo das linhas de produção no decorrer do tempo. Além disso, houve entrevistas com os engenheiros de manufatura responsáveis, engenheiros da qualidade, coordenador de produção e responsável por qualidade de fornecedores.

Os documentos observados foram: *Standard Cell*, documento de padronização de operação, documentos de liberação de linha e anotações de produção hora-hora diários. Os principais assuntos que compuseram o questionário foram:

- Plano de produção e entrega;
- Plano de reação a problemas encontrados na produção;
- Plano de reação a problemas com fornecedores;
- Diferenças no setup antes e depois do *Kaizen*;
- Documentos da qualidade que influenciam na produção;
- Sistema TPM.

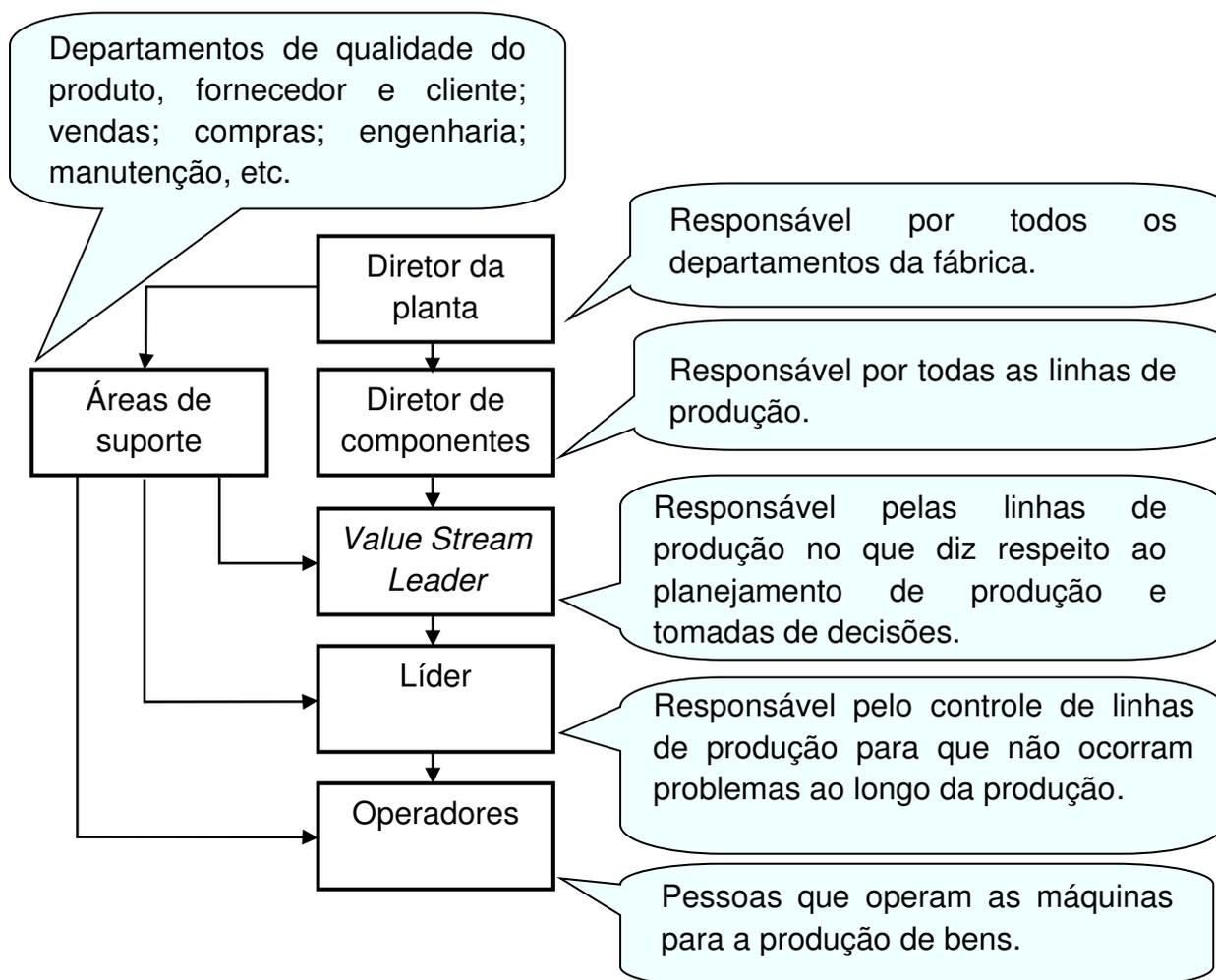
#### **4. Estudo de caso**

##### **4.1 Apresentação da empresa**

O estudo de caso foi desenvolvido numa empresa multinacional de componentes automotivos na cidade de Piracicaba – SP. É uma das líderes mundiais em tecnologia de eletrônica móvel, componentes e sistemas de transporte, sendo fornecedora global de todas as montadoras. A empresa contém mais de 100 mil funcionários, sendo aproximadamente 700 nessa filial. Tem como visão e objetivo ser reconhecida como melhor fornecedor pelos seus clientes e, para isso, se destaca com uma vasta gama de produtos e serviços inovadores.

Na planta em questão, fabricam-se componentes e sistemas de gerenciamento de motores *multi-fuel*. As linhas que serviram como objeto de estudo foram as de coletores de admissão (linha A), injetores de combustível (linha B) e *fuel rail* (linha C). Vale ressaltar que a linha B é, na verdade, uma cadeia de produção, pois é formada por mais outros quatro segmentos que formam o produto final.

É importante conhecer a hierarquia organizacional da empresa para entender o papel de cada pessoa perante a execução da ME. A figura ilustra um organograma simplificado (figura 1):



Fonte: autoria própria.

Figura 1 – Organograma da hierarquia da empresa.

## 4.2 Estudo de caso

Para efeito de estudo, são analisadas três linhas de produção de acordo com os aspectos relacionados à ME apresentados anteriormente (quadro 1) para que se possa avaliar a empresa como um todo. Essa avaliação é válida devido ao fato da empresa ser padronizada e todos seus segmentos devem seguir os mesmos padrões de produção.

O quadro 2, portanto, mostra a análise das linhas de produção *versus* os fatores relacionados a ME.

<b>LINHAS DE PRODUÇÃO</b>  <b>FATORES RELACIONADOS A ME</b>	<b>COLETORES DE ADMISSÃO</b>	<b>INJETORES DE COMBUSTÍVEL</b>	<b>FUEL RAIL</b>
Gerenciamento visual ( <i>housekeeping</i> )	<p>Há um controle rigoroso, efetuado pelo líder da linha diariamente em relação à 5S, treinamento de pessoas, uso de EPI's (equipamento de proteção individual) por todos, assegurar a qualidade, preenchimento de todos os formulários necessários e manutenção autônoma. Além disso, há um prisma giratório em cada linha com informações sobre qualidade, custo, volume, segurança, manutenção autônoma e uma folha de produção hora - hora com informações sobre a produção do dia. O sistema Andon e o quadro Heijunka também são utilizados em máquinas e linhas de produção.</p>		
<i>Kaizen</i> (redução de perdas)	<p>Essa linha de produção apresenta grandes problemas no processo de injeção, porém ainda não é preciso realizar eventos para redução de suas perdas; seus problemas, em sua maior parte, estão no desenho dos moldes. Como em todas as linhas, a melhoria contínua é um processo que deve ser implantado todos os dias, não através de eventos <i>Kaizen</i>, mas sim com pequenas melhorias em ferramentaria e até 5S.</p>	<p>Por se tratar de uma linha com máquinas um pouco antigas os eventos <i>Kaizen</i> ocorrem com mais frequência nessa linha. Já foram realizados <i>Kaizen</i> do tipo produtividade, redução do tempo de setup, padronização de operações, redução de perdas, etc. Além do mais, como <i>Kaizen</i> é uma filosofia, o processo de melhoria contínua é bem evidenciado na produção de injetores, no que se trata de processo, máquina, componentes, etc.</p>	<p>É uma linha de montagem de injetores em um <i>rail</i>, portanto, seu maior problema é evidenciado no processo de verificação de vazamento, pois o mesmo varia com temperatura e outros quesitos. Seu processo de melhoria também é evidenciado através de uma sistemática de resolução de problemas diários e não com eventos <i>Kaizen</i>. Essa sistemática nada mais é do que a resolução de um problema assim que ele acontece que, no geral, são manutenção ou algum problema mais fácil de resolver, pois a linha não é complexa.</p>

<b>LINHAS DE PRODUÇÃO</b>  <b>FATORES RELACIONADOS A ME</b>	<b>COLETORES DE ADMISSÃO</b>	<b>INJETORES DE COMBUSTÍVEL</b>	<b>FUEL RAIL</b>
<b>Error proofing</b>	<p>Algumas máquinas contêm sensores de <i>error proofing</i> em relação à montagem, como não funcionar sem algum componente; e também em relação à obstrução de alguns componentes ou ferramenta da máquina.</p>	<p>Alguns processos contêm sistemas de sensor de <i>error proofing</i>, como sensor de presença de peça, sensor de pressão de ar, etc. É um mecanismo muito importante para verificar se a peça inserida na máquina é realmente a correta.</p>	<p>Máquinas com sensores em relação ao sistema de medição, presença de peça e ferramenta adequada e queda de pressão e de energia.</p>
<b>JIT - Just in time</b>	<p>As três linhas estudadas adotam o sistema empurrado de produção, ou seja, não é Just in time. A produção sempre está à frente da demanda, num sistema em que os operadores recebem uma quantidade de peça para produzir por dia e a passam para a estação seguinte de produção. O controle da produção é feito no planejamento com base na MRP. O sistema JIT está associado ao sistema de produção puxada, na qual é evidenciado um pequeno estoque de produção.</p>		

<b>LINHAS DE PRODUÇÃO</b> <b>FATORES RELACIONADOS A ME</b>	<b>COLETORES DE ADMISSÃO</b>	<b>INJETORES DE COMBUSTÍVEL</b>	<b>FUEL RAIL</b>
TPM - Manutenção produtiva total	<p><u>Manutenção autônoma (MA)</u>: manutenção nos equipamentos efetuada a cada 15 dias pelos operadores, seguindo instruções previamente estabelecidas, como limpeza dos equipamentos, detecção de problemas, lubrificações periódicas, pequenos reparos, ajustes e regulagens. A empresa inclui o sistema de etiquetas azuis/vermelhas com ideias de melhorias dadas pelos operadores. A etiqueta azul significa que a ideia gerada durante a MA pode ser realizada pelo operador e, a vermelha, que a ideia deve ser realizada por um especialista. As mesmas passam por aprovação prévia e, além de gerarem melhorias para a linha, geram bônus para quem deu a ideia.</p> <p><u>Manutenção planejada/ preventiva</u>: amplamente realizada nas máquinas.</p> <p><u>Melhoria específica</u>: realizada principalmente através de eventos Kaizen.</p> <p><u>Educação e treinamento</u>: treinamentos são realizados constantemente em todas as linhas de produção para qualquer mudança que aconteça.</p> <p><u>Meio ambiente, segurança e saúde</u>: pilar muito valorizado na organização, com fortes políticas de segurança e preservação do meio ambiente.</p> <p><u>Qualidade</u>: fator extremamente criterioso nas linhas de produção, principalmente por se tratar do setor automotivo. Peças com pequenas falhas estéticas, que não afetam o desempenho do produto, não são aceitas.</p> <p><u>Gestão antecipada</u>: bem aplicada nas linhas de coletores e fuel rail, porém com certa dificuldade de desempenho na cadeia de injetores.</p>		

<b>LINHAS DE PRODUÇÃO</b> <b>FATORES RELACIONADOS A ME</b>	<b>COLETORES DE ADMISSÃO</b>	<b>INJETORES DE COMBUSTÍVEL</b>	<b>FUEL RAIL</b>
<p>Prestação de contas diárias</p>	<p>Todos os dias há um acompanhamento hora-hora da produção para que se obtenha a eficiência da linha no dia. Quando esta não é atingida em 100%, os motivos são mostrados nos tempos desperdiçados, os quais devem ser detalhados todos os dias. Em relação à FTQ (First Time Quality - documento em que aparece a quantidade de falhas que o produto apresentou quando passado pela primeira vez na máquina, sem contar retrabalho), este é uma folha preenchida todos os dias com a quantidade de peças desperdiçadas e retrabalhadas. Durante a produção existe o sistema de FTQ online, que é um sistema visual de quantidade de falhas que ocorrem durante o turno de produção. Calculado através de estatísticas, os operadores sabem o momento de escalonar os problemas na produção durante a produção.</p>		
<p>Kanban</p>	<p>O sistema de cartões Kanban não é necessário nessa linha, pois ela é "autossuficiente". Sendo assim, o sistema necessário é apenas o FIFO (first in first out), sinalizando que as peças que primeiro saem da injetora são as primeiras que serão usadas na linha de produção.</p>	<p>Sistema utilizado entre todos os segmentos da cadeia de produção, evidenciando lote, modelo, horário do lote, entre outras informações importantes. Além disso, são programadas as produções na linha final, no solenoide (linha anterior) e linha de início de cadeia, para que toda a cadeia possa andar conjuntamente no sistema.</p>	<p>Sistema utilizado através do quadro Heijunka por onde se sabe qual modelo deve ser produzido e conseqüentemente com qual modelo sua linha fornecedora deve abastecê-la, sem esquecer que deve, também, se preocupar com a sua linha cliente.</p>

<b>LINHAS DE PRODUÇÃO</b> <b>FATORES RELACIONADOS A ME</b>	<b>COLETORES DE ADMISSÃO</b>	<b>INJETORES DE COMBUSTÍVEL</b>	<b>FUEL RAIL</b>
<p>Relacionamento com fornecedor</p>	<p>A empresa em geral preza pelo bom relacionamento com seus fornecedores visando alcançar melhorias e desempenho em seu processo produtivo e de abastecimento. Quando evidenciado algum problema no produto, o fornecedor é acionado rapidamente para conter a causa. Logo são feitas inspeções extras, além das habituais feitas no recebimento, para a detecção de problemas e, assim, o fornecedor é cobrado para que possa resolver o problema de forma rápida juntamente com algum representante da empresa-cliente. Assim, eles autorizam inspeção 100% de seus componentes até a chegada de novos lotes “<i>break point</i>” para averiguar se o problema foi sanado. A organização conta com mais de um fornecedor para o mesmo produto, para que não fique refém de possíveis problemas de produção ou preços de apenas um fornecedor.</p> <p>Em geral, o fornecedor é escolhido seguindo critérios, como: preço, plano de entrega/abastecimento, confiabilidade em relação à qualidade do produto e processo, lead time para que não se corra o risco de falta de abastecimento.</p>		

Fonte: autoria própria.

Quadro 2 – Avaliação das linhas de produção de acordo com os indicadores de desempenho.

Analisando o quadro 2 é possível extrair os indicadores de desempenho que podem ser usados para medir a ME em uma organização. Para o fator gerenciamento visual, os indicadores utilizados são as auditorias de camada e de processo, as quais consistem em inspeções diárias e/ou semanais em relação ao processo produtivo (plano de controle realizado corretamente) e em relação à organização do espaço, realização de todos os procedimentos necessários, etc.

Para o *error proofing* o indicador da empresa é a auditoria de *error proofing* realizada bimestralmente, no qual o responsável pela checagem de cada mecanismo deve verificar o correto funcionamento do sistema. Para o tempo de *setup* um indicador seria o monitoramento de tempo de *setup* realizado em todos os eventos, no qual os problemas gerados a cada troca de ferramenta podem ser identificados e corrigidos rapidamente, além da eficiência da linha considerando a troca de ferramentas.

Em relação à TPM o indicador é o tempo total de manutenção corretiva, já que a mesma preza, principalmente, pela manutenção preventiva e autônoma. O atendimento às normas de segurança e meio ambiente através de *check-lists* também caracteriza um indicador da TPM. Já para o JIT o indicador adotado é o nível de estoque dentro da fábrica e o atendimento à demanda dos clientes, além da utilização de cartões *kanban* para o nivelamento de estoque e garantia da não ocorrência de erros em relação à modelo, quantidade e hora de produção de determinado produto.

Para o foco no cliente, o indicador é a quantidade de reclamações formais e informais recebidas, assim como o desenvolvimento de produtos junto ao cliente e as reuniões periódicas para atendimento do mesmo; para o relacionamento com fornecedor, o grau de confiabilidade do fornecedor em relação à prazos, qualidade e rápido atendimento ao cliente e, também, a quantidade de fornecedores por produto. No que diz respeito à prestação de contas diárias os indicadores são eficiência, em %, e FTQ, em ppm, medidos respectivamente como a proporção da quantidade que deveria ter produzido e a quantidade que realmente produziu e, quantidade de peças desperdiçadas e retrabalhadas em relação à produção real. O indicador para o *Kaizen* está relacionado à eficiência da linha, pois diz respeito à melhoria contínua, o que pode incluir também rápido tempo de setup e TPM.

Abaixo se encontra um quadro que mostra os indicadores para de medir a ME na empresa.

<b>Aspecto da ME associado</b>	<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>
<b>Gerenciamento visual (<i>housekeeping</i>)</b>	Auditoria de camada/processo	Inspeções diárias e/ou semanais do processo produtivo (plano de controle realizado corretamente) e em relação à organização do espaço, realização de todos os procedimentos necessários, etc.
<b><i>Kaizen</i> (redução de perdas)</b>	Eficiência, em %	Relacionado à melhoria contínua, a eficiência do processo mostra se realmente houve a melhoria ou não.
<b>Error proofing</b>	Auditoria de <i>error proofing</i>	Checagem de todos os mecanismos com sensores para verificar o correto funcionamento do sistema.
<b>Rápido tempo de setup</b>	Monitoramento do tempo de <i>setup</i> e eficiência (em %)	Monitoramento para detectar os problemas gerados a cada troca de ferramenta. Dessa forma, podem ser identificados e corrigidos rapidamente e, conseqüentemente, a eficiência, considerando <i>setup</i> , deve ser alta.
<b>TPM - Manutenção produtiva total</b>	Tempo de manutenção corretiva e atendimento às normas de segurança e meio ambiente	Se o tempo de manutenção corretiva for alto, está ocorrendo algum problema com alguns pilares da TPM, por isso deve ser monitorado. O atendimento às normas pode ser através de <i>check-lists</i> para detecção de cumprimento das normas ou não.
<b>JIT - Just in time</b>	Nível de estoque, atendimento aos clientes e utilização de <i>kanban</i> .	Nivelamento de estoque e garantia da não ocorrência de erros em relação à modelo, quantidade e hora de produção de determinado produto. O cartão colabora no nivelamento.
<b>Foco no cliente</b>	Reclamações formais e informais recebidas, desenvolvimento de produtos junto ao cliente e reuniões.	Quantidade de reclamações formais/informais como forma de demonstrar qualidade do produto e do processo. Desenvolvimento de produto junto ao cliente e reuniões periódicas asseguram a satisfação do cliente.

<b>Aspecto da ME associado</b>	<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>
<b>Relacionamento com fornecedor</b>	Grau de confiabilidade do fornecedor e quantidade de fornecedores	Confiabilidade em relação a prazos, qualidade e rápido atendimento ao cliente e garantia de ter mais de um fornecedor por produto, para que a cadeia de produção não fique refém de um único fornecedor.
<b>Prestação de contas diárias</b>	Eficiência (%) e FTQ (ppm)	Eficiência sendo a proporção da quantidade que deveria ter produzido e a quantidade que realmente produziu e, FTQ, quantidade de peças desperdiçadas e retrabalhadas em relação à produção real.

Fonte: autoria própria

Quadro 3 – Resumo dos indicadores e sua descrição.

## 5. Conclusão

Podemos concluir com o trabalho, então, que os benefícios da ME são extensos. Ela assegura o menor custo de produção e estoque dentro de uma fábrica, assim como seu funcionamento correto, garantindo a qualidade do processo e do produto em questão. Consegue garantir também, o bom atendimento ao cliente e o bom relacionamento com fornecedor, ou seja, a eficiência da cadeia produtiva em geral, desde os fornecedores até os clientes. Além do mais, se o processo é *lean*, quando acontece algum evento fora do normal, a identificação é rápida e concisa.

De acordo com o estudo de caso acima é possível avaliar a extensão da implementação da ME na empresa estudada. Salvo algumas peculiaridades, como eficiência da linha e cálculo de FTQ, os outros indicadores podem avaliar a empresa em geral.

Uma empresa pode ser avaliada, portanto, se busca diariamente a implementação do *lean manufacturing* através dos indicadores de ME. Níveis

de estoque, tempo de troca de ferramenta, grau de comunicação e eficiência perante seus fornecedores, resposta rápida e plano de ação diante de problemas, melhoria contínua e foco no cliente para ser bem visto por ele, são indicadores básicos para se medir quão bom está o *lean manufacturing* na empresa. Além disso, assegurar que todos os operadores realizem todos os procedimentos corretos ainda que existam auditorias não é uma tarefa muito fácil, mas que pode não ser um problema se se sentirem motivados e se houver treinamentos constantes e eficazes.

A empresa que consegue atingir respostas satisfatórias em todos esses quesitos pode ser considerada com alta empregabilidade de LM, o que resulta numa companhia mais eficiente em termos de produção.

## 6. Referências bibliográficas

AMARAL, C.P. **Manutenção produtiva total: método PMRI.** Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/84657/225810.pdf?sequence=1>. Acesso em: 09 de mai. 2014.

CIOSAKI, M. L.; COLENCI Jr., A. **Gerenciamento visual da produção, implantação de células de fabricação e alterações na forma de remunerar a força de trabalho aplicados simultaneamente em uma indústria de calçados.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP, 18., 1998, Niterói. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998\\_ART165.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART165.pdf). Acesso em: 10 de mai. 2014.

DIAS *et al.* **Uma metodologia baseada em indicadores de desempenho para avaliação da implantação da manufatura enxuta: proposta e estudo de caso.** Universidade Federal do Paraná (UTFPR), v. 04, n. 02: p. 104-122, 2008. Disponível em:

<<http://revistas.utfpr.edu.br/pg/index.php/revistagi/article/download/22/19>>. Acesso em: 12 de abr. 2014.

HANCOCK, W. M.; ZAYKO, M. J. **Lean Production: implementation problems**. IIE Solutions. v. 30, n. 6, p. 38-45, 1998.

JABBOUR, A.B.L.S. *et al.* **Análise da relação entre manufatura enxuta e desempenho operacional de empresas do setor automotivo no Brasil**. R.Adm., São Paulo, v.48, n.4, p.843-856, 2013.

KARIM, A., ZAMAN, K. A. **A methodology for effective implementation of lean strategies and its performance evaluation in manufacturing organizations**. Business Process Management Journal, Vol. 19 Iss: 1, pp.169 – 196, 2013.

MELLO, C. H. P.; TURRIONI, J. B. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção**. Unifei, 2012. 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: 27 de abr. 2014.

SINGH, T.P., CHAUHAN, G. **Measuring parameters of lean manufacturing realization**. Measuring Business Excellence, Vol. 16 Iss: 3, pp.57 – 71, 2012.

SLACK, N. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

TAGGART, P.; KIENHOFER, F.. **The effectiveness of lean manufacturing audits in measuring operational performance improvements**. S. Afr. J. Ind. Eng., Pretoria , v. 24, n. 2, 2013 . Disponível em: <[http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-78902013000200014&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-78902013000200014&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 16 de abr. 2014.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas.** Rio de Janeiro: Campus, 1998.