

**Usos de ferramentas *Lean Manufacturing* para melhorar a eficiência do  
fluxo de produção em uma fábrica de latas**

**Uses of Lean Manufacturing tools to improve the efficiency of production  
flow in a can factory**

---

Fabiano Oscar Drozda \* – [fabiano.drozda@ufpr.br](mailto:fabiano.drozda@ufpr.br)  
Liz Gabriela Gauto Castillo \* – [gautogaby@gmail.com](mailto:gautogaby@gmail.com)  
Danilo Orion Valério \*\* – [daniolo\\_valerio93@hotmail.com](mailto:daniolo_valerio93@hotmail.com)  
Izabel Cristina Zattar \* – [izabel.zattar@gmail.com](mailto:izabel.zattar@gmail.com)

\* Universidade Federal do Paraná – (UFPR), Curitiba, Paraná.

\*\* Pontifícia Universidade Católica do Paraná – (PUC-PR), Curitiba, Paraná.

---

**Article History:**

Submitted: 2016 - 09 - 20

Revised: 2016 - 09 - 21

Accepted: 2016 - 09 - 22

---

**Resumo:** Este trabalho foi desenvolvido em uma empresa que produz latas metálicas e não adota a filosofia Lean Manufacturing. A necessidade de fornecer produtos com diferentes características tornava o processo produtivo complexo, ineficiente e com grande estoque entre as operações. O objetivo proposto foi o de melhorar a produtividade do fluxo de fabricação de latas de tinta, identificando e eliminando desperdícios através do uso da ferramenta VSM (Value Stream Map). Como ponto de partida foi elaborado o VSM do estado atual para identificar melhorias potenciais e desperdícios. A avaliação do VSM mostrou que um dos equipamentos, a máquina litográfica, apresentava um OEE muito baixo, em torno de 26,95%, gerando a necessidade de turno adicional para atender a demanda. Utilizando o método de cronoanálise foi medido o tempo de setup do equipamento e através de informações do PCP observou-se que, reduzindo o setup para 30 min., este equipamento poderia trabalhar em um único turno. A partir desta constatação, foi aplicado um Kaizen de TRF (Troca Rápida de Ferramenta), transformando atividades de setup interno para externo, além da redistribuição das atividades. Os resultados mostraram uma redução no tempo médio do setup de 61min21s para 29min42s, permitindo eliminar o turno de trabalho.

**Palavras-chave:** Otimização, Ferramentas Lean, VSM, OEE, TRF.

**Abstract:** This work was developed in a company that produces metallic cans and that does not adopt the philosophy of Lean Manufacturing. The need to provide products with different characteristics turned out the production process to be complex, inefficient, and large stock between operations. The goal was to improve the productivity by identifying and eliminating waste. The starting point was the elaboration of the VSM of current status to identify potential improvement. The VSM (Value Stream Map) analysis showed that the pieces of equipment and the lithographic machine have OEE (Overall Equipment Effectiveness) at a quite low rate, around 26,95%, which led the need for additional shift to attend the demand. Using chronoanalysis and PCP information, it was observed that by reducing the set up to 30 min, those pieces of equipment could work just in one shift. Then, it was applied the Kaizen SMED (Single minute exchange of die), changing intern to external

activities and redistributing activities to be executed in parallel. The results showed a reduction of set up time from 61min21s to 29min42s, allowing to eliminate a work shift. After the implementation of these improvements, the managers decide to adopt the lean philosophy as the company's new management model.

**Keywords:** Otimization, Lean tools, VSM, OEE, SMED.

## 1. Introdução

A competitividade empresarial e o frequente aumento dos custos industriais fazem que muitas vezes atitudes gerenciais equívocas sejam tomadas no corte de gastos, como a redução do quadro operacional por meio da demissão de funcionários e a compra de matérias-primas mais baratas com qualidade inferior. Estas atitudes, às vezes com aplicação e resultados instantâneas, desmotivam o interesse maior que seria a busca de fontes de desperdícios e trazem sequencialmente consequências desestabilizadoras ao resultado do processo. A filosofia de gestão *Lean Manufacturing* (manufatura enxuta) vai de encontro a tais atitudes, baseando-se em uma análise criteriosa do processo para identificação de desperdícios ou atividades que não agregam valor ao produto, eliminando-as através de um processo de melhoria contínua, sempre alinhada com a qualidade total (Bhasin, 2006).

Para eliminar as fontes de desperdícios ou atividades que não agregam valor, a filosofia *Lean Manufacturing*, utiliza-se de uma metodologia sistemática para identificá-los e eliminá-los. Werkema (2005) cita como principais ferramentas utilizadas para colocar em prática os princípios Lean são: Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV), Trabalho padronizado, Kanban, 5S, *Jidoka*, Troca rápida de ferramenta (TRF), *Total Productive Maintenance* (TPM) e a Gestão Visual, que aliados são capazes de otimizar os processos da empresa, fazendo assim com que a empresa produza mais gastando menos.

Além do principal objetivo que consiste na redução de desperdícios e atividades que não agregam valor ao processo, tem-se como um objetivo secundário a propagação da mentalidade *Lean Manufacturing* no chão de fábrica. Assim, fazendo com que os funcionários desenvolvam a capacidade de encontrar e implantar melhorias nos processos por meio de Kaizens, e que as modificações resultantes destes trabalhos sejam sustentáveis. Segundo Melton (2008), *Lean Manufacturing* não é apenas a utilização de ferramentas ou a modificação de alguns passos dentro de um processo, e sim uma mudança completa no negócio, influenciando a operação da cadeia de suprimentos, o gerenciamento dos negócios e o trabalho diário dos funcionários.

Com base nos conceitos apresentados, o presente artigo teve como objetivo principal aumentar a produtividade fabril por meio da identificação e eliminação de desperdícios utilizando as ferramentas *Lean Manufacturing*. Ao mesmo momento que, espera-se demonstrar a importância e eficiência das ferramentas e com isso gerar interesse na companhia para implantação da mentalidade Enxuta.

## 2. Revisão da literatura

Um meio das empresas conseguirem a redução de seus custos de produção é buscando reduzir os desperdícios (*muda* em japonês) e as atividades que não geram valor ao produto. Para isso acontecer, é de suma importância produzir apenas o necessário, no momento oportuno e na quantidade requerida, filosofia pregada pelo *Lean Manufacturing* ou pensamento Enxuto (Ohno, 1997; Rother, 2003).

Segundo a filosofia *Lean Manufacturing*, os desperdícios na produção podem ser classificados em 7 tipos básicos, e foram primeiramente observados por Taiichi Ohno (Melton, 2005):

- a) Estoques intermediários: Ter mais que o mínimo de estoque necessário no processo;
- b) Superprodução: Produzir acima da necessidade do cliente, não agregando valor ao cliente ou negócio. Superprodução causa alto custo para a manufatura, possibilidade esconder defeitos ou sucatas, além de problemas de manutenção no equipamento.
- c) Espera: Processos são ineficientes e tempo é desperdiçado quando um processo espera pelo fim de outro. Como representação deste tipo de desperdício no chão de fábrica, é a presença de operadores ociosos;
- d) Processo inadequado: Equipamentos excessivamente dimensionados são caros e é um desperdício quando máquinas mais simples podem funcionar muito bem;
- e) Transporte: Movimento desnecessário de pessoas ou componentes entre operações sem agregar valor. Equipamentos e pessoas devem ficar próximos evitando movimentações desnecessárias;
- f) Movimentação: Este é o desperdício de movimento que é feito enquanto as atividades são desenvolvidas. Ela acontece, por exemplo, ao andar de um lado ao outro para pegar ferramentas, componentes ou documentos.
- g) Retrabalho: Inspeção de qualidade leva tempo e tem elevados custos, por isso, deve-se fazer certo na primeira vez. Assim, evita-se que componentes necessitem ser reparados ou substituídos devido a erros de qualidade (fora do especificado em projeto).

Os desperdícios geram custo e consomem tempo das pessoas, e acima de tudo não agregam valor ao produto. A utilização de recursos excessivos pela produção gera a superprodução, citado por Ohno (1997) como o pior dos desperdícios; também considerado

como a fonte de todos os outros desperdícios (Feld, 2001). Para identificá-los, na literatura se sugere a utilização dos cinco princípios do pensamento enxuto (*Lean Thinking*) (Womack e Jones, 2004; Costa e Jardim, 2010). Os cinco princípios do *Lean Thinking* são (Liker, 2006):

- a) Identificar o valor: aquilo que é de fato valorizado e necessário para o cliente, cabendo a empresa procurar satisfazer essa necessidade;
- b) Identificar o fluxo do valor: mapear toda a cadeia produtiva, desde a chegada de matérias-primas até a venda do produto final, com a finalidade de encontrar eventuais desperdícios nos processos de fabricação da empresa;
- c) Criar um fluxo contínuo: diminuir o *Lead Time* de produção através da diminuição/retirada de estoques intermediários, fazendo com que o produto seja finalizado sem intervalos entre os processos;
- d) Estabelecer uma produção puxada: fazer com que o cliente determine quando e quanto produzir;
- e) Buscar a perfeição: criar uma mentalidade de melhoria contínua dentro da empresa, sempre buscando uma forma mais enxuta nos processos.

Uma técnica amplamente aceita no ambiente da manufatura enxuta e que tem um resultado interessante para atingir os objetivos é a SMED (*Single Minute Exchange of Die*) que na versão em português recebeu a sigla TCR (Troca rápida de ferramentas), proposta por Shingo (2000), sendo esta uma poderosa metodologia para conseguir a redução dos tempos de *setup* de maquinários, minimizando períodos não-produtivos no chão de fábrica e, conseqüentemente, consegue-se o aumento da capacidade produtiva dos equipamentos ou maquinarias. Conforme Fogliatto e Fagundes (2003), a utilização da TRF auxilia na redução dos tempos do *lead time*, possibilitando a diminuição tempo de preparação de equipamentos (*setup*).

Outra das interessantes ferramentas propostas pela filosofia *Lean Manufacturing* é o *Value Stream Mapping* - VSM (Mapeamento do Fluxo de Valor), proposta por Rother e Shook (2003). O VSM consiste em uma forma estruturada de representar o fluxo produtivo e compreender de forma simples o funcionamento da manufatura. O fluxo de valor corresponde ao conjunto de etapas de operação para fazer o produto, que agregam ou não valor, desde a matéria-prima até o cliente. Segundo a *Lean Institute Brasil* (<http://www.lean.org.br>), o VSM permite encontrar os desperdícios e ajuda a focar as ações necessárias para eliminá-los. Por

isso, é a primeira etapa para atuar com eficiência na utilização e integração das ferramentas *Lean Manufacturing*. Para desenhar a modelagem do fluxo de valor é utilizado um conjunto de símbolos pré-definidos, conforme apresentados na Figura 1.



Figura 1– Simbologia utilizada para construção do VSM

Fonte: Rother e Shook (1999)

Para a construção do VSM é importante que a equipe que trabalhe no seu desenvolvimento tenha o conhecimento de todo o processo, caso contrário, sugere-se visitas regulares ao chão de fábrica de forma a entender o fluxo de valor. A MCLB – Melhoria Contínua *Lean* Brasil (<http://www.mclb.info/>) apresenta 4 passos para a construção do VSM, os quais são:

- ✓ Desenho do fluxo atual: refere-se a acompanhar o material do processo, desde o almoxarifado de matéria-prima até o estoque de produto acabado. Descrever toda a sequência do material, ou seja, transportes, esperas, inspeções, processamento, montagem etc. Durante esta avaliação se analisam a sequência, tempos, pessoas envolvidas, áreas ocupadas, distâncias percorridas etc. Estas informações serão na sequência colocadas de forma gráfica em papel, utilizando os símbolos padronizados (Figura 1).
- ✓ Levantamento dos problemas do fluxo atual: Neste passo, são apontados os problemas observados no fluxo como estoques, esperas, transportes excessivos, movimentação desnecessária das pessoas, defeitos etc. Estes problemas são os sete desperdícios *Lean Manufacturing*.
- ✓ Desenho do fluxo futuro: Neste passo, é elaborado o desenho do novo e melhorado processo, com os desperdícios identificados, eliminados ou reduzidos e que atenderá a demanda em termos de quantidade (dentro do *takt time*) e qualidade. Este fluxo futuro

deverá contemplar a implantação de fluxo contínuo, sistemas puxados com *kanban*, planejamento puxado, abastecimento padronizado etc.

- ✓ Elaboração do Plano de ação: estruturar o plano de implantação, definindo as iniciativas, prioridades, sequência, recursos e apontando os resultados ao longo do tempo.

Ao final da sua construção, é possível identificar as atividades que acrescentam e as que não acrescentam valor ao produto. Parte-se do levantamento de dados do estado atual e na sequência desenha-se um novo fluxo (estado futuro) com menos desperdícios.

### 3. Metodologia

Este estudo foi desenvolvido em uma empresa de embalagens metálicas (latas) localizada no estado do Paraná, e foi escolhida por não utilizar nenhuma ferramenta *Lean Manufacturing*. Seus principais produtos são latas de tintas e vernizes de pequeno, médio e grande volume, sendo as latas de 18 litros (médio volume) o produto de maior volume fabricado pela empresa. Todo o desenvolvimento deste estudo foi realizado no chão de fábrica com auxílio de operadores, supervisores e a gerência industrial.

A fábrica possui três principais linhas de produção, sendo cada uma responsável por uma etapa na construção da lata. Os equipamentos que compõem a linha de fabricação são:

- ✓ Envernizadora: máquina responsável pelo envernizamento das chapas metálicas. Assim que as chapas chegam na fábrica elas são alocadas para essa máquina, obtendo assim uma maior aderência à tinta que será impressa posteriormente e para a proteção contra riscos ou outros defeitos. Há duas máquinas que realizam o processo de envernizamento, sendo que seu funcionamento é alternado diariamente.
- ✓ Litográfica: máquina responsável pela impressão dos rótulos das latas nas chapas. Há três máquinas responsáveis pela litografia, porém uma delas encontra-se inativa por ser muito antiga e não suportar a impressão de tipos especiais de chapas. As outras duas máquinas são divididas entre uma principal que imprime a maior parte das chapas e outra que faz a impressão de chapas menores.
- ✓ Corte: Máquina responsável pelo corte das chapas metálicas dentro dos tamanhos especificados pelo projeto. Realiza o corte tanto do corpo quanto da tampa e dos fundos das latas.

- ✓ Prensa: Máquina responsável pela formação dos fundos e das tampas das latas, dando a forma e o tamanho ideal para cada tipo de lata, segundo a especificação estabelecida pelo cliente.
- ✓ Montagem: máquina responsável pela junção do corpo, fundo e a tampa da lata, resultando na finalização do processo e mandando as latas para a expedição. Existem cinco diferentes máquinas de montagem, sendo que elas variam de acordo com o tamanho ou forma da lata.

### 3.1. Construção do fluxograma do processo produtivo

Para a realização desse estudo, foi desenvolvido primeiramente o fluxograma de processos. O fluxo de processos trata-se de uma ferramenta que auxilia a visualização e o mapeamento dos processos dentro de uma empresa (Paranhos, 2007). Através dessa ferramenta, foi mapeado todo o caminho necessário para a produção das latas, assim como as decisões que são tomadas sobre o tipo de chapas e o número de pinturas que as chapas são submetidas, obtendo-se uma visualização geral sobre os fluxos produtivos.

Nas primeiras visitas a fábrica, inicialmente foi realizada uma análise geral do processo para conhecer todas as etapas de fabricação das latas, desde a chegada das matérias primas (início) até a expedição (fim). Com base nestas observações, foi elaborado o fluxograma do processo produtivo e é apresentado na Figura 2.

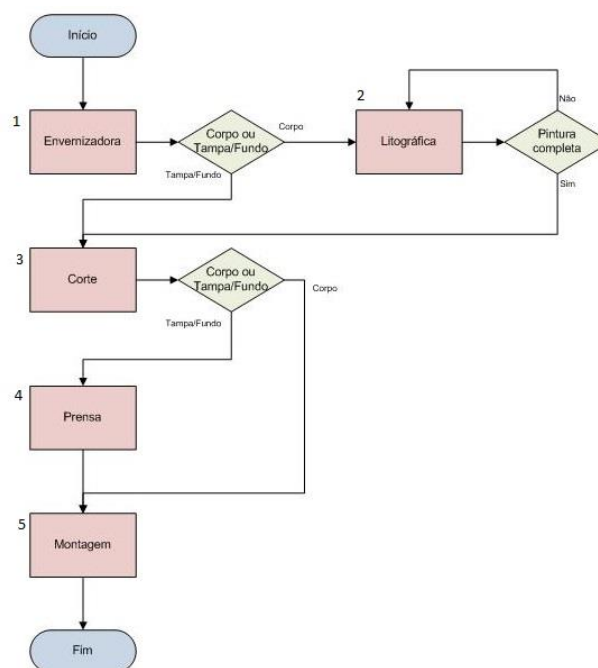


Figura 2 – Fluxograma de processos da fabricação das latas metálicas



As matérias primas (chapas) chegam à empresa e primeiramente passam pelo processo de envernizamento. Na sequência, são classificadas em chapas que serão pintadas pela máquina litográfica (chapas que farão o corpo da lata) e em chapas que farão os fundos ou tampas das latas.

Se a chapa for classificada para ser tampa ou fundo, a mesma vai para o estoque do processo de corte. Entretanto, se a chapa for classificada para o corpo, ela vai para o processo de litografia, ou seja, a pintura. Nesta etapa, as chapas passam por uma máquina litográfica que aplica uma cor por vez. A maioria das chapas recebe quatro cores ou mais, sendo necessário assim, passar ao menos quatro vezes por essa máquina até ter sua pintura completa.

Logo que a pintura das chapas é finalizada, as mesmas seguem para o próximo processo, o corte. Nesta etapa, a máquina faz o corte da chapa exatamente nas dimensões do corpo da lata para aquelas que passaram pelo processo litográfico ou em tiras para serem conformadas e tomarem o formato das tampas e dos fundos.

Na conformação, as tiras passam pela prensa, que faz estampa dentro das dimensões requeridas pelas tampas ou dos fundos, preparando o material para que ele seja encaixado corretamente no corpo da lata na montagem.

A etapa de montagem faz a junção do corpo com o fundo e tampa da lata. Primeiramente, essa máquina solda o corpo da lata, deixando ela com um formato de cilindro (ou outro formato). Na sequência, a máquina junta o fundo (circulares ou retangulares, dependendo da especificação da lata), como corpo. Posteriormente, é anexada a tampa. As latas prontas passam por um teste de qualidade de pressão, para testar se elas não se deformam quando aplicada uma pressão nas extremidades, só então destinadas à expedição para então serem comercializadas.

### *3.2. Coleta de dados do processo produtivo e elaboração do MFV*

Concluído o fluxograma de processos, foram feitas constantes visitas a fábrica com o objetivo de cronometrar os tempos de ciclo das máquinas, contagem de estoque, informações referentes à demanda da empresa, qualidade da produção etc. Estas informações são essenciais para elaborar o mapeamento do fluxo de valor (MFV) e encontrar desperdícios ou oportunidades de melhoria no processo. O método de mapeamento de fluxo de valor (MFV) é uma ferramenta que permite entender a situação atual do fluxo de uma manufatura e ajuda a

identificar potenciais oportunidades de melhoria (Rother e Shook, 2003). O mapa de fluxo de valor engloba informações detalhadas sobre (Bañolas, 2013, Werkema, 2012):

- ✓ Estoques intermediários: estoques que são gerados quando o tempo de execução de um processo é menor que o tempo de execução do processo posterior. Este estoque serve normalmente para compensar as diferenças na velocidade de operações sucessivas;
- ✓ Tempo de ciclo (T/TC): tempo decorrido para fabricação de um componente e envolve todas as atividades utilizadas para conversão ao produto. Esta informação é uma das mais importantes para realizar o balanceamento de uma linha de montagem ou linha de fabricação. Geralmente é realizada usando o método de cronoanálise;
- ✓ Tempo de *setup* de máquina (T/TR): é o período em que a produção é interrompida para que os equipamentos da linha de fabricação sejam ajustados. Corresponde ao tempo necessário para a troca das ferramentas e preparação da máquina de fabricação de um tipo de produto para outro. É contado o tempo entre a saída da última peça boa até a primeira peça boa;
- ✓ Disponibilidade de máquina (Disp.): trata-se do tempo em que a máquina está efetivamente preparada para ser utilizada em relação ao tempo total disponível para produção (não sendo contadas neste período as paradas programadas, como por exemplo, os *setups* e horários de almoço);
- ✓ Matéria-prima: insumos utilizados na fabricação do produto ou componentes;
- ✓ Demanda: necessidade do cliente calculada com base nos pedidos médios diários, semanais ou mensais da empresa;
- ✓ Tempo de processamento: tempo total em que o produto fica efetivamente em processamento, sendo calculado através da soma de todos os tempos de ciclo dos processos;
- ✓ *Takt Time* (TT): a razão entre o total de tempo disponível pela demanda da empresa neste tempo, tendo assim o tempo médio em que um produto deve ficar pronto;  
*Lead Time*: corresponde ao tempo total em que uma matéria-prima leva para ser transformada em produto final, contabiliza as atividades que agregam e não agregam valor ao produto.
- ✓ Agrega valor: são as atividades que transformam a matéria-prima em produto e que agregam valor para o cliente, ou seja, o cliente está disposto a pagar por isso;

Para o presente estudo, o primeiro passo foi calcular o *Takt Time* por meio da relação entre tempo disponível e demanda. Para este caso, o cálculo demonstrou que a fábrica deve produzir uma lata a cada 2,73 segundos, considerando que a demanda mensal média da empresa é de 231.896 latas e um tempo disponível de 8 horas por dia, 5 dias por semana. Na sequência, foi contado o estoque antes do processo, medido o tempo de ciclo para a operação (TC), *Setup* (TR) e a disponibilidade dos equipamentos (Disp.) e turnos de operação. O mapeamento de fluxo de valor-VSM do estado atual da empresa em estudo é apresentado na Figura 3.

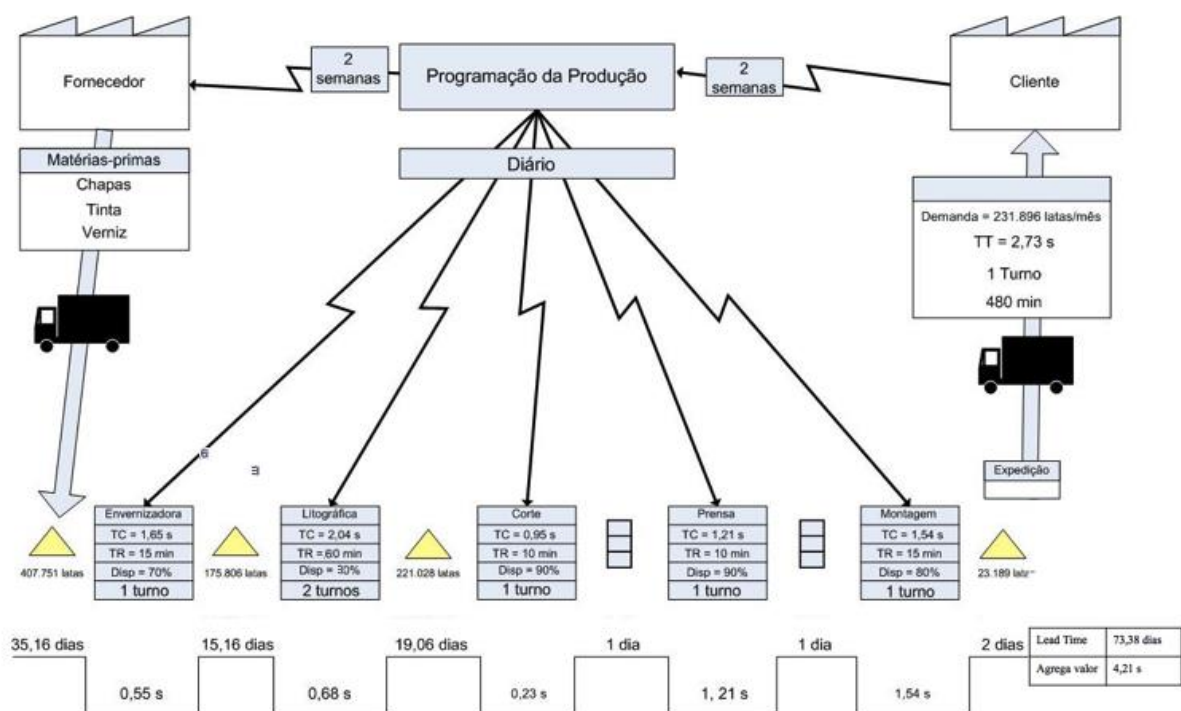


Figura 3 – Mapeamento do Fluxo de Valor da Empresa

A análise do VSM mostrou um estoque muito alto de 69,38 dias nos três primeiros processos (envernizadora, litografia e corte) em comparação com os três últimos (prensa, montagem e expedição), que são de 4 dias. Isso influencia no *lead time* de produção, deixando com um valor muito alto em relação ao tempo de processamento (73,38 dias de *lead time* contra apenas 4,21s de atividades que agregam valor).

### 3.3. Identificação dos desperdícios

Foi observado que a máquina litográfica é a única que trabalha em dois turnos devido à baixa disponibilidade de 40%. Conforme a filosofia *Lean Manufacturing*, essa baixa disponibilidade está associada a algum desperdício, pois uma máquina que se enquadra no

padrão mundial deve ter uma disponibilidade de 90% para se obter um OEE - *Overall Equipment Effectiveness* (Eficiência Geral de Equipamento) resultante de 85%, como exemplificado na Figura 4.

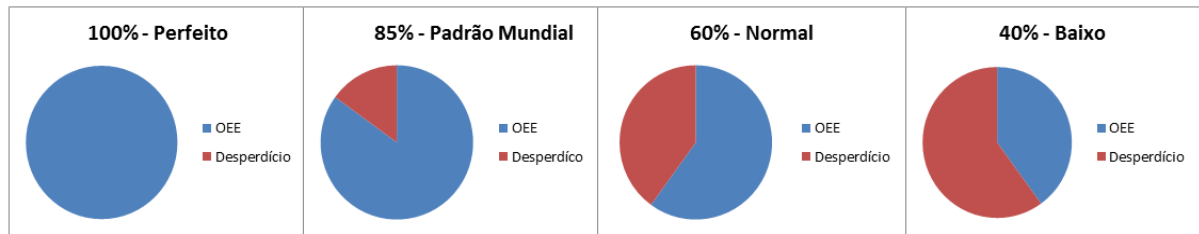


Figura 4 – Classificação dos níveis de OEE

Fonte: Adaptado de leanproduction.com (2016)

O OEE é um indicador de eficiência global do equipamento, utilizada na metodologia TPM (Manutenção Produtiva Total). Para Hansen (2006), é uma ferramenta autônoma que possibilita o cálculo do real desempenho de um equipamento, permitindo o cálculo de quanto uma máquina está próxima de seu máximo rendimento, indicando onde estão as principais perdas, seja em tempo parada, *setup*, calibração etc. Segundo Andrade e Scherer (2009), o OEE é considerado um integrador de áreas, pois fornece informações sobre a eficiência das máquinas que envolvem todos os departamentos da fábrica, já que áreas como qualidade, engenharia, manutenção e montagem respondem por um indicador apenas.

O cálculo do OEE é o produto de três métricas: disponibilidade, produtividade (performance) e qualidade, onde a disponibilidade é a medição das perdas por parada, a produtividade é a medição das perdas por variação de ritmo e a qualidade é a medição das perdas por defeitos nos produtos, conforme mostra a equação (Hansen, 2006):  $OEE = Disponibilidade \times Produtividade \times Qualidade$ . Os termos usados para o cálculo do OEE são descritos como (*Lean Production*, 2016):

- ✓ Disponibilidade: calcula quanto tempo a máquina está sendo utilizada ou trabalhando (tempo operando/tempo disponível), desconsiderando as paradas programadas, como os *setups* e horário de almoço (paradas planejadas);
- ✓ Produtividade: calcula, dentro do tempo disponível, o quanto a máquina está produzindo de acordo com a sua especificação prevista. É calculada pela relação entre a velocidade real que o equipamento operou com a velocidade padrão que deveria operar. A perda por performance é o tempo em que o equipamento ficou abaixo do ritmo adequado;

- ✓ **Qualidade:** calcula, dentro dos produtos que são produzidos pela máquina, quantos deles são considerados dentro do padrão de qualidade em relação ao total produzido. Pode ser representada como perdas por defeitos ou retrabalhos.

Na Figura 5 é apresentado uma representação esquemática da composição do OEE, detalhando os itens disponibilidade, performance (produtividade) e qualidade. O produto destes três indicadores demonstra que, quanto mais próximo de 100%, melhor será a eficiência global do equipamento (<http://www.prodwin.com.br>).

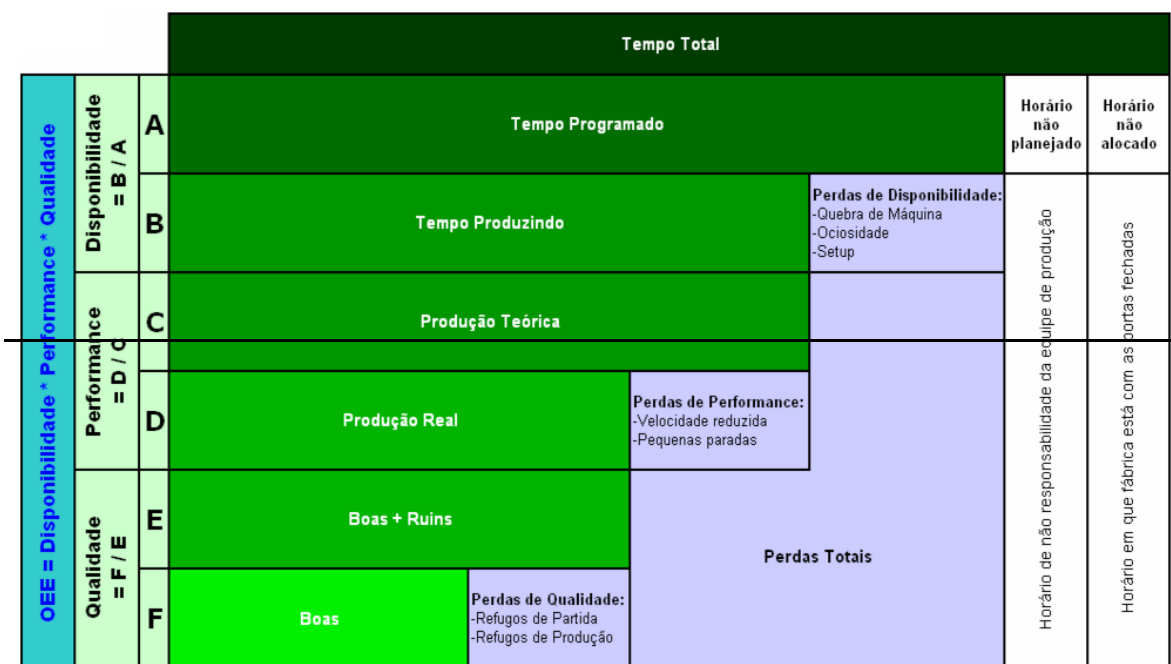


Figura 05 – Ilustração demonstrando a composição do cálculo do OEE

Fonte: <http://www.oe.com.br/formula-oe>

Com base neste indicador (OEE) é possível verificar como a empresa está utilizando os seus recursos para a produção, contribuindo com o aumento da produtividade pela adoção de um sistema de medição correto e o gerenciamento dos três parâmetros-chave (disponibilidades, produtividade e qualidade) (Hansen, 2006).

### 3.4. Cálculo do OEE da máquina litográfica

Decidido pelo grupo de trabalho que o equipamento litográfico seria o foco do estudo pela baixa disponibilidade apresentada (máquina gargalo), conforme mostra o VSM (em torno de 30%). Foram medidas diariamente a disponibilidade, a produtividade e a qualidade das chapas pintadas. Estes dados serviram como base para realizar o cálculo da OEE. Os dados foram coletados durante 15 dias (alternadamente entre os turnos), totalizando cerca de 26 horas de análises da máquina. O resultado é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Cálculo do OEE da máquina Litográfica com base nos dados obtidos no período

Medida	Tempo Funcional (min)	Setup (min)	Parada (min)	Disponibilidade (%)	Qtde Plano (pçs)	Qtde Produzida (pçs)	Produtividade (%)	Qtde Aprovada (pçs)	Qualidade (%)	OEE (%)
1	21	60	25	19.81%	630	602	95.56%	531	88.21%	16.70%
2	36	73	8	30.77%	1080	925	85.65%	880	95.14%	25.07%
3	33	44	23	33.00%	990	1064	107.47%	1031	96.90%	34.37%
4	38	46	14	38.78%	1140	1121	98.33%	1074	95.81%	36.53%
5	7	70	27	6.73%	210	192	91.43%	192	100.00%	6.15%
6	25	42	30	25.77%	750	771	102.80%	727	94.29%	24.98%
7	17	46	22	20.00%	510	498	97.65%	498	100.00%	19.53%
8	28	58	16	27.45%	840	856	101.90%	782	91.36%	25.56%
9	15	90	7	13.39%	450	484	107.56%	472	97.52%	14.05%
10	39	65	0	37.50%	1170	1135	97.01%	1121	98.77%	35.93%
11	20	64	31	17.39%	600	591	98.50%	570	96.45%	16.52%
12	39	36	0	52.00%	1170	1299	111.03%	1289	99.23%	57.29%
13	34	64	0	34.69%	1020	993	97.35%	971	97.78%	33.03%
14	38	86	0	30.65%	1140	1034	90.70%	1021	98.74%	27.45%
15	32	57	0	35.96%	960	946	98.54%	931	98.41%	34.87%
Média	28.13	60.07	13.53	28.26%			98.77%		96.57%	26.95%

O OEE resultante médio do equipamento foi de 26,95%, considerado baixo em relação aos níveis de classificação propostos pelo instituto *Lean Production* (Figura 4). A análise individual dos termos da equação para cálculo da OEE demonstrou que o problema não estava relacionado com o desempenho ou qualidade, mas, um valor muito abaixo do aceitável quanto à disponibilidade. Os dados mostram que, do total do tempo disponível para fabricação do lote, em torno de 60% (média) deste tempo estava atrelado ao tempo de *setup*.

#### 4. Resultados

Com base nos dados e no VSM, foi considerado que seria possível a empresa operar sua linha de fabricação de latas de 18 litros (produto de maior volume fabricado) em um único turno para atender toda a produção, porém, para isso seria necessário reduzir o tempo de *setup* do equipamento litográfico, que em média levava em torno de 60 min. Considerando uma demanda 11590 latas/dia e um lote médio de 3864 latas (dados PCP), verificou-se que havia uma necessidade de aproximadamente 3 *setups* diários. Portanto, para atender a produção em 1 turno seria necessário um *setup* menor que 30 minutos. Para conseguir que a máquina opere em um único turno.

Definido o objetivo do trabalho, foram feitas observações no local de trabalho referente ao *setup*. Foi identificado que existem dois diferentes *setups* neste equipamento:

- ✓ Troca somente do molde, ou seja, somente o desenho do rótulo impresso da lata mantendo a mesma cor de aplicação;
- ✓ Troca do molde e tinta, ou seja, trocando o rótulo e cor a ser impressa na lata.

Foram listadas todas as atividades realizadas nos *setups* e para cada atividade foram medidos cinco tempos pelo método de cronoanálise. Os resultados são apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 - Etapas e tempos das atividades desenvolvidas no setup para troca somente do molde

Etapas do Setup	Tempos Marcados (min:s)					Tempo Médio (min:s)
1) Retirada das Chapas Prontas	0:01:58	0:02:47	0:02:05	0:02:41	0:01:56	0:02:17
2) Limpeza do Molde	0:04:43	0:03:54	0:04:39	0:04:52	0:04:32	0:04:32
3) Retirada do Molde	0:01:08	0:01:28	0:01:12	0:00:59	0:01:31	0:01:16
4) Colocação de novas Chapas	0:03:42	0:02:25	0:03:21	0:04:10	0:04:38	0:03:39
5) Colocação do novo Molde	0:02:58	0:03:39	0:03:54	0:03:35	0:03:47	0:03:35
6) Ajustes	0:16:36	0:15:51	0:14:37	0:15:28	0:13:54	0:15:17
					<b>TOTAL</b>	<b>0:30:36</b>

Tabela 3 - Etapas e tempos das atividades desenvolvidas no setup para troca do molde e tinta

Etapas do Setup	Tempos Marcados (min:s)					Tempo Médio (min:s)
1) Retirada das Chapas Prontas	0:02:40	0:02:42	0:02:35	0:02:39	0:02:36	0:02:38
2) Limpeza do Molde	0:03:19	0:03:25	0:03:51	0:04:12	0:03:32	0:03:40
3) Retirada da Tinta	0:01:56	0:02:49	0:02:25	0:03:03	0:02:30	0:02:33
4) Limpeza dos Rolos	0:19:34	0:23:43	0:20:21	0:25:12	0:22:59	0:22:22
5) Retirada do Molde	0:00:49	0:01:12	0:00:53	0:01:39	0:00:52	0:01:05
6) Colocação de novas Chapas	0:02:50	0:02:34	0:03:54	0:04:32	0:03:10	0:03:24
7) Colocação do novo Molde	0:03:01	0:02:53	0:03:21	0:02:02	0:02:28	0:02:45
8) Colocação da Tinta	0:03:40	0:03:34	0:04:28	0:03:57	0:04:54	0:04:07
9) Ajustes (Tinta e Máquina)	0:17:32	0:21:12	0:16:38	0:19:56	0:18:43	0:18:48
					<b>TOTAL</b>	<b>1:01:21</b>

Todas as atividades foram consideradas como *setup* interno, que, segundo Costa (2008), são atividades realizadas com a máquina parada. Foi observado também que o equipamento é muito antigo (sua fabricação foi em 1956), e os ajustes de início de produção são necessários, pois devido ao desgaste de componentes mecânicos há muitas folgas, que somente são corrigidas após o equipamento em operação.

#### 4.1. Propostas de Melhoria

Após reuniões com os funcionários, supervisores e gerentes da empresa, foram levantadas várias propostas de melhoria das quais foram escolhidas duas que seriam de rápido e baixo custo de implantação, utilizando o método da Matriz GUT de priorização, que é uma ferramenta de qualidade, por meio da qual é possível priorizar itens obtidos através do *brainstorming*, sobre um determinado assunto (propostas de melhoria), onde cada participante atribui "pesos" com relação às prioridades por eles sentidas. O nome GUT provém das iniciais das palavras Gravidade, Urgência e Tendência (<http://www.produtivajunior.com/>).

A primeira proposta de melhoria, relacionada à rapidez da troca de ferramentas, para a condição de *setup* que envolve somente a troca do molde, consiste em substituir a limpeza dos rolos por rolos limpos. E, a segunda proposta (baixo custo) para ambas as condições de *setups*, a realização de atividades do *setup* para a execução em paralelo. Estas duas propostas foram divididas e testadas em Teste 01 e Teste 02.

#### 4.1.1. Teste 01 - Substituição por rolos limpos ao invés da limpeza dos rolos

Foi definido com o time de trabalho (pessoal da empresa) que seria feito a troca por rolos limpos ao invés da limpeza no equipamento. Assim, somente haveria a substituição dos rolos no equipamento como uma atividade de *setup* interno e a limpeza ficariam como atividade de *setup* externo, ou seja, não interferindo no tempo de máquina indisponível. Para a realização deste teste, foram alocados rolos reservas em recipientes em ambos os lados do equipamento para no momento necessário, serem usados. Na Tabela 4 são apresentados os tempos cronometrados com esta proposta e comparados com situação atual.

Tabela 4 - Impacto no tempo da atividade de limpeza dos rolos no setup atual comparado como tempo para substituição dos rolos. Valores referentes ao setup da tabela 3

Troca dos Rolos	Tempo (min:s) atual	Tempo (min:s) proposta
Tempo 1	0:19:34	0:11:23
Tempo 2	0:23:43	0:11:45
Tempo 3	0:20:21	0:10:39
Tempo 4	0:25:12	0:10:42
Tempo 5	0:22:59	0:10:01
Média	0:22:22	0:10:54

Com esta ação, conseguiu-se uma redução em torno de 51,1% (de valor médio de 22min22s para um valor médio de 10min54s) no tempo desta atividade, pela simples alteração de *setup* interno (limpeza na máquina) para *setup* externo (substituição por outros rolos limpos).

#### 4.1.2. Teste 02 – Sequenciamento de atividades

Para esta etapa, primeiramente foram gravadas a sequência das atividades envolvidas durante o *setup*. Após a visualização dos vídeos, foi observado que três operadores eram envolvidos na realização do mesmo e que não executavam tarefas simultaneamente. Mas, faziam uma tarefa após o término da outra consecutivamente, mesmo as atividades não sendo interdependentes. Avaliou-se com o time envolvido no estudo, a proposta de algumas destas atividades serem executadas de forma paralela,



para diminuir o tempo total de *setup*. Porém, para que esta nova proposta de configuração seria necessária alocação de um quarto funcionário durante o *setup*, ao invés dos três atuais. Assim, foi testada uma nova sequência das atividades e a incorporação de um quarto operador durante o *setup*. Os resultados são apresentados nas Figuras 4 e 5.

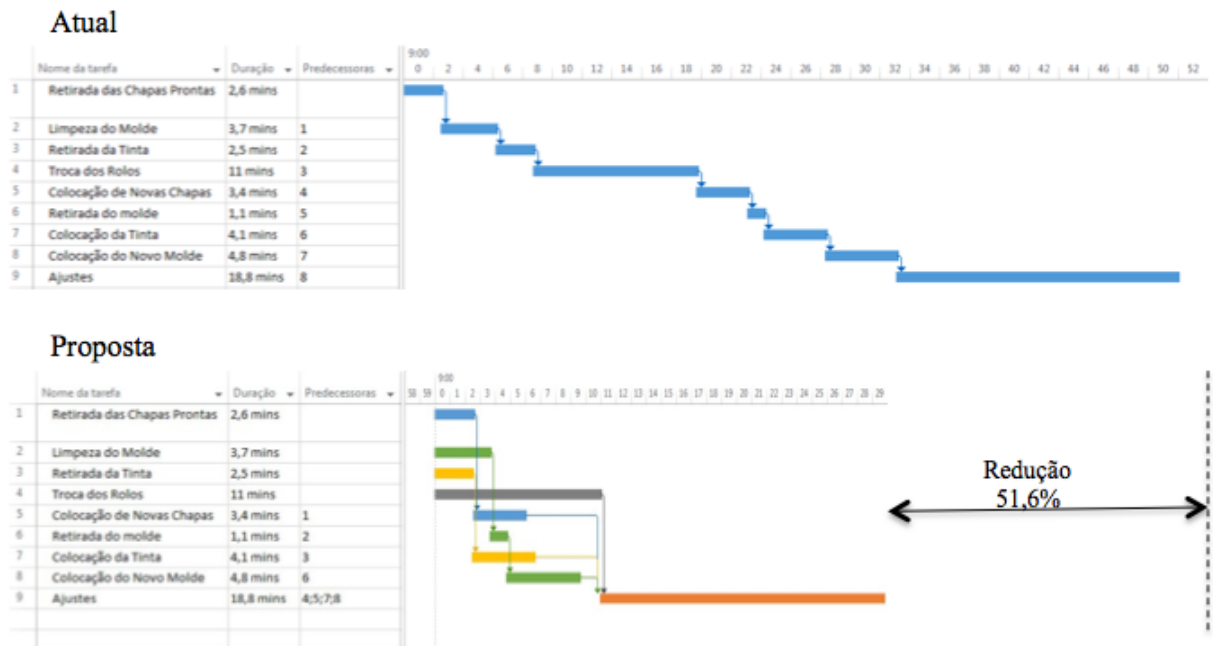


Figura 4 - Gráfico de Gantt mostrando a redução de tempo obtido pela proposta no sequenciamento das atividades para o *setup* de troca de molde e tinta

No caso do *setup* da troca de tinta e molde, e já considerando o tempo ganho pela troca do molde neste redesenho do sequenciamento das atividades, houve uma diminuição total de 01h01min21s para 00h29min42s, ou seja, uma redução de 51,6% no tempo.

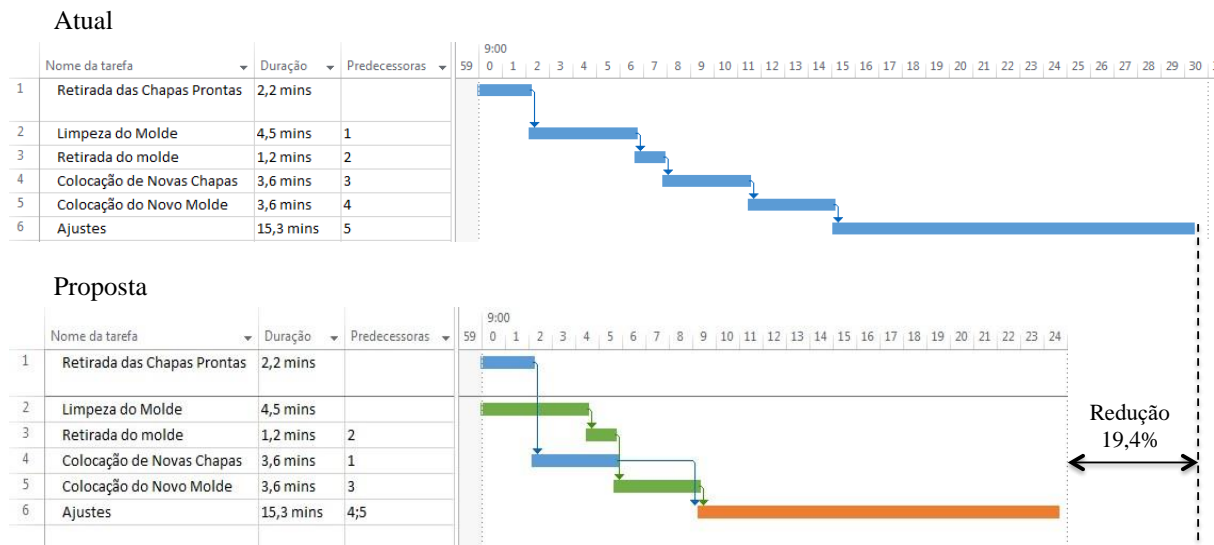


Figura 5 - Gráfico de Gantt mostrando a redução de tempo obtido pela proposta no sequenciamento das atividades para o setup de troca de molde

Com as modificações no sequenciamento das atividades, no caso do *setup* da troca apenas de molde, utilizando a técnica TRF (Troca Rápida de Ferramentas) houve uma diminuição de 30min36s para 24min39s, ou seja, uma redução de 19,4% no tempo.

## 5. Conclusões

A contribuição deste artigo na área de eficiência de operações se deu pela melhoria na produtividade do fluxo de fabricação de latas de tinta, uma vez implementadas as técnicas de VSM, OEE e TRF, demonstrando a importância das ferramentas *Lean Manufacturing* e sua efetividade para a busca e implantação de melhorias. A utilização destas ferramentas de forma adequada traz consideráveis resultados para as empresas, permitindo enxergar desperdícios que, por muitas vezes, estão escondidos em meio aos problemas diários.

Os objetivos apresentados no início deste estudo foram atendidos. Como resultado, foram identificados alguns dos maiores desperdícios do processo produtivo, e dentre eles, destacou-se a baixa produtividade que causava a necessidade de um turno extra em um dos equipamentos, uma máquina litográfica. Uma análise mais detalhada mostrou que este equipamento tem um baixo OEE, próximo de 26,95% e o fator que mais influenciava era a baixa disponibilidade de 28,26%, enquanto a produtividade e qualidade apresentavam altos valores de 98,77% e 96,57%.

A baixa disponibilidade foi associada a um alto tempo de *setup*, em torno de 60 minutos. Pelos dados do VSM, foi observado que reduzindo o tempo de *setup* para valores abaixo de 30 minutos, seria possível reduzir um turno de trabalho do equipamento (objetivo traçado). Depois de aplicadas técnicas de análise de *setup* interno e externo, e redefinição de sequenciamento de atividades, pode-se reduzir o tempo de *setup* alcançando o objetivo de trabalhar em um turno de trabalho.

Percebeu-se também que somente a implementação de ferramentas não é suficiente para a realização de grandes mudanças na empresa. É necessário também criar uma mentalidade de mudança tanto nos operadores como nos cargos de gerência. Pois, com a mentalidade enxuta instalada na empresa, muitas outras melhorias poderão ser implantadas na fábrica num plano futuro. Um exemplo disso foi o apoio dado pela gerência neste projeto, que além de ter possibilitado as visitas a sua planta, ter aberto as portas e ter dado suporte a todas as decisões tomadas, entendeu que para as mudanças continuarem acontecendo será necessário um engajamento dos funcionários e um desejo de melhoria que deve partir de cima para baixo.

Por fim, é possível dizer que o uso dos conceitos *Lean Manufacturing* empregados neste projeto podem aperfeiçoar uma indústria, otimizando seus processos e cortando gastos que certamente irão contribuir com o desenvolvimento não só da empresa em si, como de seus funcionários também. Espera-se que este trabalho possa ser replicado por outras empresas, independentemente do setor em que opera e que a implementação da filosofia *Lean* possa ir além da eliminação de desperdícios, por meio da identificação de atividades que não agregam valor, a uma mudança cultural que envolva a todas as pessoas direta e indiretamente relacionadas na produção de bens e serviços.

## REFERÊNCIAS

- Andrade, J., & Scherer, C. (2009). *Estudo de Caso da Aplicação do Indicador de Eficiência Global de Equipamento (OEE) para Diagnóstico de Melhoria de Produtividade em uma Indústria Automotiva*. Porto Alegre, PUC-RS.
- Bañolas, R.G. (2013). *Mudança: Uma Crônica Sobre Transformação e Logística Lean*. Porto Alegre: Bookman, 1ª Ed.
- Bhasin, S. & Burcher, P. (2006). Lean viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(1): 56 – 72.
- Costa, E. L. Jr. (2008). *Gestão em Processos Produtivos*. Curitiba, Ibpx, 20ª Ed.
- Costa R.S. & Jardim E.G.M. (2010). *Os cinco passos do pensamento enxuto (Lean thinking)*. NET, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://trilhaprojetos.com.br/home/sites/default/files/plean.pdf> . Acesso em: 31/08/2016

- Feld, W. M. (2001). *Lean Manufacturing: Tools, Techniques and how to use them*. Estados Unidos: CRC, 1ª Ed.
- Fogliatto, F.S & Fagundes. (2003). Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso. *Revista Gestão & Produção*. 10(2): 163-181.
- Hansen, R.C. (2006). *Eficiência global dos equipamentos: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros*. Porto Alegre: Bookman.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill.
- Marodin, G. A. & Saurin, T. A. (2013). Implementing Lean Production Systems: Research Areas and Opportunities for Future Studies. *International Journal of Production Research*, 51: 6663–6680.
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer to the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 86: 662-673.
- Ohno, T. (1997) *Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala*. Porto Alegre.
- Paranhos, M. F. (2007). *Gestão da Produção Industrial*. Curitiba: Ibpx, 1ª Ed.
- Rother, M. & Shook, J. (1999). *Aprendendo a enxergar*. São Paulo. Lean Institute Brasil, 1ª Ed.
- Rother, M. & Shook, J. (2003). *Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. 3a Ed. Cambridge. The Lean Enterprise Institute, 3ª Ed.
- Shingo, S. (2000). *Sistema de troca rápida de ferramenta*. Porto Alegre: Bookman, 2000.
- Werkema, C (2012). *Lean Six Sigma: Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing*. Rio de Janeiro: Campus, 2ª Ed.
- Womack, J. & Jones, D. T. (2004). *A Mentalidade Enxuta nas Empresas*. Rio de Janeiro: Campus, 6ª Ed.



Este trabalho está licenciado com uma Licença **Creative Commons - Atribuição-CompartilhaIgual 4.0 Internacional**.