



ConBRepro

X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



EVENTO
ON-LINE

02 a 04
de dezembro 2020

Benefícios da aplicação da filosofia *Lean Manufacturing* em linhas de produção de chicotes elétricos

Ivan Correr

Faculdades Integradas Einstein de Limeira - FIEL

Marina Meyer

Faculdades Integradas Einstein de Limeira - FIEL

Wagner Wilson Bortoletto

Faculdades Integradas Einstein de Limeira - FIEL

Resumo: Com um mercado cada vez maior e mais competitivo, as indústrias buscam por modelos de produção mais eficientes e econômicos. Nisso, muitas organizações aderem ao pensamento Lean em busca do aumento da produtividade com a eliminação dos desperdícios envolvidos no processo de manufatura, por meio do uso de filosofias Just-in-Time (JIT) e suas ferramentas. Nesse cenário, através de um Estudo de Caso, os conceitos do Lean Manufacturing foram aplicados em uma empresa situada no estado de São Paulo, que atua no setor de manufatura de chicotes elétricos, tendo como objetivo a melhoria do processo de fabricação do produto, reduzindo desperdícios e com foco na gestão da qualidade. Os resultados obtidos apresentaram a melhoria na qualidade do produto, aumento na produtividade do item, redução da mão-de-obra direta e redução do custo mensal em aproximadamente R\$32.000,00; além de também reduzir os turnos trabalhados

Palavras-chave: Lean Manufacturing, 5S, Just in Time, Chicotes elétricos

Benefits of applying Lean Manufacturing philosophy to harness production lines

Abstract: With an increasingly larger and more competitive market, industries are looking for more efficient and economical production models. In this, many organizations adhere to Lean thinking in search of increasing productivity by eliminating the waste involved in the manufacturing process, through the use of Just-in-Time (JIT) philosophies and their tools. In this scenario, through a Case Study, the concepts of Lean Manufacturing were applied in a company located in the state of São Paulo, which operates in the electrical harness manufacturing sector, with the objective of improving the product's manufacturing process, reducing waste and focusing on quality management. The results obtained showed an improvement in product quality, an increase in item productivity, a reduction in direct labor and a reduction in monthly costs of approximately R \$ 32,000.00; besides also reducing the shifts worked.

Keywords: Lean Manufacturing, 5S, Just in Time, Harnesses

1. Introdução

Com um mercado cada vez maior e mais competitivo, as indústrias estão em uma busca incessante por modelos de produção mais eficientes e que atenda às variações de demanda do mercado mais rápido e com menos desperdícios. (RODRIGUES et al., 2014)

Muitas destas empresas aderem ao modelo de Manufatura Enxuta, ou *Lean Manufacturing*, que visa o aumento da produtividade, melhoria da qualidade e redução do tempo de produção eliminando desperdícios envolvidos no processo de manufatura. (SILVA et al., 2015)

Slack et al. (2018), apontam que a filosofia empregada para a redução de desperdícios é o Just-in-Time (JIT), onde se produz somente o necessário e no momento solicitado, alcançando um fluxo regular de materiais com o menor custo possível. Semelhantemente à filosofia JIT, tem-se o modelo de produção enxuta, onde se ampara todo o pensamento *Lean*. A ideia central é o uso da produção puxada que torna os estágios do processo produtivo dependentes uns dos outros, revelando assim, muitos desperdícios, antes encobertos. Logo, quando um problema ocorre em um estágio, o problema ficará imediatamente aparente em qualquer ponto do sistema.

Nesse contexto, para estruturar os ambientes de manufatura, utiliza-se a ferramenta dos cinco sentidos (5S), que possibilita transformar e simplificar o ambiente da organização e, ainda, ser capaz de melhorar os aspectos da qualidade, produtividade e segurança. (BITTENCOURT, 2010; SOUZA et al., 2018).

Isto posto, utilizando dos conceitos relacionados ao *Lean Manufacturing*, este trabalho tem por objetivo diagnosticar os desperdícios de uma linha produtiva de uma empresa situada no estado de São Paulo e que atua no setor de manufatura de chicotes elétricos (redes elétricas) para a linha branca, automotiva e amarela, a fim de prover melhorias no processo de produção da mesma.

2. Referencial teórico

2.1. *Just-in-time e Lean Manufacturing*

Na década de 1950, com o fim da Segunda Guerra Mundial, o executivo Taiichi Ohno, implantou em sua fábrica, um novo modelo de produção, onde seu foco principal era a identificação e eliminação dos desperdícios existentes na manufatura, e seu objetivo era o aumento da qualidade e a diminuição de tempo de produção de seus produtos. Essa filosofia ficou conhecida como *Lean Manufacturing*, onde o principal foco é produzir mais com menos (WERKEMA, 2006).

Lean Manufacturing é definido como a busca por uma tecnologia onde a produção se torne organizada, num fluxo nivelado, tendo o mínimo desperdício, aprimorando o atendimento ao cliente, a qualidade do produto e até mesmo seu preço de venda (SHINOHARA, 1998; RAHMAN et al., 2013).

Portanto, o *Lean Manufacturing* é uma iniciativa onde há a busca incessante para a eliminação de desperdícios, excluindo da organização tudo o que não agrega valor para o cliente (SLACK et. al., 2018).

Como dito, O JIT é um dos pilares do pensamento *Lean*. O outro pilar é o *Jidoka*, que é descrito como a humanização da interface entre operador e máquina. Essa filosofia apregoa que a máquina está disponível para servir ao propósito do operador. Desta forma, a Figura 1, apresenta a concepção desse pensamento e seus dois pilares. (OHNO, 1997; SLACK et. al., 2018).

Figura 1 – A base do Lean Manufacturing.



Fonte: Adaptado de Ohno (1997)

2.2. Os sete desperdícios

O conceito dos sete desperdícios pode ser aplicado a qualquer tipo de bem ou serviço, e com a eliminação destes, tem-se uma manufatura enxuta, livre de qualquer processo que não agregue valor ao produto. (HARRISON, 1992; RABELLO et al., 2017).

Os sete desperdícios são apresentados como: superprodução de produtos, tempo de espera de colaboradores e/ou equipamentos para a finalização de uma determinada atividade, transporte desnecessário do produto ou dos colaboradores, excesso de processamento para a produção, estoque do produto à espera de processamento ou de consumo, movimentação desnecessária de pessoas e defeito nos produtos acabados (LIKER e MEIER, 2006). O Quadro 1, apresenta as características de cada um destes desperdícios.

Quadro 1 – Características dos Sete Desperdícios

Desperdício	Características
<i>Superprodução</i>	É a produção de itens além do que foi solicitado pelo cliente, ou para o próximo posto de montagem. Com isso, tem-se a criação de estoque e em consequência, investimentos parados, sem se tornar lucro. Este é o pior desperdício e o mais difícil de ser eliminado do processo. Existe duas classificações de desperdício dentro dessa classe: <u>superprodução por qualidade</u> , onde são produzidas peças além do que foi solicitado pelo cliente; e <u>superprodução por antecipação</u> , quando o produto é produzido antes do cliente solicitar, gerando um local de armazenamento e perda de dinheiro pelo material ficar parado.
<i>Tempo de Espera</i>	Está relacionado ao intervalo onde não está havendo nenhuma transformação do produto. Há dois tipos de classificação de perda por espera: <u>Perda por espera do lote</u> : quando há um lote muito grande e com exceção do material que está sendo processado, a outra parte está parada ou armazenada em estoques até ser processada ou então esperando as outras que ainda não sofreram o processo; <u>Perda por espera de processo</u> : quando o produto aguarda o processamento ou então a próxima fase, acontece geralmente por setup frequentes ou então quando estes demoram muito para serem concluídos.
<i>Transporte</i>	É a movimentação da matéria-prima dentro da empresa, sem ser transformada e sem agregar valor ao produto. Esse desperdício pode se dar tanto pelo arranjo físico inadequado quanto na organização do posto de trabalho, esse desperdício deve ser eliminado ao máximo possível e é possível fazê-lo somente com um layout mais bem ajustado ao processo. Essa classe deve ser encarada como uma das prioridades no esforço para a redução de custo, pois em média, esse desperdício ocupa 45% da fabricação do produto.

<i>Excesso de Processamento</i>	São perdas que aparecem no processo exclusivamente por baixo desempenho de equipamentos e máquinas. Esse tipo de desperdício pode ser totalmente eliminado do processo apenas com melhorias de projetos e manutenção nos equipamentos.
<i>Estoque</i>	Esse desperdício está caracterizado na forma de estoque de produto acabado, material em processo e matéria-prima. Isso significa que o recurso financeiro que foi investido nesse processo está parado, não gerando lucro ou não agregando valor ao produto. Para a eliminação desse desperdício é necessário eliminar todas as causas que geram a necessidade de permanecer com os estoques. Isso pode ser realizado através da redução dos tempos de preparação e setups de máquinas e linhas de produção, e também pela sincronização dos fluxos de trabalho.
<i>Movimentação</i>	A perda por movimentação nas operações está relacionada a movimentação desnecessária que são realizadas pelos colaboradores da organização. Para a eliminação desse desperdício, é importante o estudo de tempos e a avaliação de métodos de trabalho. Outra forma de eliminar esse desperdício é a automação das operações envolvidas nesse excesso de movimentação, mas essa deve ser a última alternativa a ser recorrida
<i>Defeitos</i>	O desperdício da realização de produtos defeituosos, refere-se à produção de peças com características que estão fora do padrão de qualidade especificados pelo cliente e/ou fornecedor. Com a produção dessas peças há ainda o desperdício de matéria-prima, disponibilidade de mão-de-obra e equipamentos, armazenamento desnecessário, entre outros. Para a eliminação desse desperdício é necessário o investimento em métodos de qualidade e controle da mesma,

Fonte: Adaptado de Harrison (1992); Ghinato (2000); Liker e Meyer (2006)

2.3. Os cinco sentidos (5S)

A aplicação dos cinco sentidos, possibilita transformar e simplificar o ambiente da organização e ainda ser capaz de reduzir ou eliminar desperdícios, melhorar aspectos da qualidade, produtividade e segurança, tornando-o em “ambiente de qualidade”, para que os colaboradores possam transformar seus potenciais em realidade (BITTENCOURT, 2010; SOUZA et al., 2018)

O objetivo principal do 5S é promover e manter a organização na empresa, tanto na área administrativa quanto de manufatura. Esse sistema se refere a cinco palavras de origem japonesa, que começam com a letra S: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke* (WERKEMA, 2006). O Quadro 2, apresenta as características de cada um destes cinco sentidos.

Quadro 2 – Características dos Cinco Sentidos

Sentidos	Características
<i>Seiri</i> (senso de utilização)	É definido como separar o material que realmente se é necessário, daquele que não é, assim descartando o último material separado. Para que isso possa ser implementado, é necessário deixar na área de trabalho, somente aquilo que realmente é utilizado, sem excesso de material. Se a organização desenvolver o método do <i>Seiri</i> , ganha-se na redução de desperdício de tempo em procurar os os materias necessários, facilidade em encontrar o material que será utilizado e ainda é possível o ganho em espaço físico.
<i>Seiton</i> (senso de ordenação)	Nada mais é do que organizar o que é necessário, conforme foi selecionado no <i>Seiri</i> , definindo assim, a posição de cada elemento. Quando esse método é implementado, há uma padronização no aspecto visual do ambiente de trabalho, gerando assim uma redução de tempo na procura do que é utilizado.
<i>Seiso</i> (senso de limpeza)	Se deve a identificação e a limpeza do local de trabalho e dos materias que nele são utilizados. Com a limpeza do local, é possívelo aumento da vida útil da ferramenta, qualidade e segurança no trabalho do colaborador.
<i>Seiketsu</i> (senso de padronização)	Se baseia em criar e seguir um padrão que é resultado do desempenho adequado nos três primeiros “S”. Para que esse senso seja respeitado e seguido, é interessante a fixação de imagens no local de trabalho, para que os colaboradores possam enxergar o “antes” e o “depois”, sendo a imagem do “depois” o padrão a ser seguido.

Shitsuke
(senso de
autodisciplina)

É estabelecido a disciplina para que mantenha-se os quatro últimos “S”, ao longo do tempo. Para que esse senso tenha sucesso, é indispensável seguir os seguintes passos: criar uma disciplina, onde os 5S vire rotina e tenha continuidade, criar uma auditoria periódica para que os padrões sejam sempre seguidos, e, por fim, sempre reforçar a importância do cumprimento dos sentidos, como reconhecimento dos casos de sucesso e de correção onde há o desvio do padrão.

Fonte: Adaptado Masiero (2007); Bittencourt (2010); Rodrigues et al. (2014)

3. Metodologia da Pesquisa

De acordo com Gil (2010) esta pesquisa possui natureza aplicada, de objetivo descritivo, utilizando uma abordagem qualitativa, por meio de um estudo de caso.

Geralmente, o conceito de estudo de caso é usado para fornecer exemplos, descrever fenômenos e a relação entre variáveis (FILIPPINI, 1997).

Yin (2015) aponta que as principais aplicações da metodologia de estudos de caso são: (i) explicar os presumidos vínculos causais nas intervenções da vida real; (ii) descrever uma intervenção e o contexto da vida real no qual ocorre; (iii) ilustrar determinados tópicos de avaliação no modo descritivo; (iv) explorar as situações em que a intervenção sendo avaliada não possui um único e claro conjunto de resultados

Isto posto, essa pesquisa foi realizada numa empresa de grande porte situada no estado de São Paulo e que atua no setor de manufatura de chicotes elétricos.

4. Resultados e discussões

4.1. Descrição do processo produtivo

Para melhor entendimento do processo produtivo em estudo, é apresentado na Figura 2 um fluxograma do mesmo.

Figura 2 – Fluxograma do processo de montagem de chicote elétricos



Fonte: Elaborado pelos autores

São 05 etapas para a fabricação de chicotes elétricos, o corte e crimpagem é a primeira etapa. Nessa etapa, existe um documento com as informações sobre qual condutor deve ser cortado e seu comprimento; aqui também se estabelece qual terminal deve ser aplicado nas extremidades.

A segunda etapa, é a aplicação das emendas nos cabos, onde há a possibilidade de se juntar três ou mais condutores com um terminal para que seja possível a transmissão do pulso elétrico na rede.

Após a etapa 02, os condutores acabados, são enviados para a preparação. Esse processo é feito manualmente, e é a etapa onde são agregados os conectores, isolantes, tubos e guias de vedação.

A penúltima etapa do processo, consiste em montar um chicote elétrico numa mesa de montagem para que seja feito a finalização do mesmo, tal como, garantir o dimensional, verificar as vedações e realizar o teste elétrico de funcionalidade.

Cada rede tem uma mesa de montagem específica, e cada uma das mesas, tem a quantidade de colaboradores necessários para a produção conforme demanda solicitada pelo cliente, no momento da cotação do produto.

Por fim, os chicotes acabados, são inspecionados, embalados, armazenados e enviados ao cliente.

4.2. Cenário encontrado

O item escolhido para análise foi o que possuía a maior demanda de produção, baixa confiabilidade de entrega e qualidade. Essa escolha foi feita após verificar que as novas exigências dos clientes exigiam uma readequação do processo produtivo, onde verificou-se que o gargalo se encontrava nas etapas de “preparação” e “mesa de montagem”. Nisso, a Tabela 1, apresenta algumas informações desse item no período de março de 2019.

Tabela 1 – Descrição e quantidades do item utilizado na pesquisa

Descrição	Quantidade
Produção mensal	36.500 peças
Produção/dia	1225 peças
Linhas de produção	3
Turnos trabalhados	4
OEE	54%
Defeito interno (PPM)	286
Reclamação cliente (PPM)	189

Fonte: Elaborado pelos autores

Analisando os processos individualmente, na etapa de preparação, foram identificados os seguintes desperdícios:

- Falta de orientação clara;
- Caixas de material sem identificação;
- Caixas com tamanho insuficiente;
- Material não disposto conforme o fluxo;
- Retrabalho.

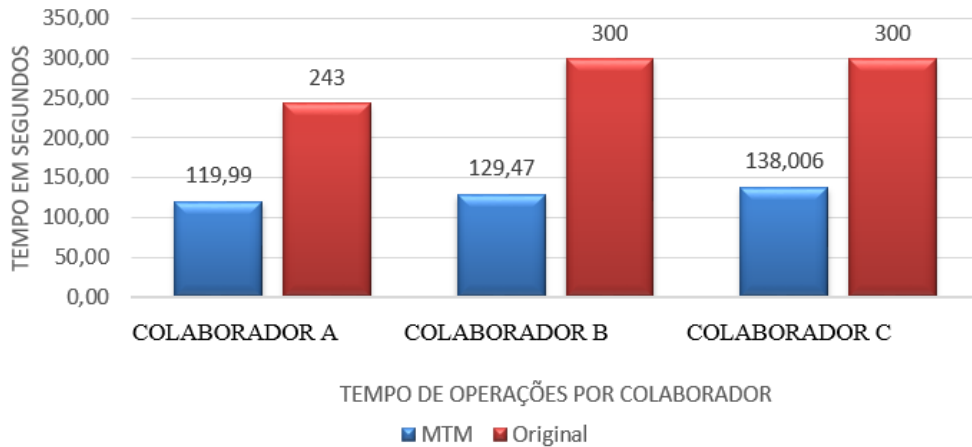
Um desperdício também encontrado foi o retrabalho, onde por falta de instruções, a operação era feita de maneira errada. Além do retrabalho, havia também a perda de tempo em produzir uma peça defeituosa, e perda de matéria prima.

Na etapa de montagem da mesa, os desperdícios identificados foram:

- Falta de padronização de fluxo;
- Falta de padrão na montagem das peças;
- Movimentação desnecessária;
- Retrabalho;
- Falta de organização da mesa de trabalho.

Foi pesquisado também o tempo de trabalho de cada colaborador, em relação a quantidade de peças produzidas e o *tackt-time* do produto, como apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Tempo de trabalho e *takt time* do produto (cenário encontrado)



Fonte: Elaborado pelos autores

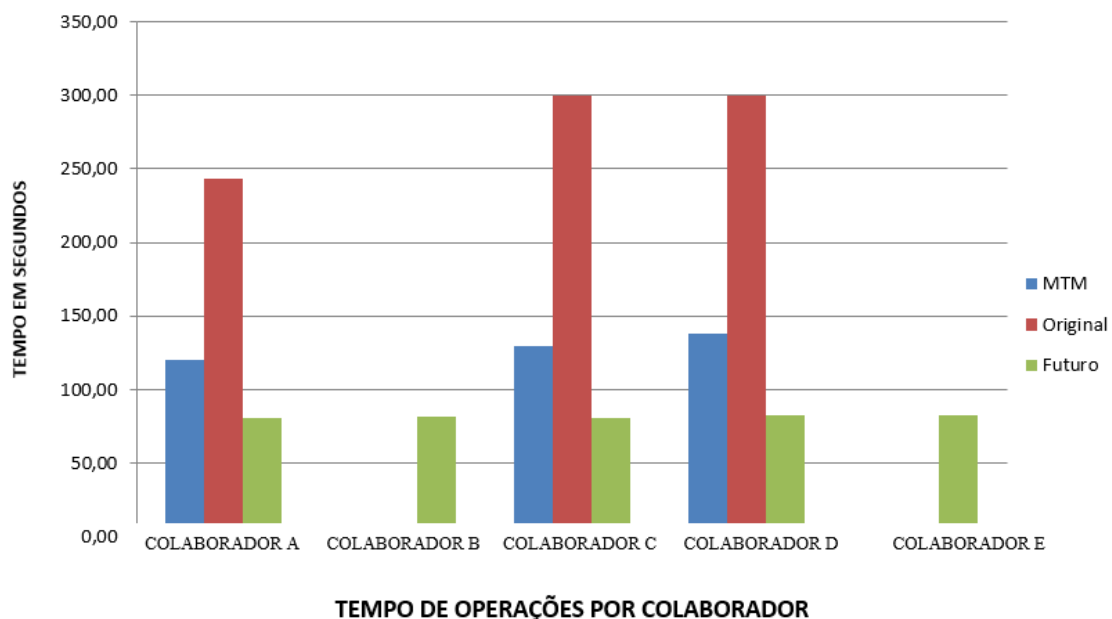
É notado na Figura 3 um nítido desbalanceamento da linha, onde as barras em azul eram os tempos pré-definidos para a montagem do produto e as barras em vermelho, os tempos cronometrados. Para que a linha de montagem se tornasse produtiva, era necessário um novo balanceamento, um novo arranjo físico para mesa de montagem e readequação das posições dos componentes.

Foi refeito o novo *takt-time* do produto, para assim estabelecer qual seria o tempo em que o item deveria ser produzido, e se haveria a necessidade de aumentar a mão de obra direta, ou amentar em mais uma unidade da linha de produção.

Para o cálculo, foi considerado o mês com maior demanda solicitado pelo cliente, num total de 38.000 peças, foi considerado também, a utilização 03 mesas de montagem com 05 operadores cada, num total de 12 horas/dia e 06 dias por semana. Com essa consideração, o novo *takt-time* do produto ficou em 295,68 segundos.

Com esse novo *takt-time* do produto, era necessário então, que a linha de montagem se ajustasse a ele. Para que isso fosse possível, foi necessário todo o estudo de movimentos que os colaboradores realmente deveriam fazer para transformar o produto em rede acabada, conforme a figura 4.

Figura 4 – Tempo de trabalho e *takt time* do produto (cenário após melhoria)



Fonte: Elaborado pelos autores

Na figura 4, as barras em azul era os tempos pré-definidos pela engenharia para a montagem do produto, as barras em vermelho foram os tempos cronometrados e as novas barras em verde, a nova configuração da linha de montagem, com a inclusão de 02 novos operadores e os novos tempos pré definidos.

Para alcançar o objetivo, foi necessário o treinamento correto dos operadores, na qual todos deveriam entender o que era a filosofia *Lean Manufacturing*, e de forma natural, pudessem introduzir essa ferramenta no seu dia-a-dia.

Utilizando a filosofia JIT, as linhas foram dispostas o mais próximo possível dos seus fornecedores internos e as mesas de montagem, receberam um novo *layout*, para poder atender a disposição de cinco colaboradores e não mais apenas três, como havia sido implementado.

Para a melhor disponibilidade da mesa, foi feita uma reunião com os colaboradores que já trabalhavam nas linhas, para que eles nos mostrassem quais eram as dificuldades e os pontos de melhoria.

Quando a mesa de montagem ficou pronta, foi disponibilizado aos operadores, adesivos nas cores em que cada um deveria focar e na sequência em que eles deveriam seguir. Com esse procedimento, foi possível fazer com que eles, reduzissem tempos com movimentações e superproduções e também que eles mantivessem um fluxo e uma padronização na montagem.

Com a implementação e a padronização das ferramentas na linha de produção estudada, pode-se observar os seguintes ganhos:

- Melhoria da qualidade do produto, com redução de 92% da reclamação formal por parte do cliente.
- Aumento na produtividade do item, reduzindo a mão de obra direta em 16 operadores,
- Redução mensal de aproximadamente R\$ 32.000,00
- Redução nos turnos trabalhados, de 4 para 2 turnos, podendo haver a possibilidade de extensão de hora extra.

A Tabela 2 apresenta o ganho obtido na empresa, com a introdução do Lean Manufacturing em sua linha de produção.

Tabela 2 – Comparativo dos resultados: Antes e Depois da implantação do processo de melhoria.

Descrição	Quantidade (cenário antes da melhoria)	Quantidade (cenário após melhoria)	Percentual
Produção mensal	36.500 peças	36.500 peças	0
Redução de Custo	-	R\$32.000,00	-
Produção/dia	1225 peças	1522 peças	24,25%
Linhas de produção	3	3	0
Turnos trabalhados	4	2	-50%
Operadores por linha	3	5	+66%
OEE	54%	89%	+35%
Defeito interno (PPM)	286	36	-87,4%
Reclamação cliente (PPM)	189	15	-92%

Fonte: Elaborado pelos autores

5. Considerações finais

A necessidade pela melhoria de processos e eliminação de desperdícios tem se tornando indispensável para as empresas se manterem no mercado e competitivas. E, para que isso ocorra, as empresas devem almejar os benefícios adquiridos pelo pensamento *Lean*, em especial os princípios da melhoria contínua.

A filosofia do *Lean Manufacturing* busca sempre aprimorar processos e eliminar tais desperdícios, porém, possui uma dependência interseccionada pela gestão de produtos, gestão de processos e gestão de pessoas, além de, um comprometimento da alta gerência com os princípios filosóficos da mesma.

Referências

BARBOSA, B. A et al. Implantação da metodologia 5S em uma indústria de Minas Gerais fabricante de produtos eletromecânicos. **Conecte-se!** Revista Interdisciplinar de Extensão, v. 1, n. 2, p. 60-72, 2017.

BITTENCOURT, C. **O que é a metodologia 5S e como ela é utilizada.** Sobre adm. Rio de Janeiro, 2010.

FILIPPINI, R. Operations management research: some reflections on evolution, models and empirical studies in OM. **International Journal of Operations & Production Management**, 17(7), 655-670, 1997.

GHINATO, P. **Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção.** Ed. Almeida & Souza. Editora Universitária. UFPE. 2000

Gil, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 5 ed. 2010.

HARRISON, A. **Just in Time: Manufacture in Perspective.** Prentice Hall, 1992.

LIKER, Jeffrey.; MEIER, David. **The Toyota way fieldbook: a practical guide for implementing Toyota's 4Ps.** Nova York: McGraw-Hill, 2006

MASIERO, Gilmar. **Administração de empresas: teoria e funções com exercícios e casos.** São Paulo: Editora Saraiva, 2007.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção – além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

RABELLO, A. C.; MOURA, E. P.; RAFAEL, R. C. C. M.; BARRETO, A. C. **Pensamento enxuto nos processos de manutenção da oficina de vagões em uma mineradora.** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção.. Joinville/SC, 2017.

RAHMAN, N. A. A. SHARIF, S. M. ESA, M. M. **Lean manufacturing case study with kanban system implementation.** Universiti teknologi MARA. Malaysia, 2013.

RODRIGUES, A. C. H. et al. Implantação do Programa 5S: Empresa Manutenções Industriais. **Revista Ampla de Gestão Empresarial**, Registro, SP, v. 3, n. 1, p. 68-86, 2014a.

RODRIGUES, F. S. et al. 5S Como Programa de Melhoria: Proposta de implantação em uma indústria de Painéis Elétricos. **Sinapse Múltipla**, v. 3, n. 1, p. 08, 2014b.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Tradução: Eduardo Schaan. Porto Alegre: 1996.

SHINOHARA, Isao. **New Production System: JIT Crossing Industry Boundaries**. Productivity Press, 1998.

SILVA, P. M. S. et al. Otimização do arranjo físico: um estudo de caso em uma marcenaria. **ForScienc**, v. 2, n. 2, p. 24-30, 2015.

SLACK, N., BRANDON-JONES, A., JOHNSTON, R., **Administração da Produção**, São Paulo: Atlas, 8 ed. 2018.

SOUZA, B. C. et al. Implantação do programa 5S através da metodologia DMAIC / Implementation of the 5S program through the DMAIC methodology. **Brazilian Journal of Development**, v. 4, n. 5, p. 2163-2179, 2018.

VOSS, C. A. **Just in Time Manufacture**. Springer Verlag: ISF, 1987

WERKEMA, Cristina. **Lean Seis Sigmas – Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing**. Belo Horizonte: Editora Werkema, 2006.

Yin, R. K. **Estudo de Caso-: Planejamento e Métodos**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2015