



**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**



**DONLAI CEZAR MATIELO**

**UNIFICAÇÃO DOS PROCESSOS DE SEPARAÇÃO DE MATERIAIS E  
*SETUP* EXTERNO EM COMPONENTES SMD**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**PATO BRANCO**

**2019**

**DONLAI CEZAR MATIELO**

**UNIFICAÇÃO DOS PROCESSOS DE SEPARAÇÃO DE MATERIAIS E  
*SETUP* EXTERNO EM COMPONENTES SMD**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – *Câmpus* Pato Branco.

Orientador: Prof. Dr. Dalmarino Setti

**PATO BRANCO**

**2019**



## TERMO DE APROVAÇÃO

Unificação dos Processos de Separação de Materiais e *Setup* Externo em componentes SMD

Por

**Donlai Cezar Matielo**

Esta monografia foi apresentada às 18:00 do dia **29 de Outubro de 2019** como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Câmpus* Pato Branco. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho .....

---

Prof. Dr. Dalmarino Setti  
UTFPR – *Câmpus* Pato Branco  
(Orientador)

---

Prof. Dr. Marcelo Gonçalves Trentin  
UTFPR – *Câmpus* Pato Branco

---

Prof. Dr. Gilson Adamczuk Oliveira  
UTFPR – *Câmpus* Pato Branco

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na coordenação do Curso”

Dedico este trabalho a minha esposa por sempre me incentivar a realizar o curso, buscando algo a mais para meu desenvolvimento profissional, também aos meus colegas de trabalho, no decorrer do curso trabalhando e incentivando um ao outro.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus pelo dom da vida, pela fé e perseverança para vencer os obstáculos.

Ao meu orientador professor Dalmarino Setti, que me orientou, pela sua disponibilidade, interesse e receptividade com que me recebeu e pela prestabilidade com que me ajudou.

Agradeço aos pesquisadores e professores do curso de Especialização em Engenharia de Produção, professores da UTFPR, Campus Pato Branco.

Agradeço aos tutores presenciais e a distância que nos auxiliaram no decorrer da pós-graduação.

A minha esposa Adriana, pela compreensão e apoio em todos os momentos necessários, mesmo durante a gravidez, sua dedicação e amor. Ao meu filho, mesmo ainda com poucos meses de vida, já é uma inspiração para mim.

A minha mãe Jairene que sempre me incentivou ao estudo, desde pequeno até nos dias de hoje.

Aos meus caros colegas de trabalho e da pós-graduação, Cledir Castanha de Moraes, Flavio Soares Dias e Maicon Lucas Narciso.

Enfim, sou grato a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização desta monografia.

“Frequentemente é necessário ter mais  
coragem para ousar fazer certo do que temer fazer errado”.

(Abraham Lincoln)

## RESUMO

MATIELO, DONLAI CEZAR. Unificação dos Processos de Separação de Materiais e *Setup* Externo em componentes SMD. Pág 30. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica federal do Paraná. Pato Branco. 2019.

Com a grande diversidade de produtos que as empresas de manufatura eletrônica têm para com seus clientes, os desperdícios com mão de obra, equipamentos e espaço, geram custos que podem afetar a sua competitividade. O presente trabalho de monografia tem como objetivo aplicar ferramentas do *Lean Manufacturing* para diminuir os retrabalhos no processo de *setup*, organizar as separações de materiais e reduzir o estoque em produção. O trabalho foi desenvolvido em uma empresa situada na região sudoeste do estado do Paraná, focando nos conceitos *Lean Manufacturing* para redução de desperdícios e desenvolvimento de um fluxo contínuo entre os processos do setor de almoxarifado SMD e produção SMT. Resultados obtidos com a execução deste trabalho destacam-se: eliminação de retrabalhos por evitar a procura do material desejado dentro da caixa que contém vários itens diferentes, eliminar a conferência do material com a ficha técnica, ganho de até 12% de área no setor produtivo e estoque com a redução de materiais em espera (*buffer*). A redução de 46% no tempo de ciclo entre início do processo até o encerramento da ordem de produção.

**Palavras-chave:** Unificação dos processos. Redução de desperdícios.

## ABSTRACT

MATIELO, DONLAI CEZAR. Unification of Material Separation Processes and External Setup on SMD Components. 30 sheets . Monografia (Especialização em Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica federal do Paraná. Pato Branco. 2019.

With the vast diversity of products that electronic manufacturing companies have for their customers, waste in labor, equipment, and space generates costs that can affect their competitiveness. The present monograph work aims to apply Lean Manufacturing tools to reduce rework in the setup process, organize physical separations, and reduce inventory in production. The work was developed in a company located in the southwest of Paraná state, focusing on Lean Manufacturing concepts for waste reduction and development of continuous flow between SMD warehouse and SMT production processes. Results obtained with the execution of this work stand out: elimination of rework by avoiding the search for the desired material inside the box containing several different items, eliminating the checking of the material with the technical sheet, a gain of up to 12% of the area in the productive sector, and stock with buffer reduction. The 46% reduction in cycle time from process start to production order close.

**Keywords:** Process Unification. Waste reduction



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Os 7 Desperdícios de Ohno .....	14
Figura 2 - JIT e seus sistemas, métodos e programas.....	16
Figura 3 - Identificação de material .....	17
Figura 4 - Trava do Poka Yoke.....	18
Figura 5 - Fluxo Contínuo .....	19
Figura 6 - Processo atual .....	22
Figura 7 – Balanceamento de carga de trabalho.....	23
Figura 8 - Fluxo atual do produto 701S .....	23
Figura 9 - Processo atual de alocação do Kit.....	24
Figura 10 - Processo futuro .....	25
Figura 11 - Balanceamento de carga de trabalho .....	25
Figura 12 - Fluxo futuro do produto 701S .....	26
Figura 13 - Processo Futuro de alocação dos Kits .....	26
Figura 14 - <i>Setup</i> Externo junto ao estoque.....	27
Figura 15 - Alterações no GBO atual .....	28

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
1.1	OBJETIVOS	12
1.1.1	Objetivo Geral	12
1.2.1	Objetivos Específicos	12
1.3	JUSTIFICATIVA	12
1.4	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	13
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>14</b>
2.1	Lean Manufacturing e seus conceitos	14
2.1.1	Ferramentas do Lean Manufacturing	15
2.1.2	Conceitos das ferramentas <i>Lean</i>	15
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>20</b>
3.1	DESCRIÇÃO DA EMPRESA DO ESTUDO DE CASO	20
3.1.1	Setor do Estudo de Caso	20
3.2	PROCEDIMENTOS PARA COLETA E ANÁLISE DOS DADOS E APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DO <i>LEAN MANUFACTURING</i>	21
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>22</b>
4.1	O PROCESSO ATUAL	22
4.1.1	Layout de almoxarifado e <i>setup</i>	22
4.2	O PROCESSO FUTURO	25
4.3	RESULTADOS ATINGIDOS COM APLICAÇÃO FERRAMENTAS DO <i>LEAN MANUFACTURING</i>	28
<b>5.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>30</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A grande necessidade das empresas em reduzir seus tempos de processamento entre montagem dos kits e ordens de produção, leva em conta partida a otimização dos processos. No mundo eletrônico existe uma variedade enorme de componentes eletrônicos, todos voltados a atender as mais novas tecnologias e necessidades do público, tornando uma demanda para as companhias investir em melhorias nos atuais processos que trabalha direcionando para as inovações do mercado (JONASH e SOMMERLATTE, 1999).

Os componentes SMDs tem em sua maioria um alto custo, cada componente que danifica gera um grande custo para empresa além de possibilitar uma possível não entrega do produto ao cliente. Utilizando da tecnologia SMT - *Surface Mount Technology*, esses componentes são inseridos nas placas de circuito impresso (PCB) através de máquinas e equipamentos de alta tecnologia para garantir a melhor produtividade e qualidade nos requisitos de cada produto.

O trabalho em fazer o *setup* externo, tem valor agregado baixo, pois trabalha de forma que a máquina em linha de produção, não precisa ficar parada para executar essa atividade. Porém é de fundamental importância para realizar o abastecimento conforme a sequência de montagem alocando os componentes separados lado *Top* e *Bot*.

Os setores envolvidos para este trabalho, tem grande representação para a empresa, ou seja, aplicando as ferramentas *lean* facilitará constantemente a melhoria contínua na redução de custos e desperdícios, trabalhando a unificação dos processos e agregando valor ao produto. Isso contribui para aumentar a competitividade no mercado e lucratividade da companhia (CARDONA, 2003).

Uma das ferramentas do *lean*, o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), quando aplicado na empresa, pode-se realizar e analisar os processos envolvidos para a coleta de dados etapa por etapa, este estudo de caso visa unificar os processos de separação de materiais e *setup* externo em uma única célula, (OHNO,1997).

## 1.1 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho são apresentados nessa seção.

### 1.1.1 Objetivo Geral

O trabalho apresentado nesta monografia tem como objetivo aplicar ferramentas do *Lean Manufacturing* para diminuir os retrabalhos no processo de *setup*, organizar as separações de materiais e reduzir o estoque em produção.

### 1.2.1 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desta monografia são: (i) realizar uma revisão de literatura sobre *Lean Manufacturing*; (ii) coletar os dados referente ao processos de separação de materiais SMD's; (iii) aplicar ferramentas do *Lean Manufacturing* no processo de separação de materiais; (iv) Relatar os resultados obtidos com a realização do trabalho.

## 3.1 JUSTIFICATIVA

As empresas no Brasil tem avançado muito na jornada *lean* desenvolvida através do Sistema Toyota de Produção, tratando de um sistema de produção em massa, buscando o desenvolvimento das ferramentas para redução de custos, eliminar os desperdícios e a busca constante por melhorias contínua nas companhias, uma maneira de estudar e aplicar o fluxo contínuo com resultados significativos para redução de estoques (WIP), e retrabalhos entre os processos.

Por Marcus Vinicius Rodrigues (2014) o sistema *lean*, hoje amplamente utilizado no setor da manufatura, tem se apresentado como uma excelente alternativa para a melhoria da competitividade das organizações ao reduzir ou eliminar o que consome recursos, mas não agrega valor ao produto final em todas as etapas do fluxo produtivo”.

O Mapeamento do Fluxo de Valor segundo Mike Rother, John Shook (2003) é uma ferramenta qualitativa com a qual você descreve em detalhe como a sua unidade produtiva deveria operar para criar o fluxo.

Já para Jose Roberto Ferro Presidente Lean Institute Brasil, (Julho 2004), “O Mapeamento do Fluxo de Valor permite as empresas enxergar os seus desperdícios, servindo para direcionar as melhorias no fluxo que efetivamente contribuem para um salto no seu desempenho”.

#### 1.4 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A maneira como conduziu o trabalho foi embaçado em algumas ferramentas do *lean*, como por exemplo o Mapeamento do Fluxo de Valor, o *Gemba Walk*, *Kaizen*, *spaghetti chart*. Sendo utilizado a pesquisa aplicada para aprimorar os processos, onde (Mike Rother, John Shook, 2003) a utilização do MFV, consegue deslumbrar todo o fluxo de materiais e informações de um determinado produto, afim de reduzir desperdícios, neste trabalho caracterizado como estudo de caso será utilizado alguns conceitos do *lean*.

De tal maneira que foi coletado os dados, é conveniente realizar esse trabalho? Segundo Taiichi Ohno que desenvolveu o STP (Sistema Toyota de Produção), a utilização dos 7 desperdícios, é fundamental para toda empresa, revisando todo seu processo, enxergando os desperdícios, e conquistando resultados importantes.

A pesquisa elaborada para essa monografia, foi baseada na aplicação de um estudo de caso com base no tipo *Survey*, utilizando métodos específicos sobre um problema para compreender e levantar dados de uma amostra de produto em todo seu fluxo. Conforme (GIL, 1996), com a análise quantitativa é possível chegar as conclusões sobre os dados coletados.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Lean Manufacturing e seus conceitos

O Sistema Toyota de Produção desenvolvido por Taiichi Ohno, é um sistema de produção desenvolvido para aumentar a produtividade e a eficiência, evitando o desperdício sem criar estoque. Um dos principais trabalhos desenvolvido, foram “Os 7 Desperdícios da Produção”, (Figura 1) resultando em custos mais baixos, menor *Lead Time*, aumentando a qualidade, padronizando os processos e trabalho, alcançando a estabilidade entre os setores.



Figura 1 - Os 7 Desperdícios de Ohno

Fonte: Instituto Kaizen

Descrevendo como executar as eliminações dos desperdícios, (OHNO,1997) definiu da seguinte maneira:

Espera: Tempo, ocioso porque materiais, pessoas, equipamentos ou informações não estão prontos;

Ex.: Máquinas, informação, materiais.

Defeito: Trabalho que contém erros, retrabalho, enganos ou falta de alguma coisa necessária;

Ex.: Produto fora da especificação.

Transporte: Movimento do produto que não agrega valor;

Ex.: Transporte de materiais ou produtos que não agrega

valor. Movimentação: Movimento de pessoas que não agregam valor;

Estoque: Mais materiais, peças ou produtos disponíveis do que o Cliente necessita neste momento;

Ex.: Excesso de inventário de matéria-prima.

Excesso de Produção: Produzindo mais do que cliente necessita neste momento; Ex.: Excesso de inventário de produto acabado.

Processo: Esforço que não agrega valor do ponto de vista do Cliente.

### 2.1.1 Ferramentas do Lean Manufacturing

Além dos sete desperdícios, várias outras ferramentas do *Lean Manufacturing* (Manufatura Enxuta) foram desenvolvidas para aprimorar os processos, tais como: *Just In Time*; *Kaizen*; *Takt Time*; *Poka-Yoke*; *Heijunka*; *Gemba Walk*; Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV).

### 2.1.2 Conceitos das ferramentas *Lean*

*Just In Time*: tem o objetivo de criar condições necessárias para operacionalizar a filosofia JIT, foi desenhado as principais ações, os sistemas, os métodos e os programas nos quatro focos apresentados na Figura 2.



Figura 2 - JIT e seus sistemas, métodos e programas.

Fonte: Livro “Entendendo, aprendendo e desenvolvendo, Sistema de Produção *Lean Manufacturing*” pág. 67.

*Kaizen*: Palavra de origem japonesa que significa “mudança para melhor”, implementada pela primeira vez em várias empresas japonesas depois da Segunda Guerra Mundial, a partir desse momento, o sistema *Kaizen* se espalhou pelo mundo sendo uma ferramenta fundamental, onde envolve desde o diretor executivo (chief executive officer - CEO) até os funcionários da linha de montagem. Segundo Aragon (2005), “o *kaizen* está relacionado na eliminação de desperdícios, com base no bom senso, utilizando equipamentos baratos que motivam e estimulam a criatividade dos colaboradores para melhorar a prática de seus processos.”

Por Costa Leite (2007), “existem habilidades específicas, comportamentos e ações que precisam ser desenvolvidas para melhorar e sustentar ao longo do prazo, necessitando de uma melhoria contínua”.

Já SHIBA (1997), “a melhoria contínua significa envolvimento de todas as pessoas da organização no sentido de buscar o aperfeiçoamento dos produtos e



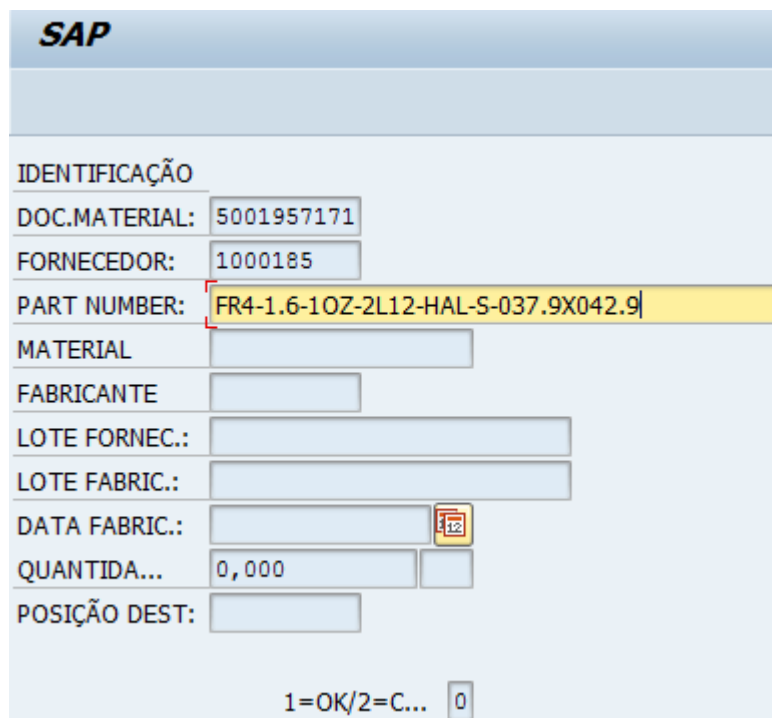
processos, e ainda, a melhoria contínua pressupõe várias mudanças no hábito da organização e grandes mudanças com maior planejamento.”

*Tack Time*: Vem da palavra alemã Taktzeit, onde Takt significa compasso e ritmo ou Zeit significa tempo, período. No cálculo para chegar ao *Tack Time*, utilizia o tempo disponível pela produção dividido pela demanda.

Para Iwayama (1997) “*takt-time* é o tempo alocado para a produção de uma peça ou produto em uma célula ou linha”.

*Poka-Yoke*: É um dispositivo à prova de erros, evitando ocorrer erros ou defeitos durante os processos, Shingo (1985) afirma que “o dispositivo Poka-yoke não é um sistema de inspeção, mas um método de detectar defeitos ou erros que pode ser usado para satisfazer uma determinada função de inspeção”. Abaixo figuras que mostra um sistema de trava quando o material não possui seu número de peça (part number) cadastrado no banco mestre de cadastros de materiais.

No primeiro caso executa o processo de identificação do material informando o *part number* no local determinado (Figura 3).



The image shows a screenshot of the SAP material identification screen. At the top, the SAP logo is visible. Below it, the screen is titled "IDENTIFICAÇÃO". The form contains several input fields:

- DOC.MATERIAL: 5001957171
- FORNECEDOR: 1000185
- PART NUMBER: FR4-1.6-1OZ-2L12-HAL-S-037.9X042.9 (highlighted in yellow)
- MATERIAL: [empty]
- FABRICANTE: [empty]
- LOTE FORNEC.: [empty]
- LOTE FABRIC.: [empty]
- DATA FABRIC.: [empty] with a calendar icon
- QUANTIDA...: 0,000
- POSIÇÃO DEST: [empty]

At the bottom of the form, there is a control field with the text "1=OK/2=C..." and a small icon.

Figura 3 - Identificação de material  
Fonte: A empresa (2019)

Após informar o part number, o sistema realiza uma busca no banco de dados do sistema se o material está cadastrado, como podemos ver, o item TKP.01AB não possui cadastro, dessa forma não é possível dar sequência no processo, conforme sinalizado na Figura 4.

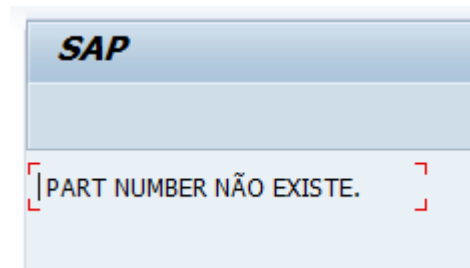


Figura 4 - Trava do *Poka Yoke*  
Fonte: A empresa (2019)

Obs.: Após o sistema sinalizar que não existe este material cadastrado, o item é encaminhado para engenharia avaliar e tomar as ações.

*Heijunka*: também pode ser chamado de nivelamento da produção, é um sistema de programa que é sequenciado conforme os pedidos, é o principal conceito que gera uma instabilidade da demanda de clientes a um nivelamento mais previsível para o processo de manufatura.

*Gemba Walk*: Também uma palavra japonesa, onde *Gemba* significa “local onde as coisas acontecem”, um método usado nas organização para realizar reuniões ou qualquer avaliação do processo onde acontece, é a forma mais fácil de investigar algum problema ou forma de enxergar melhorias.

Mapeamento de Fluxo de Valor: É uma das maiores ferramentas da produção enxuta (“*lean production*”), deslumbrando trabalhos árduos durante grande período para criar o verdadeiro fluxo contínuo. Ao mesmo tempo, é um sistema difícil de aplicar e sustentar, envolvendo várias pessoas e setores, talvez por falta do *lean* de movimentações de materiais para apoiar as células de fluxo contínuo, o resultado consiste em melhorar o fluxo dos materiais, trabalhando com as informações e as peças compradas fluírem em células de trabalho em toda a planta, Rick Harris, Chris Harris e Earl Wilson (*Lean Institute Brasil*). Exemplo de fluxo contínuo na Figura 5, onde mostra ilhas isoladas com estoque de mercadoria e depois o fluxo sem estoque de material.

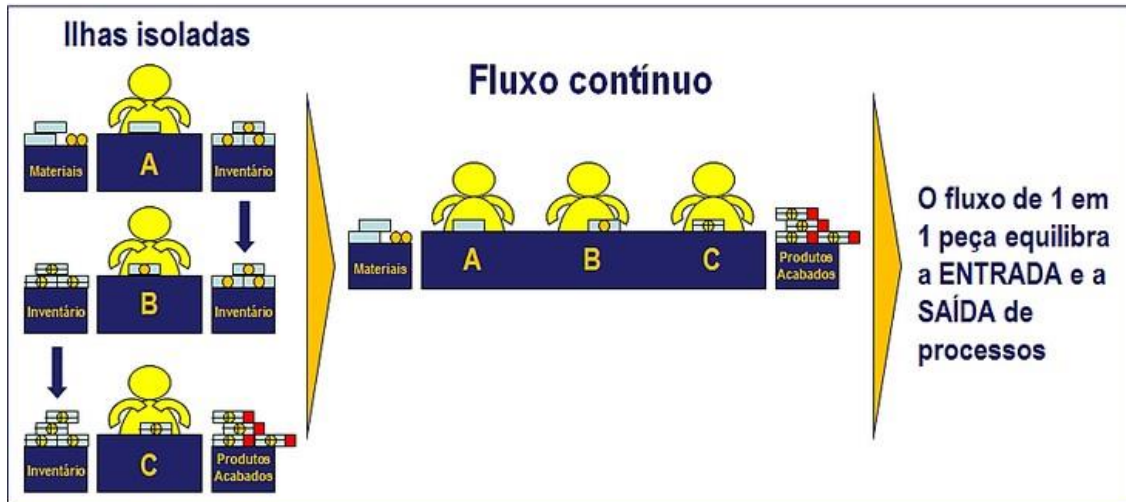


Figura 5 - Fluxo Contínuo Fonte: <http://lekexcel.com.br/layout-lean.html>

O Mapeamento do Fluxo de valor (MFV): acontece diretamente no *Gemba*, onde pode-se visualizar simultaneamente o fluxo de materiais e informações por meio do processo atual. O objetivo dessa representação de fluxo é identificar os desperdícios, sendo uma boa ferramenta *lean*, o MFV se baseia em símbolos padronizados, que tornam o mapa legível para qualquer pessoa, independentemente de conhecerem ou não o processo em questão. Por Mike Rother e John Shook (2003), o MFV permite identificar cada processo ou fluxo, retirando-os dos domínios confusos e esquecidos da organização e construir uma completa cadeia de valor de acordo com os princípios enxutos. É uma ferramenta que deveriam usar repetidas vezes para realizar as mudanças.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA DO ESTUDO DE CASO

A empresa a qual foi realizado o estudo, se enquadra na manufatura de placas eletrônicas, em atividade a mais de 25 anos, atualmente trabalham em torno de 650 funcionários, com uma carta de mais de 40 clientes distribuído no cenário nacional, com uma gama de 600 produtos ativos com mais de 5.000 itens entre eletrônicos, mecânicos e embalagem, atuando na montagem de tecnologia para vários seguimentos no mercado, tem sua maior produção para o ramo de Energia, Automotiva, Automação Comercial, Automação Industrial, entre várias outras atuações menores mas bem desenvolvida para atender a cada cliente que busca conhecer e fazer a parceria com a empresa.

##### 3.1.1 Setor do Estudo de Caso

O processo de separação de materiais no almoxarifado e a formação do *setup* externo, atende uma proporção de mais de 280 kits de ordens de produção por mês, esse processo é realizado por etapas, após ser sinalizado pelo planejamento e controle de produção (PCP), o almoxarifado realiza a formação dos kits, ao completar e finalizar, é destinado o kit para um local destino a espera para *setup* externo, conforme a linha de produção da montagem atual finaliza, a equipe do *setup* externo analisa a programação e inicia o abastecimento dos componentes em alimentadores (*feeders*), destinando para mais outro local de espera para o *setup* interno. Após o abastecimento das máquinas, o processo de montagem é todo automático, utilizando de programas instalados para realizar a montagem sem a necessidade de aplicações manuais. Finalizado a montagem no processo SMT (*Surface Mount Technology*), as placas montadas são destinadas para a montagem THT (*Through Hole Technology*), e as sobras dos componentes eletrônicos são destinados para o almoxarifado fazer a contagem e informação do consumo.

### 3.2 PROCEDIMENTOS PARA COLETA E ANÁLISE DOS DADOS E APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DO *LEAN MANUFACTURING*

O procedimento usado para coleta de dados, conforme a ferramenta *Kaizen*, foi no local onde é executado o processo, de maneira que nos ensina o *Gemba Walk*, realizando a checagem visual de como é atualmente, cronometrando as etapas, desenhando o gráfico de espaguete (*spaghetti chart*).

Com o layout dos setores impresso, foi possível desenhar no *spaghetti chart* e fazer as medições das distâncias percorridas na realização de uma determinada atividade, ao mesmo tempo, cronometrado etapa por etapa, a fim de saber o tempo por processo executado.

Após o acompanhamento no local, pode-se estratificar os dados analisados e desenhar no MFV etapa por etapa e seus tempos, ao mesmo tempo direcionado um gráfico de carga de trabalho para fazer a comparação de todo o fluxo de uma ordem de produção.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 O PROCESSO ATUAL

#### 4.1.1 Layout de almoxarifado e *setup*

O *layout* de um almoxarifado é essencial para a distribuição física de produtos, a escolha do posicionamento e da forma de armazenagem é uma definição estratégica. É parte de um conjunto integrado de decisões, separando o material por cliente, embalagem do material, transporte e da demanda da produção, que visam prover um fluxo eficiente de materiais ao longo de todo o fluxo (LACERDA, 2000).

A entrega de materiais para o *setup* externo, “tempo de preparação externo” (TPE), pode ser feito com máquina em funcionamento, diferente do *setup* interno “tempo de preparação interna” (TPI), o qual é realizada com a máquina parada.

Após todos os dados levantados, foi elaborado algumas ferramentas para deslumbrar e analisar o processo atual, todo o processo começa pelo Planejamento e Controle de Produção, passando pelo almoxarifado para realizar a separação (picking), liberando o kit para o *setup* externo alocar nos alimentadores (feeders), após disponibilizando para o *setup* interno juntamente para a montagem na produção, ao término da montagem retorna para a área de retorno de materiais, e posteriormente ao almoxarifado, para armazenagem, finalizando, o processo retorna ao PCP para encerramento da ordem.

A Figura 6 apresenta os dados onde foi realizado a medição do produto 701S.

Processo atual		
Local	O quê	Time
PCP	Enviar Programação	00:00:00
Estoque SMD	Planilha de controle de Ops	00:01:20
Estoque SMD	Separação dos componentes	02:09:35
Estoque SMD	Atualizar Status	00:00:25
Espera	Buffer de Ops para Setup Externo	22:05:22
Produção SMT	Verificar programação	00:01:25
Produção SMT	Setup Externo	01:26:00
Espera	Buffer de Ops para Setup Interno	00:33:20
Produção SMT	Setup Interno	01:25:00
Produção SMT	Montagem	17:25:04
Espera	Aguardando Contagem	16:53:45
Inventário	Retorno SMD	01:11:51
Estoque SMD	Estocagem dos componentes	00:17:43
PCP	Encerramento da OP	00:01:13

Figura 6 - Processo atual  
Fonte: O Autor (2019)

Com os dados levantados conforme quadro acima, geramos um gráfico (Figura 7) para observar melhor como está o tempo por etapas, como fator maior está à espera de uma produção para o *setup* externo, pois é necessário manter um estoque de um dia de programação (*buffer*).

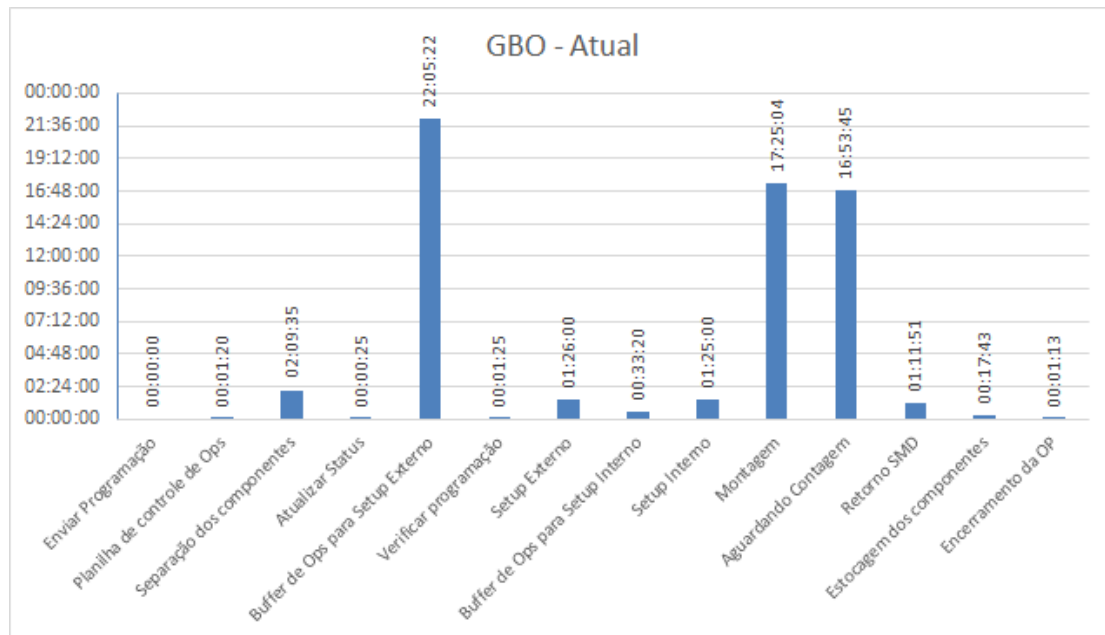


Figura 7 – Balanceamento de carga de trabalho  
Fonte: O Autor (2019)

Explorando os dados acima, desenhamos o MFV do produto analisado conforme mostra Figura 8, e chegamos ao estado atual do processo. Ao todo teve um *lead time* de processamento de 228.723 segundos.

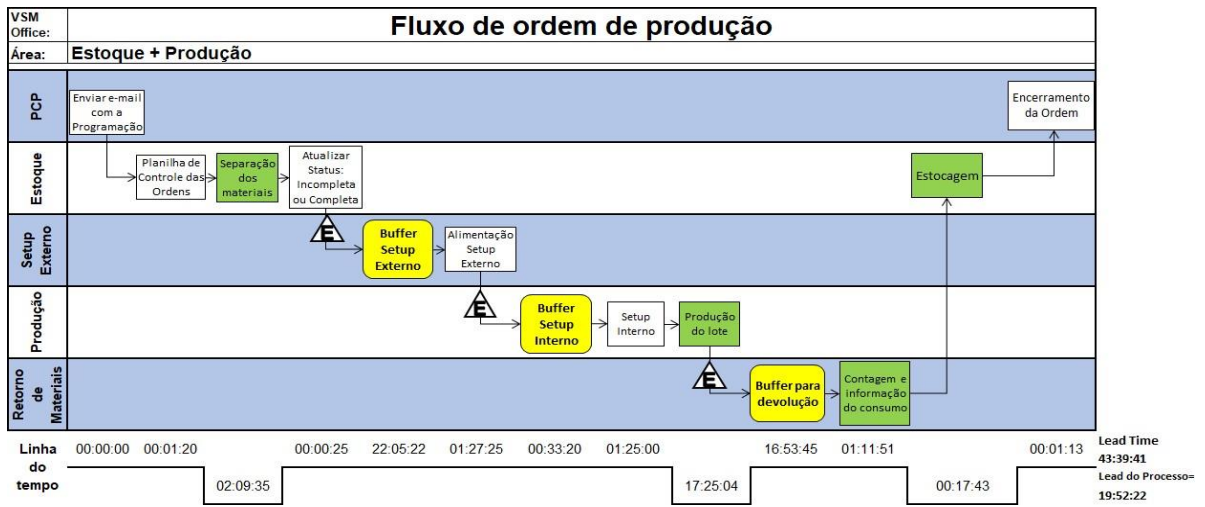


Figura 8 - Fluxo atual do produto 701S  
 Fonte: O Autor (2019)

No processo atual os componentes SMDs são alocados em caixa de marfinito, de forma desorganizada (Figura 9).





**Figura 9 - Processo atual de alocação do Kit**  
Fonte - A empresa (2019)

#### 4.3 O PROCESSO FUTURO

Com a utilização das ferramentas do *lean*, *Kaizen*, Mapeamento Fluxo de Valor (MFV) e *spaghetti chart*, foi possível realizar o fluxo contínuo no processo do produto 701S, agrupando os processos de separação de materiais com o *setup* externo em célula única de montagem do kit, realizando acompanhamento hora/hora pelo líder da linha para definição do momento que precisa ser iniciado, teve resultados na redução dos materiais em espera (buffer), os retrabalhos de procura dos materiais nas caixas, o tempo de processamento da ordem passou para 124.341 segundos.

Na Figura 10 a seguir, os resultados obtidos com o processo futuro executado.

Processo futuro		
Local	O quê	Time
PCP	Enviar Programação	00:00:00
Estoque SMD	Planilha de controle de Ops	00:01:20
Estoque SMD	Separação dos componentes	02:09:35
Estoque SMD	Atualizar Status	00:00:25
Espera	Buffer de Ops para Setup Interno	04:00:00
Produção SMT	Setup Interno	01:25:00
Produção SMT	Montagem	17:25:04
Espera	Aguardando Contagem	08:00:00
Inventário	Retorno SMD	01:11:51
Estoque SMD	Estocagem dos componentes	00:17:53
PCP	Encerramento da OP	00:01:13

Figura 10 - Processo futuro  
Fonte: O Autor (2019)

No gráfico da Figura 11, mostra melhor os tempos por operações, tirando o processo de montagem onde esse é feito com máquina automática, percebe-se que as demais ficaram melhor balanceadas em comparação ao processo anterior.

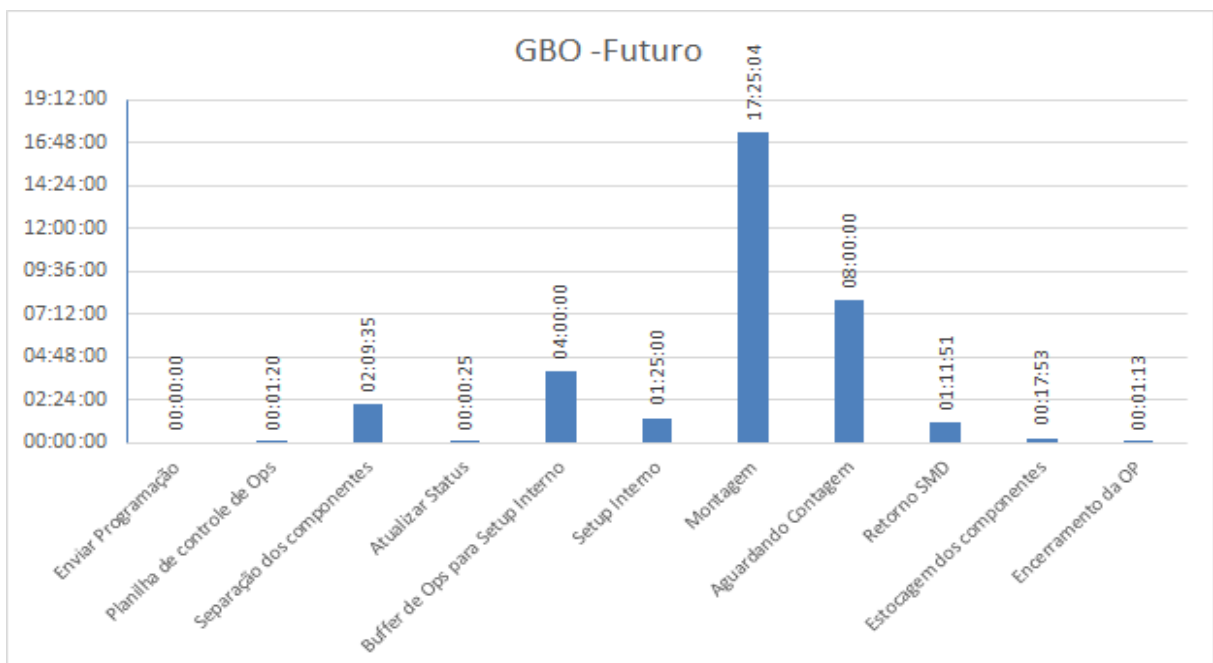


Figura 11 - Balanceamento de carga de trabalho  
Fonte: O Autor (2019)

Abaixo na Figura 12, o fluxo de como será realizado os processos das ordens de produção, como principal, a unificação da separação de materiais e *setup* externo dentro do almoxarifado.

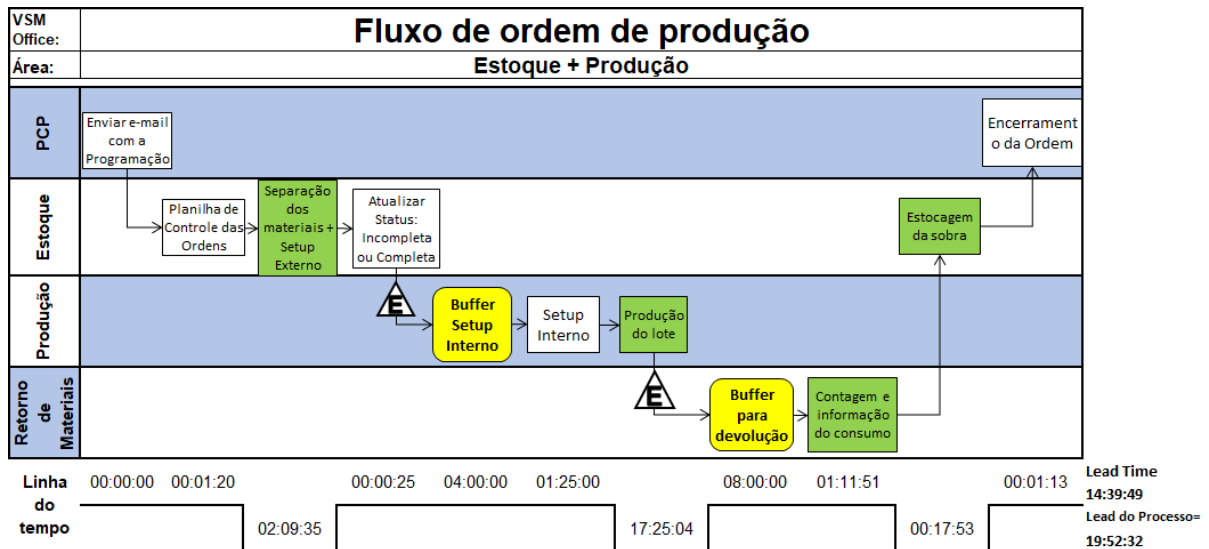


Figura 12 - Fluxo futuro do produto 701S  
Fonte: Autor (2019)

Processo futuro de alocação dos componentes dos *Kits* em carrinhos arramados (Figura 13), nesse caso ficam apenas os componentes que serão utilizados após o consumo dos que já estão nos alimentadores (*Feeders*).



Figura 13 - Processo Futuro de alocação dos Kits  
Fonte - A empresa (2019)

Processo de *setup* externo já executado durante a baixa dos materiais no estoque, aqui nesta Figura 14, percebe que existe materiais de embalagens diferente, desse modo o material do lado esquerdo para o direito está na sequência que vai ser inserido na máquina, processo a qual feito no estoque.



Figura 14 - *Setup* Externo junto ao estoque  
Fonte - A empresa (2019)

#### 4.4 RESULTADOS ATINGIDOS COM APLICAÇÃO FERRAMENTAS DO *LEAN MANUFACTURING*

Com as alterações iniciais para implementar a unificação e reduzir os estoques de OPs utilizando uma programação distribuída durante o dia para que os kits estejam prontos 4hrs antes de entrar em linha, os ganhos foram aparecendo.

Resultados já obtidos:

##### **Transporte e Movimentação**

Redução na movimentação de materiais.

Redução na movimentação na separação e *setup* externo do *kit*.

##### **Estoque**

Redução de material em produção (WIP).

Eliminação de processos que não agregavam valor ou que executam de forma individual (estoque para *setup* externo, verificação de programação, etapa de *setup* externo)

### **Excesso de Produção**

Redução de superprocessamento em um período curto.

### **Ganhos e melhorias**

Melhoria na ergonomia com a utilização dos carrinhos. Ganho de 12% de área utilizada anteriormente.

Alimentar os componentes na sequência de montagem na máquina.

Abastecimento do primeiro material no sistema no momento da separação no estoque.

Separação dos materiais lado *Top* e *Bot* na separação do *kit* no estoque.

### **Lead Time**

Redução de 46% no tempo de ciclo de uma ordem de produção.

Na Figura 15, uma demonstração das alterações dos processos de uma ordem de produção onde foi eliminado a espera de material para *setup* externo (buffer), a verificação da programação pela equipe do *setup*, eliminado a etapa de *setup* externo como um processo separado dos demais, aumentado o material para espera para o *setup* interno, afim de garantir que não afete a produção caso aconteça algum imprevisto e redução em material aguardando a devolução, esse processo é a contagem da sobra de produção que retorna ao estoque.

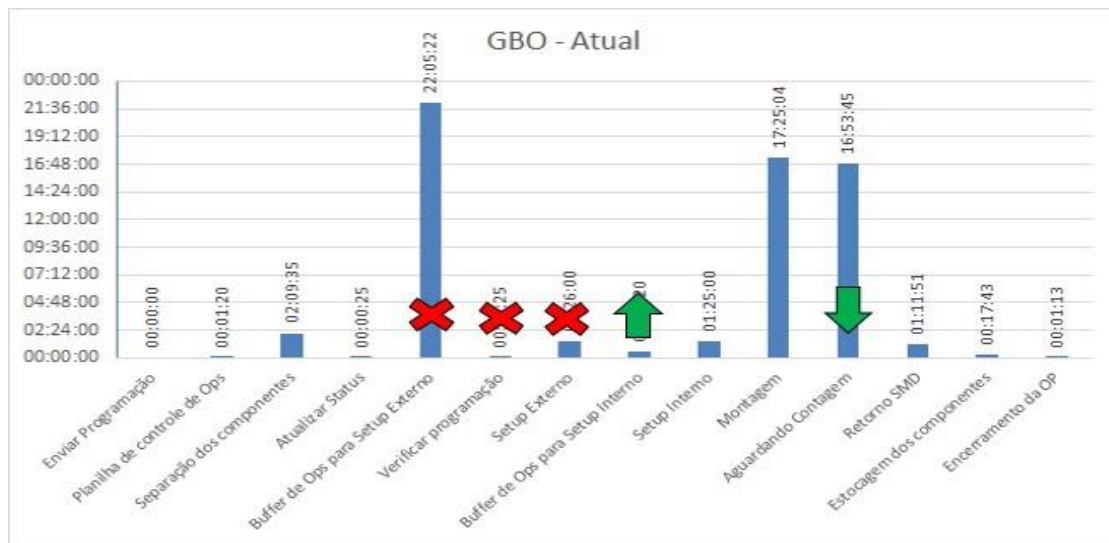


Figura 15 - Alterações no GBO atual  
Fonte: Autor (2019)

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo de aplicar ferramentas do *Lean Manufacturing* para diminuir os retrabalhos no processo de *setup*, organizar as separações de materiais e reduzir o estoque em produção, destacam-se as seguintes conclusões:

Após as implantações de testes, pode-se alinhar melhor as separações de OPs, fazendo de forma mais planejada hora a hora, reduzindo em média 46% de tempo no ciclo das ordens, melhorando e dispondo de espaço em área de 12% da atual, considerando uma média de 280 *setups* por mês. Tudo isso considerando um *lead time* para atender o *setup* interno com baixa espera do material (*buffer*).

No entanto, esse trabalho viabilizou a implementação em duas linha de montagem para todos os produtos que monta nelas, para expandir para demais linhas, será necessário análise de viabilidade de ferramental com grande possibilidade de investimento. As linhas de escolha para fazer a montagem da separação e *setup* externo tem um mix grande de produtos que monta, esse foi o fator da escolha.

A programação atual depende muito de um estoque de kits prontos (*buffer*) com o status completo, pois como se trata de componentes SMDs, tem sua maioria o físico em embalagem de rolo (*tape reel*), onde a demanda de uma ordem amara a quantidade inteira do rolo, com a sobra que vai reutilizar em próximas ordens.

Sendo assim, para diluir maiores pesquisas e melhorias, precisa ser avaliado mais a fundo essa situação de programar OPs que dependem de material que está

em outra ordem, direcionando, por exemplo, um produto que não intercala materiais compatíveis, gerando um tempo possível para retornar e finalizar o próximo *kit*.

## REFERÊNCIAS

OHNO, T.: **O Sistema Toyota de Produção** - Além da Produção em Larga Escala. Bookman, Porto Alegre, RS, 1997.

LACERDA, Leonardo - **Armazenagem estratégica**: analisando novos conceitos. Centro de Estudos em Logística (CEL), COPPEAD/UFRJ, (2000).

JONASH, R., & SOMMERLATTE, T. (1999). **Innovation premium**. Reading: Perseus Book.

Rodrigues, Marcus Vinícius - **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistemas de produção Lean Manufacturing** - Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

Mike Rother, John Shook – **APRENDENDO A ENXERGAR** - LEAN INSTITUTE BRASIL (SAO PAULO, SP) (2003)

Aragon - **Kaizen!** Disponível em <https://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Kaizen/46288170.html>> Acesso em 20 out. 2019.

Leite, Costa - **Kaizen!** Disponível em <https://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Kaizen/46288170.html>> Acesso em 20 out. 2019.

SHIBA - **Investigação das Relações Entre Melhoria Contínua e Sistemas de Produção** Disponível em <http://www.apostilasdaqualidade.com.br/kaizen/>>, Acesso em 20 out. 2019.

IWAYAMA, H.: **Basic Concept of Just-in-time System**, mimeo. Curitiba, IBQP-PR, 1997.

Shingo, Shigeo, **Poka-Yoke**, Disponível em <https://pt.wikipedia.org/wiki/Poka-Yoke>>, Acesso em 20 out. 2019.

GIL, ANTONIO CARLOS. **Como elaborar projetos de pesquisa**, São Paulo: Atlas, 2002.