

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Angela Rodrigues Lima

Bruna Couto Costa

**OTIMIZAÇÃO DO LAYOUT DE MONTAGEM DE PRODUTOS
DE TELECOMUNICAÇÕES COM BASE NOS PRINCÍPIOS
DA FILOSOFIA *LEAN***

Taubaté – SP

2017

Angela Rodrigues Lima

Bruna Couto Costa

**OTIMIZAÇÃO DO LAYOUT DE MONTAGEM DE PRODUTOS
DE TELECOMUNICAÇÕES COM BASE NOS PRINCÍPIOS
DA FILOSOFIA *LEAN***

Trabalho de Graduação apresentado para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. Paulo Cesar Corrêa Lindgren

Co-orientadora: Profa. Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren

Taubaté – SP

2017

No verso da folha de rosto deverá constar a ficha catalográfica do seu trabalho. Para fazê-la, **consulte o bibliotecário** de sua biblioteca setorial, que a executará conforme o Código de Catalogação Anglo-Americano – CCAA2.

Angela Rodrigues Lima
Bruna Couto Costa

**OTIMIZAÇÃO DO *LAYOUT* DE MONTAGEM DE PRODUTOS DE
TELECOMUNICAÇÕES COM BASE NOS PRINCÍPIOS DA FILOSOFIA *LEAN***

Trabalho de Graduação apresentado para
obtenção do Título de Bacharel em
Engenharia de Produção Mecânica do
Departamento de Engenharia Mecânica
da Universidade de Taubaté.

Data: _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. _____

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. _____

Assinatura _____

Prof. _____

Assinatura _____

Dedicamos aos nossos pais que foram importantes
em nossa formação pessoal e propiciaram as
condições para chegar até esta etapa de nossas vidas.
E a todos os nossos amigos da faculdade,
pela amizade e todos estes anos juntos.

AGRADECIMENTOS

A todos os nossos colegas de trabalho que contribuíram para a conclusão desta etapa, em especial ao Renato Caçapava Lopes Silva.

E ao nosso orientador Prof. Paulo Cesar Corrêa Lindgren por todos os ensinamentos que favoreceram na melhoria desta monografia.

RESUMO

A *Lean Manufacturing* tem como principal finalidade a redução dos desperdícios nos processos e produtos para otimizar lucros. Essa monografia tem como objetivo mostrar a implementação de práticas e conceitos desta Produção Enxuta no processo de montagem de produtos de telecomunicações, otimizando assim o layout, de forma a melhorar a utilização e organização dos espaços disponíveis e o processo, buscando eliminar atividades que não agregam valor ao produto (desperdícios) e balancear as atividades produtivas por meio do estudo de tempos e métodos.

Palavras-chave: Desperdícios; *Layout*; *Lean Manufacturing*.

ABSTRACT

The Lean Manufacturing's purpose is to reduce waste in processes and products in order to optimize profits. The objective of this monograph is to show the implementation of practices and concepts of this Lean Production in the process of assembly of telecommunications products, optimizing the layout so improving the use and organization of the available spaces and the process, in order to eliminate activities that do not add value to the product (waste) and balance productive activities through the study of times and methods.

Keywords: Layout; Lean Manufacturing; Waste

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sequência de operações.....	25
Figura 2 - Layout anterior.....	26
Figura 3 - Fluxo de produtos.....	27
Figura 4 - Movimentação do material.....	28
Figura 5 - Disposição das áreas.....	28
Figura 6 - Novo fluxo de produtos.....	29
Figura 7 - Nova movimentação de material.....	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS	12
1.1.1 Objetivo Geral	12
1.1.2 Objetivos Específicos	12
1.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO.....	12
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	12
2 REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1. CONCEITO DE <i>LEAN MANUFACTURING</i>	14
2.2. OS SETE DESPERDÍCIOS	15
2.2.1. Superprodução.....	15
2.2.2. Estoque	15
2.2.3. Espera.....	15
2.2.4. Transporte.....	16
2.2.5. Movimento.....	16
2.2.6. Processamento	16
2.2.7. Defeitos	16
2.3. OS CINCO PRINCÍPIOS.....	16
2.3.1. Valor.....	17
2.3.2. Fluxo de valor.....	17
2.3.3. Fluxo Contínuo	17
2.3.4. Puxar	18
2.3.5. Perfeição	18
2.4. CRONOANÁLISE	18
2.4.1. Objetivo do estudo de tempos e movimentos	18
2.4.2. Execução do estudo de tempos	19
2.4.3. Registros das informações.....	20
2.4.4. Divisão da operação em elementos	21
2.5. <i>LAYOUT</i>	21
3 METODOLOGIA	23
4 ESTUDO DE CASO	25
4.1. APRESENTAÇÃO.....	25
4.2. A EMPRESA	25
4.2.1. Cenário atual	26

4.2.2. <i>Layout</i> anterior	27
4.2.3. Proposta de <i>layout</i>	29
5 RESULTADOS.....	32
6 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

Atualmente as empresas estão vivenciando uma crise econômica no Brasil, sendo que neste contexto, de concorrência acirrada e batalha por preços competitivos, as organizações estão cada vez mais buscando utilizar os conceitos e técnicas de Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*).

A Filosofia Lean é um modelo de gestão que visa identificar e desenvolver as atividades que agregam valor aos clientes, o que eles estão realmente dispostos a pagar, e eliminar os desperdícios, o que eles não estão dispostos a pagar. Com este conceito a meta das empresas passa a ser produzir em resposta a demandas específicas, somente quando necessário, controlando a qualidade do produto e do prazo de entrega, e ao mínimo custo.

Pelo baixo custo da implementação e os precoces ganhos de produtividade obtidos pela aplicação de *Lean*, além de serem adequados à escassez de recursos financeiros dos tempos de crise, proporcionam uma excelente relação custo benefício.

Serão abordados nesse estudo a otimização de layout, a definição de um fluxo eficiente e seguro e o estudo de tempos e métodos.

Com a implementação do Lean Manufacturing espera-se resultados como a melhor utilização e organização dos espaços disponíveis, eliminação de desperdícios, balanceamento das atividades produtivas, redução dos riscos de acidentes para os trabalhadores, melhores condições de trabalho, melhor controle de qualidade, redução da movimentação de pessoas, materiais e equipamentos e uma melhor alocação de recursos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Demonstrar como a aplicação dos conceitos e princípios da Filosofia Lean (antigamente conhecida por *Lean Manufacturing*) pode proporcionar um significativo ganho de capacidade, produtividade e até espaço útil, quando se trata do processo de montagem de produtos para telecomunicações, em escala industrial.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Ilustrar um processo de montagem de produtos de *telecom*, trazendo para o conhecimento do público interessado.
- Verificar como se dá a seleção e aplicação de algumas ferramentas da Filosofia Lean especificamente no processo de montagem de produtos de *telecom*.

1.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Este trabalho se concentra no estudo da otimização do *layout* do processo de montagem, não abrangendo, por questões de tempo e de volume máximo de folhas, o programa completo de implementação da Filosofia Lean em toda a empresa estudada.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O projeto está organizado nas seguintes partes:

- No primeiro capítulo apresenta-se a introdução, os objetivos, a delimitação e a organização desta monografia;
- No segundo capítulo é feita uma revisão de literatura sobre *Lean Manufacturing*, seus princípios e os sete desperdícios identificados por esta filosofia. Também se discorre sobre a descrição da cronoanálise, abordando o estudo de tempos e métodos. E ainda se é complementado com a descrição do planejamento adequado de *layout* em empresas.

- No terceiro capítulo apresenta a metodologia usada para responder o problema específico, levando à obtenção dos resultados.
- O quarto capítulo descreve o estudo de caso na empresa, apresentando a implantação dos conceitos Lean Manufacturing para a elaboração de uma nova proposta de *layout*.
- O quinto capítulo apresenta os resultados obtidos através da análise dos dados coletados, evidenciando a importância de um planejamento de layout adequado para se obter melhoria na produtividade.
- O sexto e último capítulo apresenta as principais conclusões do trabalho bem como as referências bibliográficas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1. CONCEITO DE *LEAN MANUFACTURING*

O conceito de *Lean Manufacturing* ou Manufatura Enxuta, nome dado ao Sistema Toyota de Produção surgiu no Japão após a Segunda Guerra Mundial, aplicado na Toyota Motor Company. Neste período de pós-guerra, o país buscava se recuperar economicamente e necessitava de produtos de alta qualidade e com ótimos preços para concorrer no mercado. Em 1950 diretores e engenheiros da Toyota Motor Company foram até as Fabricas da Ford nos Estados Unidos para fazer uma visita, analisar e estudar conceitos para serem aplicados em sua indústria no Japão. O país passava por uma série de dificuldades e desafios nesse período de crise econômica, não possuía recursos para altos investimentos e a demanda era baixa, notando se que a produção em massa e de baixa variedade dos americanos não funcionaria no Japão.

Surgiu então a necessidade de um método que se aplicasse às condições analisadas, nascendo o Sistema Toyota de Produção, fabricação de produtos na quantidade necessária ao momento, evitando a superprodução e com alta variedade, buscando sempre a eliminação de desperdícios a fim de reduzir custos.

No final da década de 1980 foi criado o termo “*lean*”, que na língua portuguesa significa “enxuto”, em um artigo escrito no MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), onde os autores descreviam o Sistema Toyota de Produção.

A filosofia *Lean* despertou interesse de muitas organizações no mundo inteiro ao longo desses anos e a busca pela implantação desse modelo aumenta cada vez mais em todos os setores. (LEAN INSTITUTE BRASIL WEBSITE)

Segundo Womack e Jones (2004), a *Lean Manufacturing* traz melhorias significativas quando se fala em qualidade, custo, tempo e cliente, focando na obtenção de resultados rápido, solução de problemas, fazendo cada vez mais com cada vez menos.

O fundador do Sistema Toyota de Produção, Taiichi Ohno, engenheiro na Toyota Motors, se refere ao *Lean Manufacturing* como:

O que estamos fazendo é observar a linha de tempo desde o momento em que o cliente nos faz um pedido até o ponto em que recebemos o pagamento. E estamos reduzindo essa linha de tempo, removendo as perdas que não agregam valor. (OHNO 1988, apud STEFANELLI, 2010)

2.2. OS SETE DESPERDÍCIOS

Segundo Ohno, a produção enxuta tem como foco a diminuição ou eliminação de desperdícios, essas perdas estão relacionadas a pessoas, quantidade e qualidade. O engenheiro da Toyota Motors, identificou sete desperdícios da produção e as classificou como:

2.2.1. Superprodução

Ocorre quando há uma produção maior do que a demanda, gerando excesso de estoque, esforço físico para produzir, espaço físico e outros. Esse é o pior tipo de perda, pois gera outros desperdícios.

2.2.2. Estoque

Ocorre por meio do estoque de matéria-prima, estoque em processo e produto acabado. Transforma-se em um desperdício de tempo, custos e espaço, ocasionando perdas de inventários, custos de armazenagem e aumento do seu *lead time*.

2.2.3. Espera

Esse tipo de desperdício ocorre no tempo sem trabalho do colaborador, da peça, das máquinas e de informações. Não está sendo realizada nenhuma atividade que agregue valor, ou seja, um tempo ocioso. Como por exemplo, falta ou atraso da matéria-prima, a espera por uma máquina em operação, por ferramentas adequadas e outros.

2.2.4. Transporte

Ocorre através de deslocamentos desnecessários de recursos (Materiais, ferramentas, documentos, pessoas, equipamentos), etapas extras de controle de qualidade, processos e peças que não fazem parte da especificação do cliente não adicionam valor e se tornam perdas.

2.2.5. Movimento

Essa perda ocorre em casos de movimentos desnecessários ao realizar uma operação, atividades que não agregam valor devido a desorganização no processo realizado, como por exemplo atravessar grandes distâncias para pegar ferramentas.

2.2.6. Processamento

Consiste no processo que não agrega valor ao produto ou serviço que estão sendo realizados, etapas que estão acima do que é especificado pelo cliente, tornando-se uma perda por serem desnecessárias.

2.2.7. Defeitos

Ocorre quando o resultado do que foi produzido não está dentro das especificações, não atendendo aos requisitos de qualidade e do cliente. Defeitos e retrabalhos desperdiçam materiais, disponibilidade de mão de obra, disponibilidade de equipamentos e outros.

2.3. OS CINCO PRINCÍPIOS

Os cinco princípios são tidos como base da Manufatura Enxuta, são essenciais para a eliminação dos desperdícios na produção e fundamentais para orientar empresas que se interessam a adotar a filosofia Lean.

Womack e Jones (2004) relatam esses princípios e definem como: valor, fluxo de valor, fluxo, puxar e perfeição.

2.3.1. Valor

Valor é o primeiro passo a ser definido e é essencial no pensamento enxuto. É especificado pelo cliente, ele quem define o valor de acordo com as suas necessidades e deve ser crido pela empresa de modo que atenda a essas necessidades e assim sendo cobrado um preço para fazer isso. Para Liker (2005), valor é sempre colocar em primeiro lugar a questão “o que o cliente quer com esse processo?”

2.3.2. Fluxo de valor

“Um fluxo de valor é toda ação (agregando valor ou não) necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a cada produto” (ROTHER; SHOOK, 2012). Neste próximo passo é identificado o fluxo de valor, onde incluem todas as etapas e atividades executadas durante o processo, desde o produto em forma de matéria-prima até chegar ao consumidor.

Para Womack e Jones (2004), a identificação do fluxo de valor consiste em separar o processo em etapas e determinar três tipos de ação:

- Etapas que criam valor;
- Etapas que não criam valor, mas são inevitáveis ou necessárias;
- Etapas que não criam valor e devem ser eliminadas.

2.3.3. Fluxo Contínuo

Nessa etapa após serem identificadas as etapas que criam valor, deverá ser criado o fluxo contínuo, para que produza sem interrupções, variações e atividades desnecessárias. O objetivo é atender as necessidades dos clientes, otimizando as etapas que agregam valor e reduzindo ou eliminando as que não agregam.

2.3.4 Puxar

Para Womack e Jones (2004) a etapa puxar significa que um processo não deve produzir um bem ou um serviço sem que o cliente solicite, produz apenas o necessário e quando necessário.

A empresa produz apenas a necessidade do cliente, onde ele “puxa” a produção, visando reduzir ao máximo o número de estoques e não empurram os produtos para o consumidor.

2.3.5. Perfeição

Essa etapa visa alcançar a melhoria contínua de todo o processo, tem como objetivo identificar problemas diariamente, a fim de obter a melhoria da qualidade do produto e a satisfação do cliente sempre. Ele envolve os outros quatro princípios e os fazem inteirar- se entre si.

2.4. CRONOANÁLISE

É necessário eliminar movimentações desnecessárias, que não agregam valor ao produto final. Com este intuito o presente trabalho propõe a realização de estudo de tempos e movimentos para apresentar como a mão-de-obra está sendo utilizada na linha de produção.

2.4.1. Objetivo do estudo de tempos e movimentos

Tal como os demais custos na operação de uma empresa, a mão-de-obra precisa ser avaliada e trabalhada com o objetivo de aumentar o lucro sob a venda do produto final. É função do setor administrativo, averiguar que seus empregados não estejam realizando trabalho desnecessário. Todas as operações devem ser analisadas a fim de encontrar o método mais fácil e melhor para cada processo.

O estudo de tempos iniciou-se em 1881, quando Taylor o introduziu na usina da MIDVALE STEEL COMPANY. O estudo de tempos contribuiu na determinação de tempos padrão para as operações de processo. Em contrapartida o estudo de movimentos foi desenvolvido pelo casal Gilbreth durante a mesma época e foi

empregado na melhoria de métodos de trabalho. Contudo foi só em 1930 que se iniciou um movimento geral para estudar o trabalho com o objetivo de descobrir métodos melhores e mais simples de se executar uma tarefa (BARNES, 1977).

Barnes (1977) afirma que o estudo de tempos e movimentos trata-se de um estudo sistemático do fluxo produtivo que possui como objetivos desenvolver o sistema e o método preferido pelos colaboradores, geralmente de menor custo; fazer a padronização desse sistema e método; determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e treinada, trabalhando num ritmo normal, executando uma tarefa ou operação específica e, por fim, orientar o treinamento do trabalhador no método preferido.

2.4.2. Execução do estudo de tempos

Perante a execução de um estudo de tempos torna-se possível determinar o tempo que uma pessoa adaptada ao trabalho e completamente treinada no método específico levará para executar certa tarefa em um ritmo considerado normal. Este tempo é denominado de tempo padrão para a operação (BARNES, 1977).

Segundo Barnes (1977) o estudo de tempos estabelece programações e planeja o trabalho; determina os custos-padrão e auxilia no preparo de orçamentos; estima o custo de um produto antes do início da fabricação. Esta informação é de valor no preparo de propostas para concorrência e na determinação do preço de venda do produto. O estudo de tempos tem por finalidades, também, determinar a eficiência de máquinas, o número de máquinas que uma pessoa pode operar, o número de homens necessários ao funcionamento de um grupo, e como um auxílio ao balanceamento de linhas de montagem e de trabalho controlado por transportadores; determina tempos padrão a serem usados como base para o pagamento de incentivo à mão-de obra direta e indireta, tais como movimentadores de materiais e preparadores de produção e, por fim, é um método utilizado para determinar tempos-padrão a serem usados como base do controle de custo da mão-de-obra. Dependendo do tipo de operação a ser analisada, a forma de execução do estudo de tempos pode variar. Contudo são citados por Barnes (1977) oito passos fundamentais:

- a) obtenha e registre informações sobre a operação e o operador em estudo;

- b) dividir a operação em elementos e registrar uma descrição completa do método;
- c) observar e registrar o tempo gasto pelo operador;
- d) determinar o número de ciclos a ser cronometrado;
- e) avaliar o ritmo do operador;
- f) verificar se foi cronometrado um número suficiente de ciclos;
- g) determine as tolerâncias;
- h) determine o tempo-padrão para a operação.

Como premissa, para início da tomada dos tempos, é necessário que os funcionários devam ser informados quanto ao estudo e seus objetivos. Antes mesmo de iniciar o trabalho, também é fundamental avaliar se a operação está suficientemente preparada para um estudo de tempos, para isso deve-se observar se pode ocorrer redução do tempo de ciclo através da alteração das ferramentas; se é possível aproximar os materiais da área de trabalho a fim de reduzir o tempo de manuseio.

Deve-se verificar se o equipamento está operando corretamente e o produto encontra-se dentro dos padrões de qualidade; se as condições de segurança na operação estão satisfatórias e, por fim, analisar a possibilidade de aumentar a velocidade da ferramenta sem interferir na sua vida útil ou na qualidade do produto.

A partir da padronização da operação que se deseja fazer um estudo de tempos pode se iniciar o processo de cronometragem. Esta medida deve ser considerada a fim de poupar tempo e dinheiro em um estudo que possa vir a se tornar desatualizado e, portanto, inútil.

2.4.3. Registros das informações

Um estudo de tempos que há falta de informações não apresenta valor prático algum, por isso todas as informações devem ser cuidadosamente registradas. Armazenar uma documentação completa é imprescindível para que não se corra o risco de esquecimentos do que foi analisado (BARNES, 1977).

Toda informação relevante pertinente à máquina em estudo e as ferramentas utilizadas na operação em análise deverão ser registradas. Detalhamento das operações em análise também auxilia no resgate dos dados coletados para sua compilação.

2.4.4. Divisão da operação em elementos

O método utilizado para realização das operações necessita ser bem detalhado, para tanto, a divisão da operação em elementos curtos é essencial. Uma das melhores maneiras para se descrever uma operação é subdividi-la em um número definido de elementos mensuráveis e descrever cada um deles separadamente.

Um estudo de tempos pode demonstrar que se está tomando tempo excessivo na execução de certos elementos da operação ou que se despende pouco tempo em outros elementos. Outro fator a ser considerado é que os elementos constantes devem ser separados dos elementos variáveis.

Os elementos devem possuir início e fim em pontos bem definidos no ciclo.

Estes pontos terão que ser memorizados de modo que se observe sempre o cronômetro exatamente no mesmo ponto do ciclo.

2.5. LAYOUT

Um planejamento adequado de layout está intimamente ligado a capacidade de produção de uma fábrica, proporciona eficiência nas atividades logísticas, diminuição do lead time, eliminação das perdas, redução dos custos, melhoria da produtividade e aumento da qualidade. Em seu planejamento a identificação de cada ambiente de trabalho, tem como objetivo o melhor resultado, grupo das características de custo, flexibilidade, segurança, condições de trabalho, fatores de avaliação e qualidade para o processo produtivo.

Muitas empresas apresentam problemas de layout, em alguns casos por falta de uma administração que seja eficiente, não reconhecendo a importância do layout, e em outros casos porque no início de suas atividades eram pequenas e foram

crescendo sem um planejamento. Além das empresas que preferem não investir nesses fatores por falta de recursos.

No ramo empresarial, o layout está associado ao arranjo físico, visando a distribuição das ferramentas, dos equipamentos, máquinas, produtos acabados e mão de obra dentro da empresa. (CAMAROTTO, 2005c).

De acordo com Machline (1990), o *layout* apresenta quatro princípios:

- Princípio da economia do movimento: o layout adequado visa a redução da distância a ser percorrida pelos operários e ferramentas entre as operações de produção.

- Princípios do fluxo progressivo: o movimento contínuo entre uma operação para a próxima, sem paradas, voltas e cruzamentos de materiais, homens e equipamentos, é o mais adequado.

- Princípio da flexibilidade: a flexibilidade do layout, proporcionando rearranjos econômicos para adaptar a produção diante situações como, mudanças do produto, do volume de produção, dos equipamentos e processo.

- Princípio da integração: a integração entre diversos fatores indispensáveis para que o layout seja ótimo.

3 METODOLOGIA

Pesquisa pode ser definida como um procedimento desenvolvido por meio de um processo contendo várias fases que compreende desde a formulação do problema até a exposição dos resultados, com o objetivo de obter respostas para os problemas propostos. Uma pesquisa pode ser classificada conforme sua natureza, abordagem, objetivos e procedimentos técnicos. (GIL, 2008)

Segundo Gil (2008), a pesquisa quanto à natureza pode ser básica, quando seu objetivo é apenas gerar novos conhecimentos sem aplicação na prática, ou ser aplicada, quando visa gerar conhecimentos para serem aplicados na prática, voltados para a solução de problemas específicos. Em relação às formas de abordagens a pesquisa pode ser qualitativa, quando os resultados não são expressos em representações numéricas ou quantitativa, quando os resultados são quantificáveis.

Quanto aos objetivos, a pesquisa pode ser exploratória, quando se busca maior familiaridade com o problema, descritiva, quando o intuito é descrever as características de determinada população ou fenômeno ou explicativa quando o objetivo é identificar os fatores determinantes ou contribuintes para a ocorrência de determinados fenômenos (SOUZA et al., 2013).

Tratando-se de procedimentos técnicos, Souza et al. (2013) afirma que a pesquisa pode ser: bibliográfica, realizada baseando-se em material elaborado e publicado; documental, pois foram utilizados materiais que ainda não foram submetidos à análises estatísticas, sendo oriundos de documentos internos da empresa estudada; experimental, quando se determina um objeto de estudo e pretende-se estudar as formas de controle e de observação dos efeitos das causas variáveis que são capazes de influenciá-lo; levantamento, obtenção de informações diretamente, cujo comportamento se almeja conhecer; estudo de campo, busca-se um aprofundamento de uma realidade específica; estudo de caso, que procura estudar um ou mais objetos de modo mais aprofundado e detalhado; pesquisa-ação, quando há um envolvimento de modo cooperativo ou participativo dos pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema.

Conforme apresentado acima, o presente trabalho classifica-se como uma pesquisa aplicada, qualitativa, exploratória, bibliográfica e de estudo de caso,

visando estudar na prática um problema específico, buscando eliminar ou reduzir impactos por meio da aplicação de uma metodologia. A pesquisa bibliográfica permitiu um aprofundamento teórico maior no que concerne às estratégias utilizadas para se definir um bom Layout e a gestão dos processos compreendidos neste e escolheu-se o estudo de caso como abordagem metodológica para a concretização deste trabalho por ser um método bastante utilizado na engenharia de produção, uma vez que possibilita ao pesquisador investigar um dado fenômeno dentro de um contexto real. Este tipo de investigação, segundo Miguel (2012, p. 132), “permite uma análise aprofundada de um ou mais objetos de análise (casos)”, o que “conduz à possibilidade de desenvolverem-se novas teorias e de aumentar o entendimento sobre eventos reais e contemporâneos”

4 ESTUDO DE CASO

4.1. Apresentação

Na apresentação e análise dos resultados realizou-se a aplicação dos conceitos e ferramentas Lean abordados na revisão bibliográfica para a elaboração da proposta de layout para a empresa analisada. O estudo foi feito baseando-se no produto de maior produção, como forma de identificar os pontos mais críticos e perdas no processo ocasionados pelo layout atual. Primeiramente, é feita a apresentação da empresa, detalhando seu processo, fluxo do produto, cenário, layout anterior e movimentação de materiais. Em seguida, é apresentada a proposta de layout. Ao final, são mostrados alguns dos resultados que foram obtidos com a implementação do layout proposto.

4.2. A empresa

A empresa avaliada no estudo de caso é a planta de uma multinacional do ramo de telecomunicações que está localizada na região do Vale do Paraíba em São Paulo há mais de cinco décadas. Responsável pela fabricação e distribuição de equipamentos para redes de telefonia e dados, os principais clientes desta planta são operadoras de telefonia no Brasil e na América Latina. A planta possuía em torno de 600 funcionários (entre diretos e indiretos) distribuídos em três turnos no início do estudo de caso.

A Figura 1 a seguir traz, de forma geral, a sequência de operações pela qual passa grande parte dos produtos seriados fabricados na empresa.

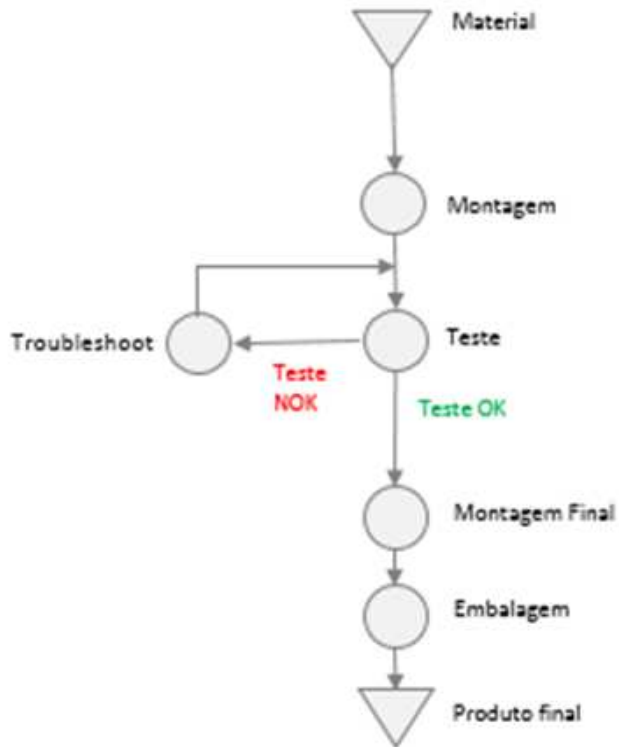


Figura 1 - Sequência de operações

Fonte: Empresa

4.2.1. Cenário atual

A demanda está crescendo e a empresa não possui capacidade para atender o cliente devido ao fato de não haver espaço disponível para a inclusão de novas estações de teste e bancadas.

Informações importantes:

- Produtividade Atual considerando o produto de maior volume: 630 unidades por dia.
- Investimento para a aquisição de equipamentos e bancadas pré-aprovados pelo gestor.

4.2.2. Layout anterior

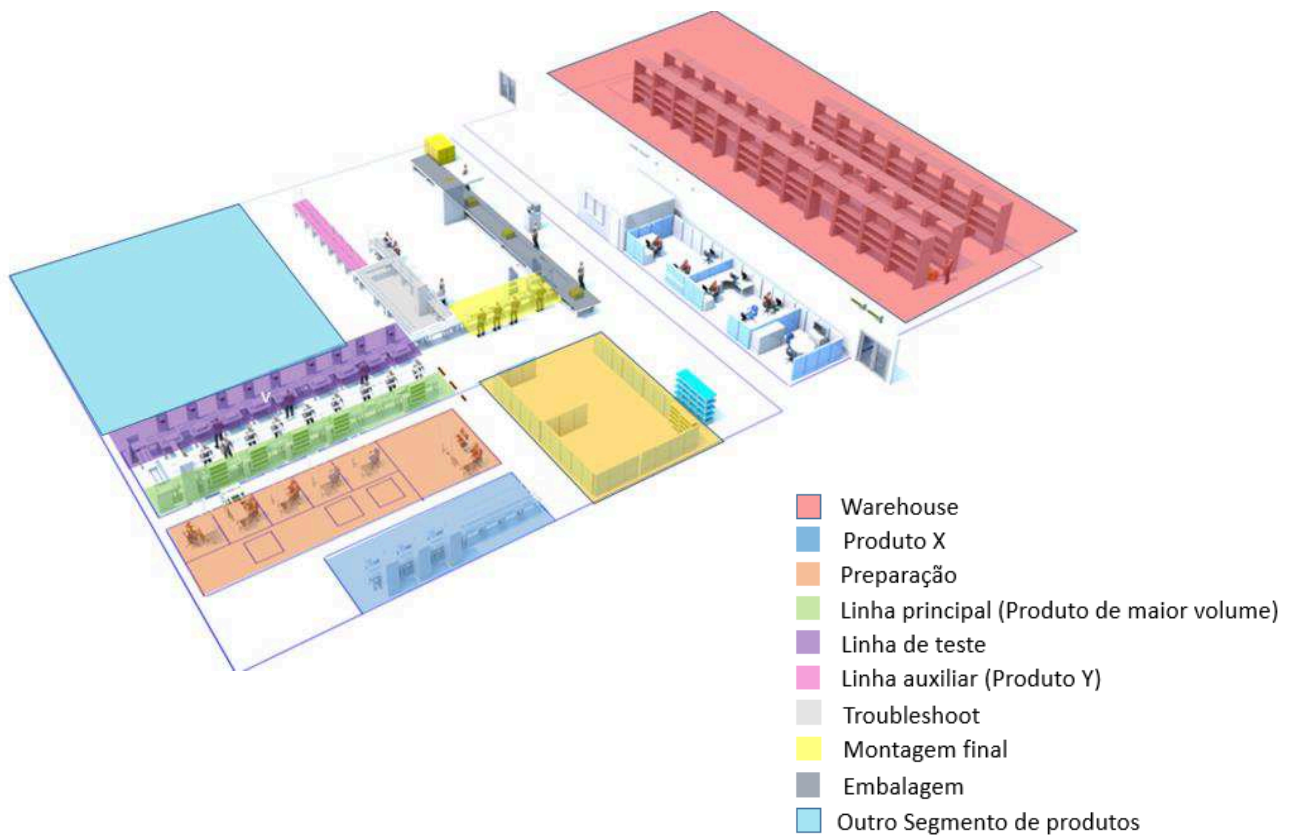


Figura 2 - Layout anterior

Fonte: Empresa

4.2.2.1. Pontos de melhoria

- Preparação de materiais: Os produtos fabricados possuíam diversos itens que eram preparados fora da linha de montagem principal com o objetivo de criar estoques de segurança para a produção.

Áreas cada vez maiores eram criadas para a guarda dos materiais que eram preparados, caso ocorresse uma falha epidêmica na preparação gerava-se 100% de retrabalho e devido os elevadores onde são colocados os produtos preparados serem fixos nas bancadas de preparação, o balanceamento da linha de montagem era fixo, impossibilitando melhorias no tempo de processo

- Fluxo de produtos: Conforme Figura 3 a seguir, o fluxo possuía desvios ocasionados pela Linha auxiliar possibilitando a mistura de produtos durante o processo e interferência do fluxo do produto da linha principal.

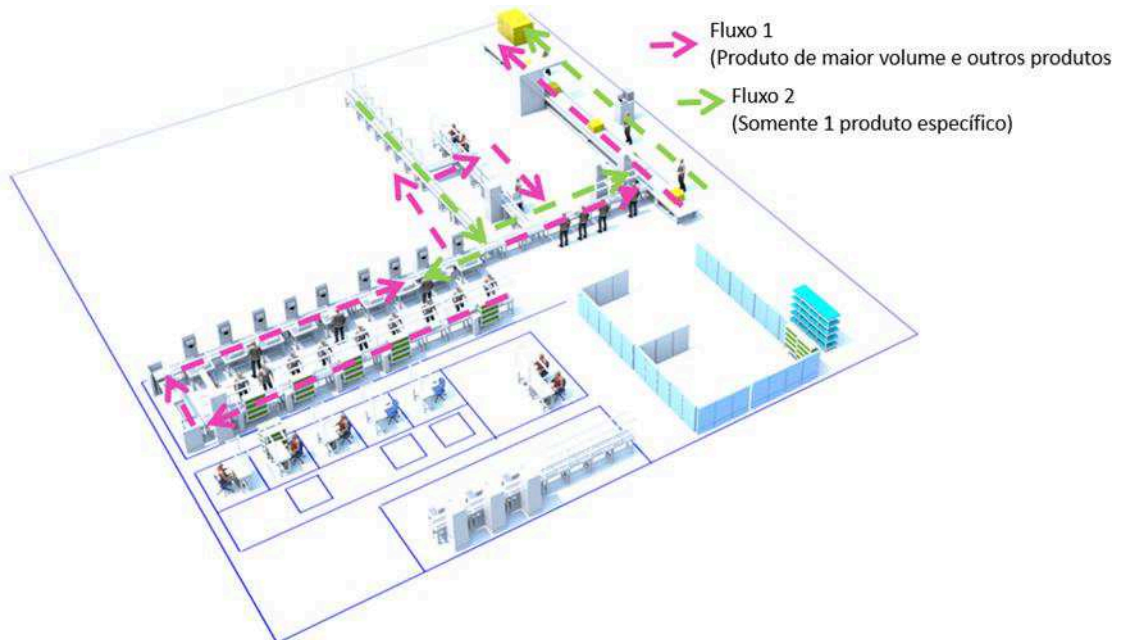


Figura 3 - Fluxo de produtos

Fonte: Empresa

4.2.2.2 Movimentação de material e área utilizada

O *Material Handling* para o Layout anterior era de 223 m ida e volta em uma área utilizada de 807m².

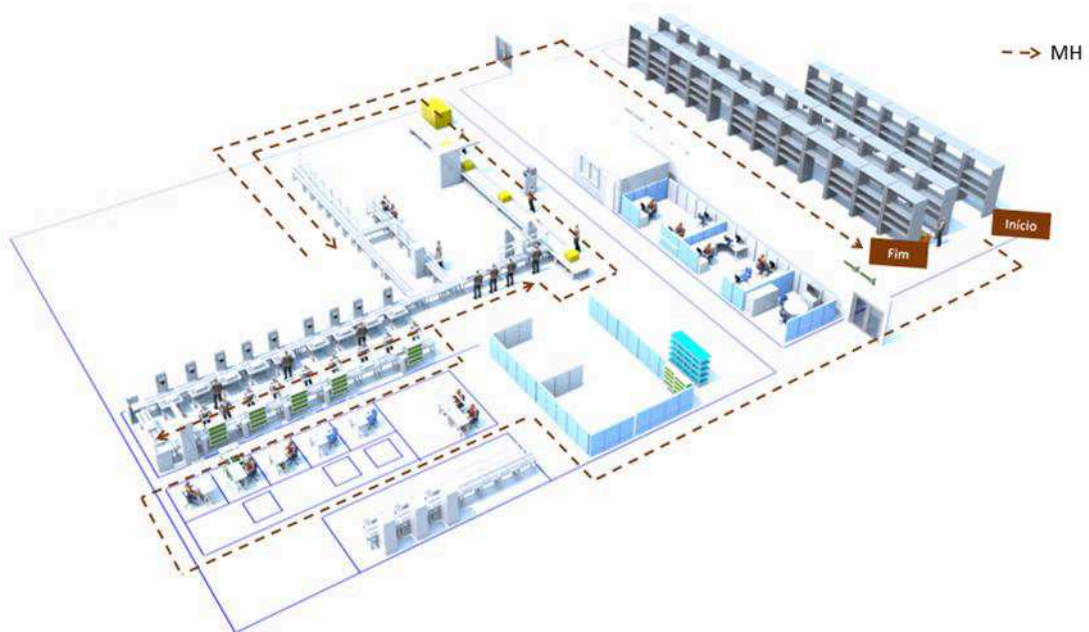


Figura 4 - Movimentação do material

Fonte: Empresa

4.2.3. Proposta de layout

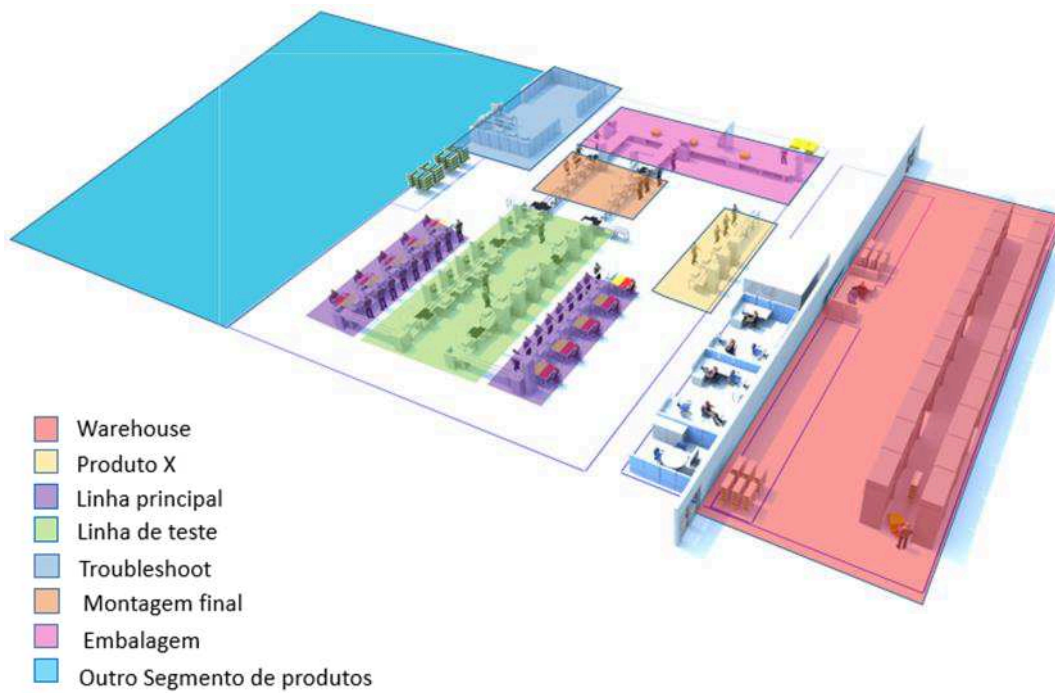


Figura 5 - Disposição das áreas

Fonte: Empresa

OBS: Recursos da linha auxiliar foram para a linha principal.

4.2.3.1. Melhorias Implementadas

Foi feita a Implementação de uma nova linha de montagem e colocado mais 03 estações de teste, com a possibilidade de produzir 2 produtos semelhantes ou diferentes ao mesmo tempo, favorecendo a produção de lotes menores e reduzindo setups, acabando com a mistura de produtos e aumentando a capacidade e produtividade do produto analisado para 840 unidades por dia.

Novo fluxo de produtos sem interferências, conforme abaixo:

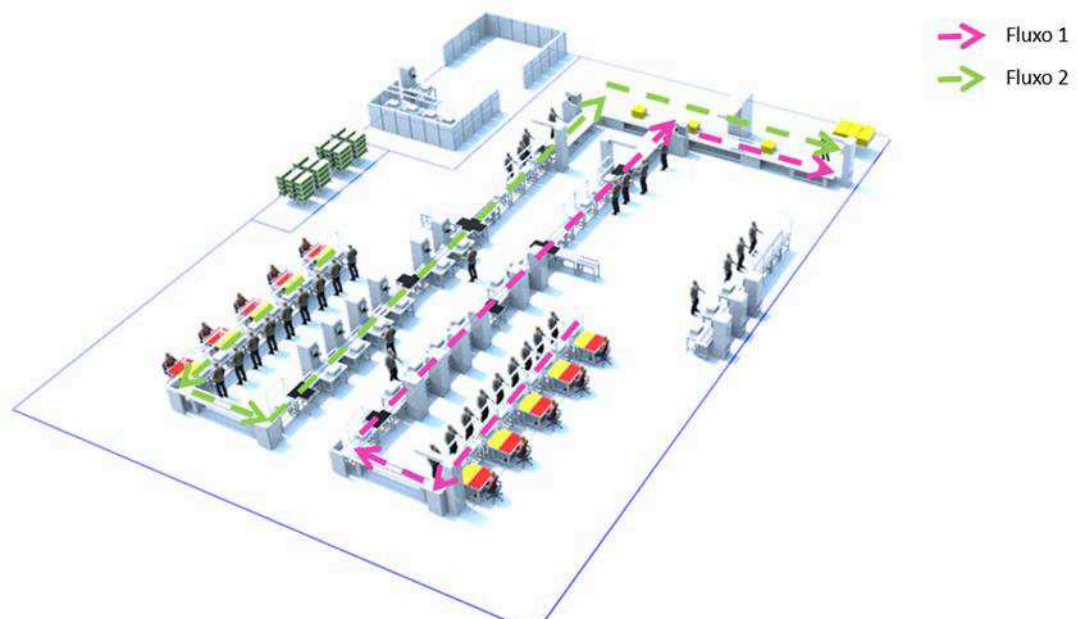


Figura 6 - Novo fluxo de produtos

Fonte: Empresa

A Preparação de materiais fora da linha foi eliminada, para isso um estudo de tempos e métodos foi feito e analisando o tempo de cada atividade da preparação offline foi concluído que é possível preparar o material na linha de montagem dos produtos principais sem interferência no tempo de montagem, assim reduzindo o

estoque em processo, trazendo flexibilidade para a linha de montagem podendo ter vários balanceamentos para um único produto e melhoria na Qualidade, eliminando retrabalhos devido a eliminação do estoque intermediário.

4.3.2.2. Movimentação de material e área utilizada

O *Material Handling* para a proposta de *layout* é de 200 m ida e volta, em uma área utilizada de 724m².

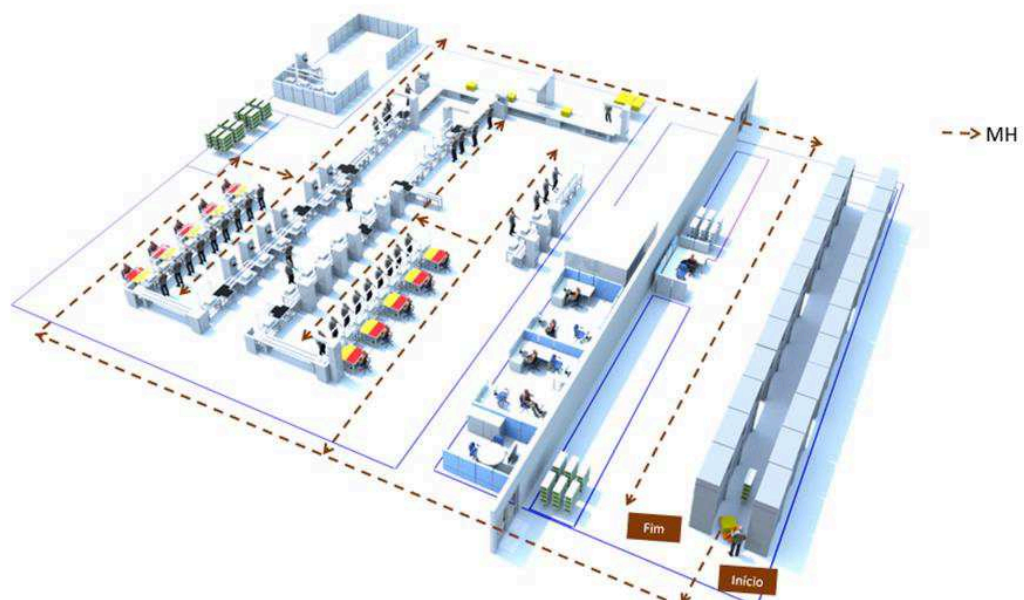


Figura 7 - Nova movimentação de material

Fonte: Empresa

5 RESULTADOS

- Aumento de 32% na capacidade técnica de produção do produto estudado;
- Aumento de 100% da flexibilidade de produção com a implementação de mais uma linha de montagem;
- Melhor aproveitamento da área produtiva com a eliminação da área de materiais preparados e estoque intermediário para ser utilizada para atividades que agregam valor;
- Possibilidade de utilização de 12 estações de teste sendo que no cenário anterior era possível utilizar somente 9 estações;
- Redução de 10% da movimentação de material para abastecimento aumentando a velocidade de setup e reduzindo a quantidade de materiais parados na linha;
- Fluxos não se misturam, gerando um maior controle de qualidade.
- Redução de 10% da área utilizada mesmo com o aumento de 1 linha.

6 CONCLUSÃO

Diante do exposto trabalho apresentado ao longo deste documento, pode-se dizer que a execução do trabalho foi satisfatória e resultou no alcance dos objetivos gerais e específicos explicitados neste documento, realizou-se a aplicação dos conceitos e ferramentas Lean abordados na revisão bibliográfica na elaboração da proposta de layout para a empresa analisada e com a implementação pela organização, apresentou um aumento de produtividade em 32% do produto estudado, a área ocupada foi utilizada de melhor maneira e com atividades que agregam valor, o que resultou na diminuição do fluxo desnecessário de pessoas e materiais ao longo do processo.

REFERÊNCIAS

ALVES, José R. X; ALVES, João M.; BERTELLI, Cosimo R. Redução do Tempo de Ciclo de Importação de Materiais Através da Aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor. **Simpósio de Administração Produção, Logística e Operações Internacionais**, São Paulo; n. 108/2009. 2009. Disponível em: <http://www.simpoi.fgvsp.br/index.cfm?FuseAction=arquivo.monta&ID_EdicaoArquivo=2009&Pagina=busca_det&ID=108>. Acesso em: 01 maio 2017.

BARNES, R. M. (1977) – **Estudo de Movimentos e Tempos**: Projeto e Medida do Trabalho. Edguar Blücher. 6a Edição.

BRAGLIA, M; CARMIGNANI, G.; ZAMMORI, F. *A new value stream mapping approach for complex production systems*. **International Journal of Production Research**, Vol. 44. Issue 18-19, 2006. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207540600690545>>. Acesso em: 01 maio 2017.

CAMAROTTO, João Alberto. **Engenharia do Trabalho**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos - Ufscar. Disciplina: Projeto do Trabalho – Apostila de Engenharia do Trabalho, 2005b.

CAMAROTTO, João Alberto. **Simucad. Ufscar- Departamento de Engenharia de Produção**. Disciplina: Engenharia do trabalho 3 – Projeto de Unidades Produtivas, 2005a.

DA SILVA, Alessandro Lucas; RENTES, Antonio Freitas. **TORNANDO O LAYOUT ENXUTO COM BASE NO CONCEITO DE MINI-FÁBRICAS NUM AMBIENTE DE MULTIPRODUTOS: UM ESTUDO DE CASO**. Disponível em:<http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002_TR13_1050.pdf>. Acesso em: 14 abril 2017.

DOS SANTOS, Ana Paula Alves . **Análise e Melhoria de Layout: Como aumentar o desempenho da sua empresa.** Disponível em:<<http://solucoesufv.com.br/conteudo/analise-melhoria-de-layout-como-aumentar-desempenho-da-sua-empresa/>>. Acesso em: 14 abril 2017.

FERRO, José Roberto. **Empresas reconhecem que a gestão lean é essencial na crise econômica.** Disponível em:<<http://epocanegocios.globo.com/colunas/Enxuga-Ai/noticia/2016/05/empresas-reconhecem-que-gestao-lean-e-essencial-na-crise-economica.html>>. Acesso em: 14 abril 2017.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LEAN INSTITUTE BRASIL WEBSITE. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/o-que-e-lean.aspx>>. Acesso em: 01 maio 2017.

LEAN WAY CONSULTING. **Entenda o Lean System.** Disponível em: <<http://leanway.com.br/lean%20manufacturing>>. Acesso em: 15 abril 2017.

MACHLINE, Claude et al. **Manual de Administração da Produção.** 9ª ed. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1990.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick (Org.). **O método do estudo de caso na engenharia de produção.** In: _____. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. 2. ed.. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.

OHNO, T. (1988). O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a Enxergar**: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdício. Versão 1.4. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2012.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOUZA, Dalva Inês de et al. **Manual de orientações para projetos de pesquisa**.

Novo Hamburgo: Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, 2013.
55 p

WOMACK, James P; JONES, Daniel T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**: elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

