



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



CLEDIR CASTANHA DE MORAIS

**TRF- PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO *SETUP* RÁPIDO EM
UMA LINHA DE MONTAGEM AUTOMÁTICA SMT (*SURFACE MOUNT
TECHNOLOGY*)**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

PATO BRANCO

2019

CLEDIR CASTANHA DE MORAIS

**TRF- PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO *SETUP* RÁPIDO EM
UMA LINHA DE MONTAGEM AUTOMÁTICA SMT (*SURFACE
MOUNT TECHNOLOGY*)**

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(a): Prof. Dr Gilson Adamczuk Oliveira

PATO BRANCO

2019



TERMO DE APROVAÇÃO

TRF- proposta de implantação *Setup* Rápido em uma linha de montagem automática SMT- (*surface mount technology*)

Por

Cledir Castanha de Moraes

Esta monografia foi apresentada às 18:00 h do dia **25 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 arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof.º Dr Gilson Adamczuk Oliveira
UTFPR – *Câmpus* Pato Branco
(Orientador)

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

Prof Dr José Donizetti de Lima
UTFPR – *Câmpus* Pato Branco

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Dedico este trabalho a minha família, especialmente minha esposa, que me apoiou a buscar aprimoramento profissional. Dedico também este trabalho a meus colegas de empresa que cursaram esta especialização junto comigo e sempre me incentivaram.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus todos os dias, pela força de vencer os obstáculos que surgem na caminhada da vida.

Aos meus amigos e colegas de empresa Donlai Matielo, Maicon Narciso e Flávio Soares pelo apoio e companheirismo.

Ao meu orientador professor Gilson Adamczuk Oliveira, pela dedicação em manter-me focado e motivado em realizar este trabalho.

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

Agradeço ao apoio e incentivo da minha esposa, que me deu todo suporte familiar nas idas e vindas para realização desta especialização.

Sou grato a todos que contribuíram de alguma forma para a realização desta monografia.

“A perseverança e a força de vontade têm efeitos mágicos na superação das dificuldades da vida. Quem supera, vence.”

(PROF LOURDES DUARTE)

RESUMO

MORAIS, CLEDIR CASTANHA. **TRF-Proposta de implantação de Setup Rápido em uma linha de montagem SMT- (Surface Mount Technology)**. 2019. 54f. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica federal do Paraná. Pato Branco. 2019.

O estudo de aplicação do TFR- Troca Rápida de Ferramenta e fundamental para o processo produtivo, principalmente pela necessidade de flexibilizar e reduzir custos com paradas entre produtos a serem produzidos em um mesmo recurso mão de obra e máquina. Para empresas ramo de montagem SMT que possuem maquinário com alto valor agregado onde o tempo perdido impacta no faturamento. Esse estudo foi realizado em uma empresa do ramo de produtos eletrônicos, na cidade de Pato Branco no Estado do Paraná, objetivando apresentar uma proposta de aplicação dos conceitos fundamentados pelo Sistema Toyota de Produção de redução de desperdícios, realizado a produção de forma puxada integrando o estoque a linha produtiva. Para atender o universo de *setup* de máquina estimasse um ganho de 30% com redução no tempo de separação do Kit em 46% e redução do tempo de preparação de setup on-line em 44% base de dados retirado do projeto piloto em produto de demanda mensal.

Palavras-chave: setup on-line, flexibilizar.

ABSTRACT

MORAIS, CLEDIR CASTANHA. **TRF-Quick Setup deployment proposal and an SMT-- (Surface Mount Technology). assembly line.** 2019. 54f. Monograph (Specialization in Production Engineering). Federal Technological University of Paraná. White duck. 2019.

The application study of the Single Minute Exchange of Die (SMED) is fundamental to the production process, mainly due to the need to Make it flexible and reduce downtime costs between products to be produced in the same labor and machine resource. For SMT assembly companies that have high value-added machinery where lost time impacts revenue. This study was carried out in a company in the electronic products industry, in the city of Pato Branco, Paraná State, aiming to present a proposal of application of the concepts based on the Toyota Waste Reduction Production System. The production line. The estimated outcomes involve a 30% gain with a 46% reduction in kit separation time and a 44% reduction in online setup preparation time based on demand product pilot project monthly.

Keywords: setup online, flexibilize

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - OS SETE DESPERDÍCIOS DA PRODUÇÃO	15
FIGURA 2 - O CICLO PDCA.....	17
FIGURA 3 - EXEMPLO DE KANBAN.....	18
FIGURA 4 - OS 5 SENSOS	19
FIGURA 5 - CLASSIFICAÇÃO DOS DISPOSITIVOS POKA YOKE	20
FIGURA 6 - SISTEMA A PROVA DE ERROS.....	21
FIGURA 7 - ESQUEMA DE GARGALO EM LINHA DE PRODUÇÃO	22
FIGURA 8 - EXEMPLO DE FLUXO CONTÍNUO	22
FIGURA 9 - NIVELAMENTO DE PRODUÇÃO.....	24
FIGURA 10 - SISTEMA ANDON	25
FIGURA 11 - JIDOKA	26
FIGURA 12 - JIDOKA APLICADO NA INDÚSTRIA	27
FIGURA 13 – ESTRUTURA DA CASA HOSHIN.....	28
FIGURA 14 - OS PILARES DO TPM.....	28
FIGURA 15 - TRABALHO PADRONIZADO.....	30
FIGURA 16 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	33
FIGURA 17 - SEIS GRANDES PERDAS	34
FIGURA 18 - SEIS GRANDES PERDAS	34
FIGURA 19 - GRÁFICO DE GANTT.....	38
<i>FIGURA 20 - DIFERENCIAÇÃO ENTRE COMPONENTES SMD E PTH.....</i>	<i>39</i>
FIGURA 21 - TEMPOS DE SETUP POR ATIVIDADE	42
FIGURA 22 - LINHA DO TEMPO DAS ETAPAS DO SETUP	43
FIGURA 23 - A LINHA DE PRODUÇÃO X1.....	45
FIGURA 24 - CONFIGURAÇÃO DA LINHA X1.....	45
FIGURA 25 - LINHA DO TEMPO DE SETUP - MÉTODO PROPOSTO	45
FIGURA 26 - BANCO DE FEEDER	47
FIGURA 27 - FRENTE DA MÁQUINA CODIFICADA COM SISTEMA POKA YOKE	47

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - OS PASSOS PARA A IMPLANTAÇÃO DOS 5S.....	19
QUADRO 2 - OBJETIVOS DA TPM	29
QUADRO 3 - ETAPAS DE SEPARAÇÃO DE ESTOQUE SMD	40
QUADRO 4 - ETAPAS DO SETUP OFF SMT.....	40
QUADRO 5 - ETAPAS DE SETUP-ON SMT	41
QUADRO 6 - ETAPAS DE SEPARAÇÃO NO ESTOQUE	46
QUADRO 7 - ETAPAS DO SETUP-ON.....	46

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
1.1.	JUSTIFICATIVA	12
1.2	OBJETIVOS DO TRABALHO.....	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1	TEMPO DE SETUP	13
2.2	STP – SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO <i>LEAN MANUFACURING</i>	14
2.2.1	PRINCIPAIS FERRAMENTAS DO <i>LEAN</i>	16
2.3	FERRAMENTAS DA QUALIDADE	30
2.3.1	CINCO PORQUÊS	31
2.3.2	ANÁLISE DE MUDANÇA/EVENTO.....	32
2.3.3	DIAGRAMA DE ISHIKAWA OU ESPINHA DE PEIXE.....	32
2.4	OEE - EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO.....	33
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....	35
3.1	LOCAL DA PESQUISA.....	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1	PROCESSO ATUAL.....	39
4.2	PROCESSO PROPOSTO.....	43
5	CONCLUSÕES	48
6	REFERÊNCIAS.....	49

1. INTRODUÇÃO

A necessidade de redução dos tempos de paradas máquina para melhorar a eficiência produtiva cada vez mais se torna necessário a atuação direta na otimização. A montagem de equipamentos eletrônica passa por renovação a todo tempo, cada vez mais equipamentos estão ficando menores fisicamente em com maior processamento de dados, com isso os equipamentos para realizar esta montagem requerem tecnologias ainda mais avançadas onde à montagem manual ficou no passado.

A montagem de placas eletrônicas vem cada vez mais se aprimorando onde o processo desenvolvido totalmente por maquinários e equipamentos específicos para tal atividade chamados SMT- *Surface Mount Technology*.

A tecnologia SMT- *Surface Mount Technology* tem alto valor agregado que para viabilizar o investimento é necessário volume produtivo, realizando a montagem de placas eletrônicas com componentes diretamente na superfície da placa de circuitos impressos (PCB), permitindo o aproveitamento de ambas as faces. Componentes eletrônicos criados desta forma são denominados dispositivos de montagem superficial ou SMD (*Surface-Mount Devices*).

As empresas do ramo de montagem de placas eletrônica em SMD tem como meta maximizar o máximo o fator de utilização de seus equipamentos, o fator tempo é extremamente calculado nos *Try-out's*, a busca por melhoria contínua se faz necessário para se manter no mercado, agilizar as operações envolvidas, permitir a redução de erros e, conseqüentemente aumentar o grau de competitividade e lucratividade das empresas, (CARDONA, 2002).

O *Setup* das máquinas é fundamental para a qualidade do produto produzido, pois no *setup* ocorre à regulagem fina das máquinas com isso após iniciar o processo estima-se que a quantidade de ajustes fosse próxima a zero. Um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente. (CAMPOS, 1992).

O Tempo de *setup* é o período em que a produção para de produzir um produto A até o início da produção do produto B, conforme às variações do planejamento da produção. O ideal seria maior tamanho possível dos lotes

porém a ocupação de um só produto por muito tempo, reduziria a flexibilidade de montagem e varia outros produtos em um mesmo dia.

Para isso Shigeo Shingo entre 1975 e 1985, desenvolveu o sistema SMED (*Single-Minute Exchange of Die* ou Troca Rápida de Ferramentas-TFR) no qual o tempo máximo de preparação deve ser completado em, no máximo, nove minutos e 59 segundos, ou seja, no intervalo de um dígito de minuto. O TFR pode ser aplicado em qualquer ramo, pois seus conceitos se aplicam passo a passo sempre com o mesmo objetivo redução do tempo de parada, (SHINGO, 1985).

1.1. JUSTIFICATIVA

Com avanço da tecnologia as empresas necessitam melhorar seu processo através da busca de um melhor aproveitamento de espaço físico e ou automatização o foco é produzir mais com o mínimo de recurso possível com isso as ferramentas do *Lean Manufacture* servem como base para este aprimoramento.

Através do mapeamento dos processos é possível visualizar e mensurar os desperdícios que as empresas possuem verificando tudo que agrega e não agrega em um processo fabril.

A montagem de placas eletrônicas sobre superfície (SMT- *Surface Mount Technology*), tempo parado reflete diretamente em custo de operação. A prática da melhoria contínua visa o aperfeiçoamento de produtos e serviços. Para realizar atendimento de demandas diárias e flexibilizar recursos o tempo de *setup* é valioso para atender o cliente final, quanto menor tempo de máquina parada mais produtos podem ser produzidos.

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

Este trabalho tem por objetivo reduzir o tempo médio de *Setup* em uma linha de montagem de placas eletrônicas automatizada pela tecnologia SMT (*Surface Mount Technology*), através da aplicação do conceito de SMED. Com

isso diminuir os tempos entre trocas de produtos aumentando a flexibilidade e eficiência produtiva da linha.

Objetivos específicos ligados ao objetivo geral:

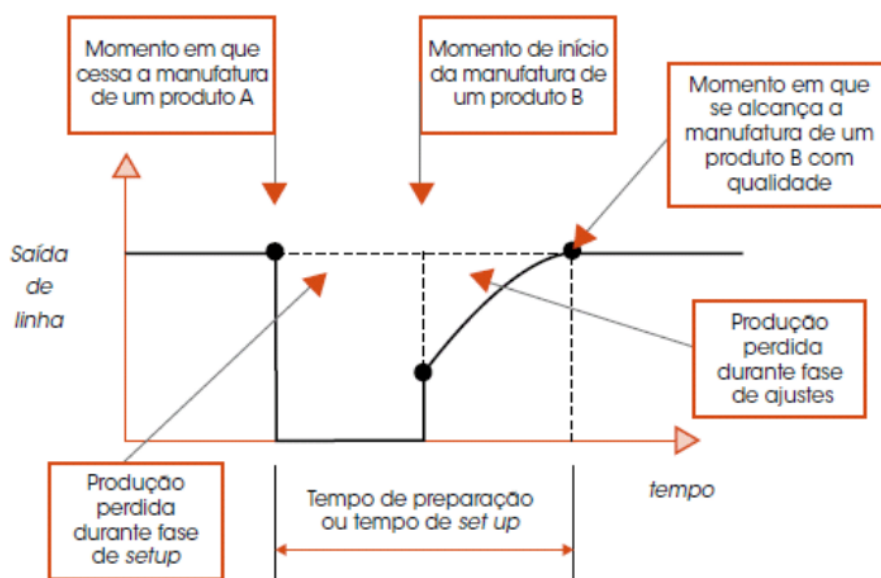
- Mapear e separar o que os setups em interno e externo;
- Reduzir a movimentação de material do estoque até linha produtiva;
- Organizar a rotina de trabalho afim minimizar os Sete Desperdícios norteados pelo Lean Manufacturing;
- Propor a aquisição de equipamentos que possibilitem realizar Setups no modelo SMED;
- Estimar os ganhos se incorporado se realizar às melhorais na unidade tempo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Tempo de Setup

O tempo de *setup* também chamado tempo de preparação da entrada de um novo produto em uma linha produtiva, é o momento da finalização da montagem da última peça do produto “A” até a primeira peça de um produto “B” (BLACK,1998).

Figura – Análise de tempos de setup no processo produtivo



Fonte: Gontijo (2016)

SMED (*Single minute exchange of die*), *setup* ou troca de ferramenta em apenas um dígito ou sendo dentro do tempo de 9min e 59 segundos. Com este método busca-se reduzir intervalo de tempo gasto com *setup* entre um produto e outro. O tempo de *setup* é contabilizado pela literatura a última peça boa até a próxima do lote seguinte (DELCOL, 2008).

A redução do tempo de *setup* é necessária para flexibilizar e aumentar a eficiência da produção para produzir mais variedades de modelos os mesmos equipamentos e recursos, redução de estoques por produção de grandes lotes. (FOGLIATTO; FAGUNDES, 2003).

O STP (O Sistema Toyota de Produção), após a segunda Guerra mundial desenvolveu e aprimorou diversas técnicas que auxiliam sistema de produção a melhorar a eficiência e reduzir seus desperdícios. Citadas nos tópicos abaixo.

2.2 STP – Sistema Toyota de Produção *Lean Manufacturing*

O início das primeiras análises da importância de reduzir tempos de paradas surgiu no Japão após a Segunda Guerra Mundial devido à falta de recursos, neste momento foi criado o STP (O Sistema Toyota de Produção). Criado por Taiichi Ohno no objeto de melhorar a eficiência eliminando desperdícios. Com isso mundialmente conhecido Produção enxuta e *Lean Manufacturing*, os desperdícios foram mapeados e separando nas seguintes classes.

Figura 1 - Os sete desperdícios da produção



Fonte: Resende et al. (2015)

A eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos; a ideia básica é produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida (OHNO,1997). Com relação aos desperdícios:

- Superprodução: produzir a mais que o seu cliente precisa;
- Tempo de espera: filas para serem processados ou colaboradores aguardando o processo posterior;
- Transporte: etapas distantes;
- Processamento: Processos desnecessários;
- Estoque: cada posto com excesso de matéria prima ou estoque se a devido pedido do cliente;
- Movimentação: Movimentação que dificultando a fluidez produtiva;
- Defeitos: peças não conforme, gerando retrabalho em linha;

O *Lean Manufacturing* desenvolveu um conjunto de técnicas capazes de melhorar a produtividade considerada uma filosofia de gestão através de suas ferramentas tem a finalidade de melhorar a eficiência do sistema produtivo com auto nível de qualidade.

2.2.1 Principais Ferramentas do *lean*

O Sistema Toyota de Produção foi criado por Taiichi Ohno, onde seu objetivo é reduzir os desperdícios, ter maior qualidade dos produtos e redução do tempo de entrega ao cliente, a partir desse conceito de se produzir mais com cada vez menos, o sistema passou a ser denominado Lean Manufacturing por James P.Womack e Daniel T. Jones, em seu livro “A Máquina que Mudou o Mundo” .

O conceito de Manufatura Enxuta foi destacado no mundo inteiro.

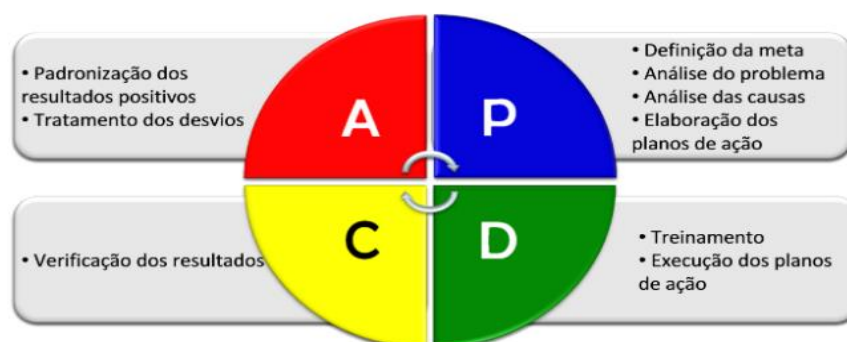
“A eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos; a idéia básica é produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida (OHNO,1997).”

- *Just in Time:*
- *Kaizen:*
- *Kanban:*
- 5S:
- Poka Yoke:
- *Takt Time:*
- *Heijunka:*
- *Gemba Walk:*
- Andon:
- Jidoka:
- Hoshin Kanri:
- Manutenção Produtiva Total (MPT):
- Trabalho padronizado:

Just in Time: pode ser descrito como uma filosofia de administração que está constantemente enfocando a eficiência e integração do sistema de manufatura utilizando mais simples possível, ou ainda, uma dedicação ao processo de esforçar-se continuamente para minimizar os elementos no sistema de manufatura que restrinjam a produtividade. (LUBBEN, 1989). Produzir a quantidade exata de um produto, de acordo com a demanda, sem a necessidade da formação de estoques.

Kaizen: Baseado no PDCA (*Plan, Do, Check, Action* - Planejar, Fazer, Verificar e Agir), Conforme figura abaixo, O PDCA foi criado por Walter A. Shewart, na década de 20, mas ele se tornou conhecido quando William Edward Deming, um dos gurus da gestão de qualidade e conhecido mundialmente partir da década de 1950. O Ciclo PDCA é um método gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização (WERKEMA, 1995).

Figura 2 - O ciclo PDCA



Fonte: Werkema (1995)

O *Kaizen* é uma técnica de resolução de problema, seu significado é melhoria contínua, com ela atribuiu-se melhoria de processo e sistema visando no conjunto envolvimento dos trabalhadores, pois tem por objetivo facilitar o trabalho com redução de desperdício. Também chamado de *Círculo de Kaizen* mais adequada (Kishida, 2009), que desde 1964 sustenta o crescimento da Toyota, (KISHIDA, 2009).

Qualquer empresa independente da sua nacionalidade pode se beneficiar do *Kaizen*. (IMAI, 1996).

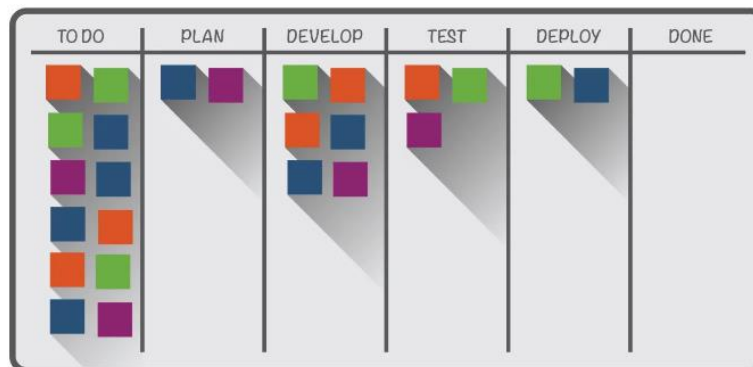
Kanban: O controle de *Kanban*, Segundo SLACK (2002), é um método de operacionalizar o sistema de planejamento e controle puxado com isso é possível melhorar a comunicação e agilidade nas reposições de material diminuindo o tempo de linha parada.

O sistema de utiliza o sistema de Gestão a vista integrando o time de trabalho tornando processos ágeis promove um ambiente sustentável.

O *Kanban* visto por Moura (1989) como uma grande alternativa que por ser um sistema barato, qualquer empresa pode emprega-lo. O *Kanban* é dividido

em dois Grupos *Kanban* de produção onde visa as atividades de montagem e *Kanban* de movimentação onde as produções são feitas em lotes para determinada etapa ou engrada a um fornecedor. “A teoria do *Kanban* não soa muito revolucionária nem parece afetar profundamente o desempenho, cultura, capacidade e maturidade de uma equipe e a organização na qual está inserida. Mas o impressionante é que afeta! O *Kanban* parece uma mudança pequena e, no entanto, muda tudo a respeito de uma empresa.” (ANDERSON, 2010).

Figura 3 - Exemplo de Kanban



Fonte: Anderson (2010)

5S: Segundo Ribeiro (2015) são 5 Passos para implantação do Sucesso o maior desejo das empresas que tentam implantar o programa. Por ser uma base física e comportamental para o sucesso de outros programas, normas, ferramentas e sistemas de gestão, a grande maioria das empresas enfrentam grandes dificuldades para implantar o programa. O resultado são as tentativas de revitalização e de reimplantação do 5S (Quadro 1).

Quadro 1 - Os passos para a implantação dos 5S

Visão que a maioria tem	Visão que deveriam ter
1.Programa exigido pela matriz	1.Processo necessário para a sobrevivência da empresa
2.Programa que visa tornar a área limpa e organizada	2.Processo educacional que torna a empresa mais produtiva e segura
3.Programa de curto prazo	3.Processo com resultados concretos à médio e longo prazos
4.Programa que “roda sozinho no piso de fábrica”	4.Processo que necessita ser liderado pela estrutura oficial da empresa (sentido Top-Down)
5.Programa adequado apenas para áreas operacionais	5.Processo necessário à todas as áreas, inclusive
6.Resultados das auditorias devem ser usados para julgar a performance dos liderados	6.Resultados das auditorias devem servir também para definir maior apoio às áreas mais carentes
7.5S é apenas para os outros	7.Cada líder deve dar o exemplo em seu próprio posto de trabalho e em sua postura

Tabela 1 – Comparação entre a visão que as pessoas estratégicas têm do 5S com a visão que

Fonte: PDCA – Consultoria em Qualidade

Fonte: Ribeiro (2015)

O "5S" foi criado na década de 50 por Kaoru Ishikawa, com o objetivo suprir as necessidades pós-Guerra. O Programa demonstrou ser eficaz é considerado o principal instrumento de gestão da qualidade. Através deste sistema buscam-se condições favoráveis a organização chamada dos 5 sentidos, (RIBEIRO, 1997).

Figura 4 - Os 5 sentidos



Fonte: Ribeiro (1997)

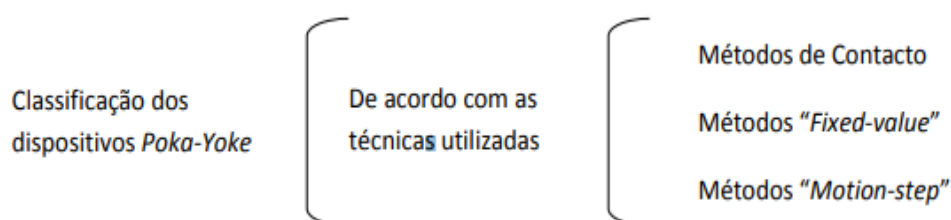
Com relação à Figura 6:

- *Seiri* - Senso de utilização: objeto ou materiais de trabalho de acordo com sua necessidade de utilização;
- *Seiton* - Senso de organização: objetos que são menos utilizados mais distantes ou guardados prioridade matérias que são utilizadas com mais frequência;
- *Seiso* - Senso de limpeza: local limpo e arrumado aumenta a satisfação nos funcionários;
- *Seiktsu* - Senso de padronização: gestão a vista aliado a padronização das matérias necessária contribuem para organização;
- *Shitsuke* - Senso de disciplina: cada deve fazer a sua parte para a manter ambiente organizado.

Poka Yoke: No Japão, do início do século XX, Sakichi Toyoda inventou o que pode ser considerado o primeiro dispositivo Poka Yoke: mecanismo que acoplado a peças, era capaz de identificar defeitos, o que identificaria a necessidade de paralisação da operação de forma imediata. Dispositivo simples e eficaz que ajudaria a paralisar uma operação de forma a agregar a qualidade do produto.

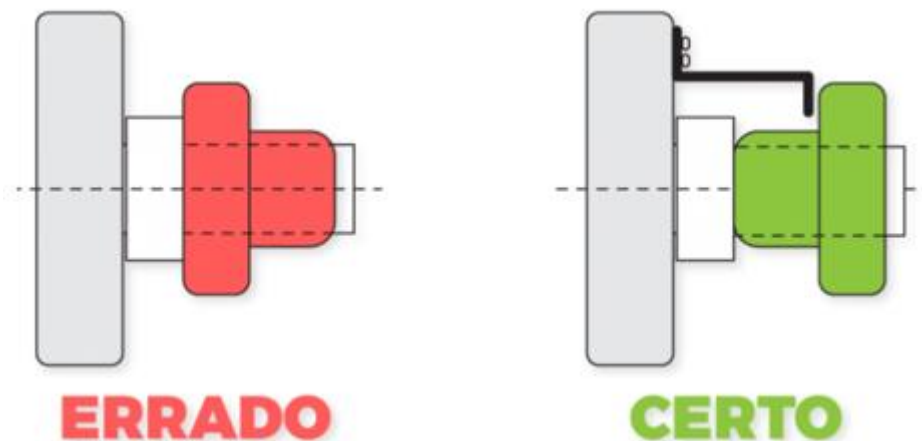
Conforme Ghinato (1996). O Poka Yoke é mais do que apenas um mecanismo de detecção de erros ou defeitos, é um recurso utilizado com o principal objetivo de apontar ao operador (ou à máquina) a maneira mais adequada de realizar tal operação.

Figura 5 - Classificação dos dispositivos Poka Yoke



Fonte: Shingo (1985)

Figura 6 - Sistema a prova de erros



Fonte - Shingo (1985)

Existem três maneiras de ser utilizado o Poka Yoke, por contato, sequencia de movimento e sequencia de operação de montagem:

- Métodos de Contato: com o auxílio de dispositivos que detectam diferença entre o padrão do dimensional do produto
- Métodos *Fixed-value*: detectar operações fora da sequência de movimento.
- Métodos *Motion-step*: evita que o operador realize um passo incorreto de acordo com padrão de montagem uma peça só encaixa após o outro ser colocado.

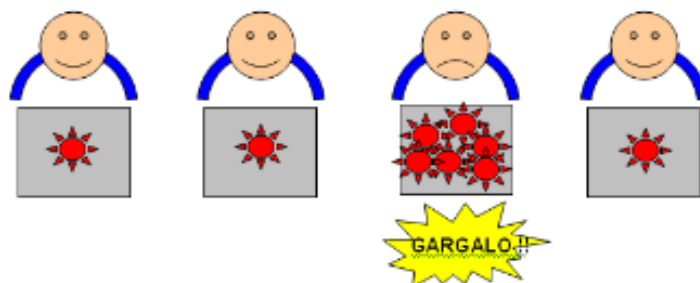
Análise de gargalo: Analogia da corrente de acordo com Goldratt (2002), após realizar uma análise do maior ofensor no caso o que opõem maior resistência identifica-se qual tem o tempo maior de operação ocasionando o gargalo.

Ainda de acordo com Goldratt (2002), devemos identificar onde está ocasionando as paradas, procurar mapear o que está ocorrendo através disto identificar as restrições deste recurso para assim realizar balanceamento para comprovar uma possível aquisição de um equipamento.

O balanceamento de uma linha de produção consiste na atribuição de tarefas de forma que todas as estações demandem aproximadamente o mesmo

tempo para execução das tarefas a elas designadas, como pode ser observado na Figura 9, (PEINADO E GRAELM, 2007).

Figura 7 - Esquema de gargalo em linha de produção



Fonte: Peinado e Graeml (2007, p. 198)

Gargalo produtivo ocorre redução da capacidade, muitas vezes por erro no planejamento de seus recursos, pois conhecer suas limitações e particularidades determinar a linearidade da produção, (PEINADO E GRAEML, 2007). Alguns conceitos relativos ao tema são discutidos a seguir.

Takt Time: *Takt* palavra alemã significa compasso na teoria musical, utilizado no sistema Toyota de Produção como ritmo produtivo. Através da demanda calcula-se qual o ritmo necessário para atender, razão entre o tempo disponível para a produção e o número de unidades a serem produzidas. Iwayama (1997) afirma que o *takt-time* é o tempo alocado para a produção de uma peça ou produto em uma célula ou linha.

Fluxo Contínuo: Produção de um determinado de uma peça sendo repassado para o próximo processo sem parada ou desperdícios através de processo puxado, (ROTHER; SHOOK, 1999).

Figura 8 - Exemplo de fluxo contínuo



Fonte: Rother e Shook (1999, p. 118)

Ford iniciou o formato produtivo em fluxo contínuo. Com o objetivo de eliminar estoque em meios aos processos possibilitando processos mais estáveis. Em 1950, a Toyota principalmente na linha de montagem em movimento para estruturar o TPS. A ideia foi de estender o conceito de linha de montagem em movimento para outros processos produtivos do sistema dando origem ao processo de produção em células de Fluxo Contínuo que podemos dizer e o sucessor da linha de montagem em movimento desenvolvido pela Ford, (WOMACK, 2009).

As etapas do Fluxo contínuo segundo Kosaka (2009) são:

- Definir as famílias de produto através da análise detalhada das operações para cada item.
- Sempre que possível, alinhar todas as famílias de produto na sequência dos processos.
- Manter o foco no objetivo do Fluxo Contínuo e sempre realizando melhorias.

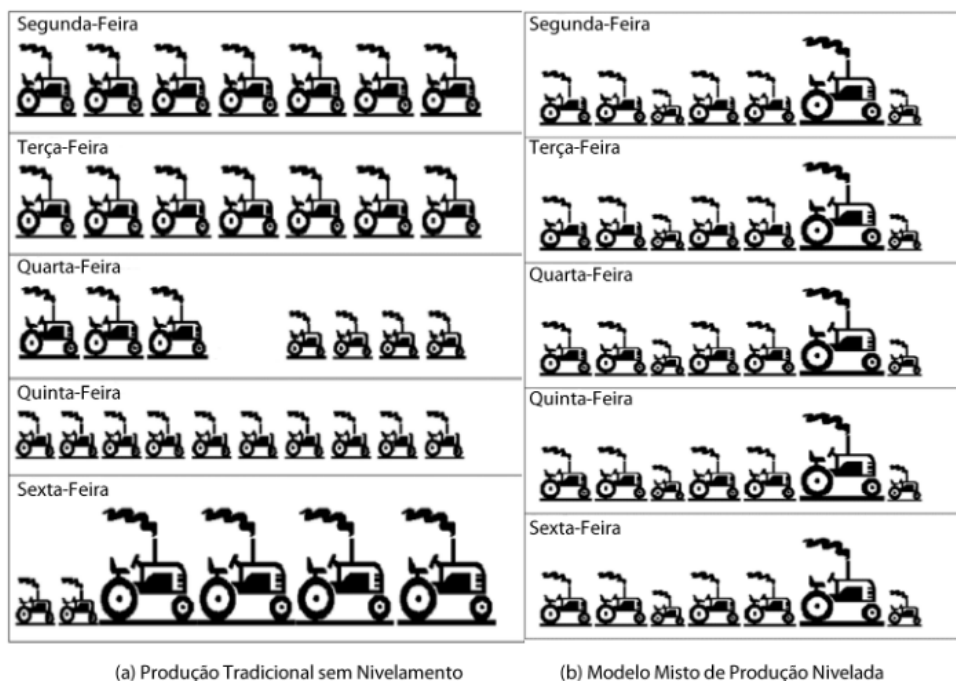
Heijunka: significa nivelamento de produção ou suavização de produção, durante um período de tempo. Garante que produção atenda de forma eficiente às demandas dos clientes com as seguintes vantagens.

- Estoque grande desnecessário;
- Redução da mão de obra;
- Melhoria da eficiência produtiva;
- Piorar a qualidade do produto;

Com isso cria uma produção em lotes pequenos, produzindo a mesma variedade de produtos todos os dias.

“A tartaruga é mais lenta, mas consistente. Causa menos desperdício e é muito mais desejável do que a lebre veloz que corre à frente e depois para, ocasionalmente, a cochilar. O sistema Toyota de Produção pode ser realizado somente quando todos os trabalhadores se tornam tartarugas” (TAIICHI OHNO, 1988).

Figura 9 - Nivelamento de produção



Fonte: Silveira (2015)

As ferramentas auxiliares dos próximos itens como para detecção de problemas servem basicamente para controle e melhoria contínua. De acordo com Bessant, Caffyn e Gallagher (2000), a melhoria contínua pode ser definida como um processo de inovação incremental, focada e contínua, envolvendo toda a organização. Dentre elas Gemba Walk, Andon, Jidoka, Hoshin Kanri.

Gemba Walk: Empresas que estão iniciando a trajetória pela jornada *Lean* que aplicando conceitos o termo *GEMBA WALK* que significa Lugar Onde as coisas acontecem. Utilizado para encontrar com olhar crítico sem forma punitiva expressamente para encontrar no chão de fábrica oportunidades de melhorar o trabalho, com ele é possível utilizar o PDCA, 5S e Kaizen e outras ferramentas de melhoria.

Andon: significa lâmpada ou lanterna japonesa. Uma ferramenta de gestão a vista, para facilitar a atuação das áreas de suporte atuarem na produção, com a capacidade de detectar e sinalizar alguma anormalidade no processo. O andon pode ser um quadro, bandeiras ou sinalizadores audiovisuais.

O andon é uma das ferramentas essenciais do Lean Manufacturing, Sistema Toyota de Produção e um exemplo disso pode ser verificado na Figura

11. A ideia principal é eliminar desperdícios com melhoria na qualidade e redução no tempo e no custo de produção. Aplicável em qualquer linha de produção.

Figura 10 - Sistema Andon



Fonte - EngProcess (2019)

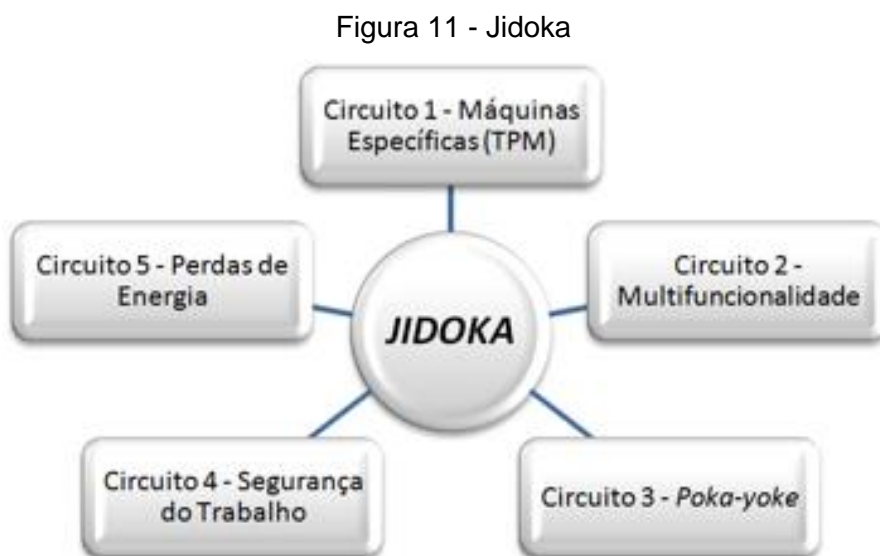
Jidoka: tem como propósitos originais prevenir a geração e propagação de defeitos na produção, tanto para máquinas como em operações manuais, e parar a produção quando atingida a quantidade programada. É um mecanismo de controle e anomalias do processo e permite a investigação imediata das causas (SUGIMORI ET AL., 1977); (MONDEN, 1984); (GHINATO, 1996); (OHNO, 1997).

Para Grout e Toussaint (2010) os passos básicos do *jidoka* podem ser resumidos da seguinte forma com a separação entre o homem e a máquina, mais os seus fenômenos associados, torna-se possível uma análise crítica dos chamados circuitos do *jidoka*, os quais se podem citar (Passos Júnior, 2004):

- Circuito 1 – envolve a análise específica da máquina, com a mensuração através do conceito de Índice de Eficiência Operacional Global dos Equipamentos (IROG), conceito relacionado à Manutenção Produtiva Total - MPT (*Total Productive Maintenance* - TPM);

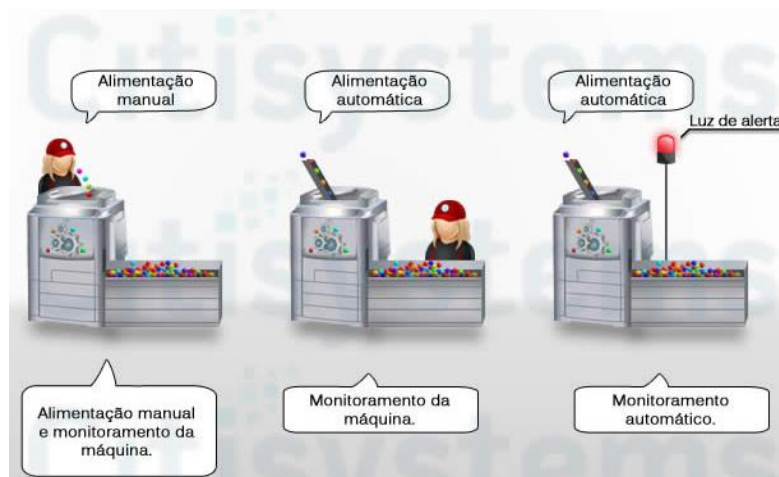
- Circuito 2 – refere-se à medição do Índice de Multifuncionalidade do sistema considerado e da eficiência específica de utilização da mão de obra;
- Circuito 3 – relacionado com a redução/eliminação dos defeitos e retrabalhos do sistema produtivo através da implantação de *poka-yoke*;
- Circuito 4 – envolve a questão da segurança industrial (exemplo: sistemas de desligamento automático de máquinas através de sensores de presença, travamento de portas, chaves de fim de curso, sensores de peso...);
- Circuito 5 – relacionado com a redução dos desperdícios energéticos (exemplo: portas automáticas, comando de luzes...).

A Figura 3 representa, de forma esquemática, os cinco circuitos do jidoka.



Fonte: Silveira (2015)

Figura 12 - Jidoka aplicado na indústria



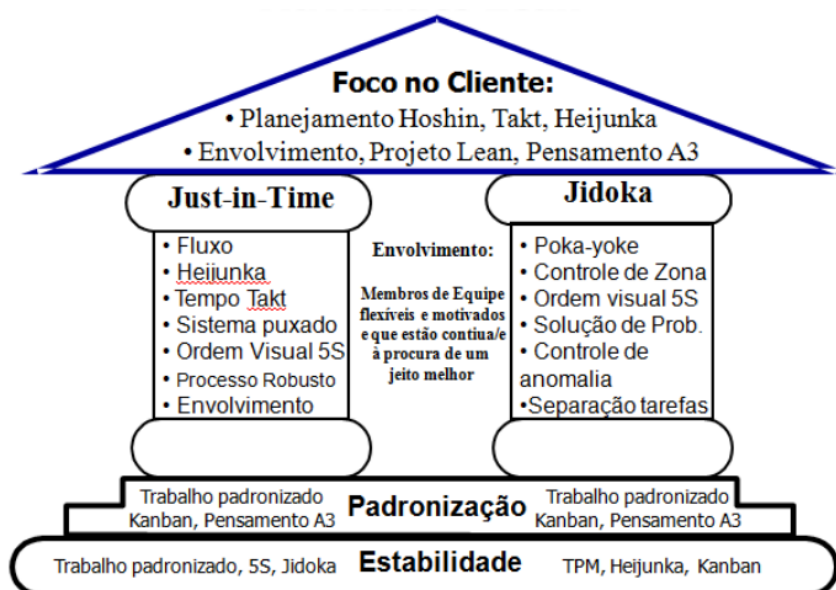
Fonte: Silveira (2015)

Hoshin Kanri: direcionamento e a gestão para atingir os objetivos traçados. Yang e Su (2006) resumem o Hoshin Kanri como um sistema de gerenciamento e controle da organização com foco na estratégia. Simbolismo japonês esconde por detrás destas duas palavras: Ho – direção, shin – agulha, Kan – controle, ri – lógica/razão. Apesar de um significado simples, pouco são as organizações que tem seu norte verdadeiro, o Hoshin, definido claramente, divulgado e conhecido dentro da organização, servindo de guia para cada uma das ações estratégicas da empresa. Além disto, falta por vezes a sistemática de controle do desdobramento da estratégia, bem como a lógica para acompanhar os resultados.

Erro fatal de muitas organizações é desdobrar a estratégia antes que a chamada “casa Hoshin” esteja construída de forma consistente e lógica. Como desdobrar a estratégia se a empresa não sabe para onde vai?

Assim alguns pré-requisitos são fundamentais para garantir o sucesso do processo de desdobramento da estratégia, e os mesmos garantem a solides da casa Hoshin. Ohno (1997) apresenta dois pilares que sustentam o sistema de produção Toyota: o JIT (Just-in-Time) e o Jidoka.

Figura 13 – Estrutura da casa Hoshin



Fonte: Pascal (2002 p. 51).

Segundo Tennant e Roberts (2001), Hoshin Kanri (HK) é um framework de gestão estratégica, que se preocupa com as seguintes tarefas: prover um foco na direção da organização, definindo anualmente algumas poucas prioridades estratégicas.

Manutenção Produtiva Total (MPT): uma metodologia que exige uma mudança de comportamento e cultural da empresa, pois com ela mudara o habito dos colaboradores. Para implantação desta metodologia buscasse controle total da produção e da manutenção atrás do envolvimento da alta direção até e funcionário da linha produtiva, pois atuara diretamente de entender e suportar os indicadores de processo em busca de melhoria de resultado.

Para o processo ser implantado é preciso o envolvimento de todas as áreas da empresa para sustentar este processo subdividisse em oito pilares fundamentais conforme pode ser visto na Figura 19 (SUZUKI, 1994).

Figura 14 - Os pilares do TPM



Fonte: Suzuki (1994)

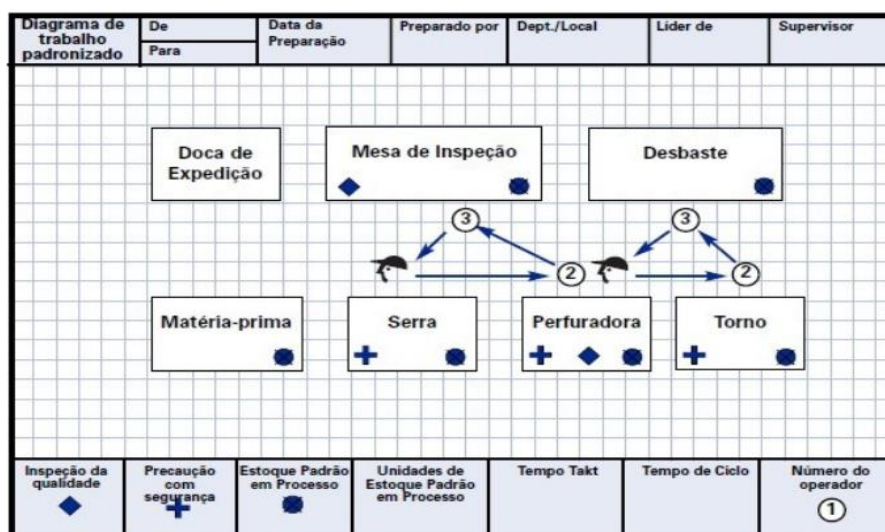
Quadro 2 - Objetivos da TPM

	OBJETIVO
Manutenção autônoma	Operadores capacitados para realizar manutenções rotineiras evitando deteriorar os equipamentos.
Manutenção planejada	Atua diretamente no planejamento da manutenção visando diminuir o tempo de parada de máquina e no aumento da eficiência e eficácia do equipamento.
Manutenção da Qualidade	Aplicação de sistemas sensorizados para facilitar a prevenção de quebras e paradas de máquinas.
Melhorias Específicas	Equipe multidisciplinar trabalhando em melhoria contínua com a finalidade de aumentar a eficiência dos equipamentos.
Controle Inicial	Análise detalhada dos produtos e equipamentos antes mesmo de serem fabricados ou instalados.
Treinamento e Educação	Capacitação contínua dos colaboradores.
Segurança, Higiene e Meio ambiente.	Atua na segurança e na prevenção de acidentes. Visando diminuir impactos ambientais.

Fonte: Suzuki (1994)

Trabalho padronizado: Ferramenta e utilizada para eliminar desperdícios em processos repetitivos que o operador realiza com isso é estabelecido procedimentos para a realização da atividade com análise do tempo Takt, sequência das atividades dos processos, e estoque padrão para possível análise de gargalo. Para os processos industriais o intuito é criar uma sequência de atividades para cada operação, considerando tempo máquina e tempo homem, para que o mínimo de variação seja transferido para o produto, focando em qualidade.

Figura 15 - Trabalho padronizado



Fonte: Marino et al. (2006)

2.3 Ferramentas da qualidade

Segundo De Sordi (2008), o principal objetivo da qualidade não deve ser aferir e contar o número de defeitos nos produtos ou falhas de atendimento, mas descobrir as causas e origens desses problemas para, assim, ser capaz de desenvolver as soluções necessárias e, se possível, antecipar-se a elas de forma a preveni-las. Com isso a produção de produtos e serviços com qualidade necessita do desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade nas organizações, para que se garanta o comprometimento de todos com o objetivo de conquistar a excelência nos processos e produtos da empresa e atingir a satisfação do cliente (OLIVEIRA, 2008).

Análise de causa raiz: O processo para descobrir a causa ou possíveis causas raízes do problema de forma sistemática sem o intuito de apagar incêndio e sim resolver e tratar a causa para que não volte a ocorrer. Uberoi et al. (2004) relatam que a ACR é amplamente utilizada para investigar acidentes industriais importantes, e que os fundamentos de tal metodologia estão na psicologia industrial e engenharia de fatores humanos.

Os objetivos de descobrir a causa raiz dos problemas não é somente solucioná-los e sim aprender o porquê os mesmos ocorreram para prevenir problemas futuros. Quanto à eficácia da resolução do problema a causas a ser

corrigidas não podem ser analisadas apenas pelos sintomas das mesmas, quando um problema ocorre ele pode ter mais de que uma causa raiz que por muitas vezes se analisado de forma incorreta pode passar despercebido e o problema ocorrer novamente. Basicamente COMO e PORQUE aconteceu ajuda bastante para a resolução dos mesmos, e em conjunto buscar que o problema.

Atualmente existe várias técnicas de resolução de problemas todas elas se aplicada corretamente auxiliam a não ocorrer mais dentre elas o Cinco Porque, Análise de Mudança de Eventos, Diagrama de Espinha de Peixe são os mais conhecidos.

- Cinco Porquês;
- Análise de mudança/Evento;
- Diagrama de Ishikawa ou espinha de peixe.

2.3.1 Cinco porquês

O método dos cinco por quês é uma abordagem científica, utilizada no sistema Toyota de Produção, para se chegar à verdadeira causa raiz do problema, que geralmente está escondida através de sintomas óbvios (Ohno, 1997). Técnica de abordagem mais comum chamada de “abordagem da criança chata”. Para cada “Por que “respondido, abre um leque para realização novo por que”“.

Weiss (2011) descreve de forma simplificada os cinco passos que devem ser dados para aplicar o método:

- 1 – Inicie a análise com a afirmação da situação que se deseja entender – ou seja, deve-se iniciar com o problema;
- 2 – Pergunte por que a afirmação anterior é verdadeira.
- 3 – Para a razão descrita que explica por que a afirmação anterior é verdadeira, pergunte por que novamente;
- 4 – Continue perguntando por que até que não se possa mais perguntar mais por quês;
- 5 – Ao cessar as respostas dos por quês significa que a causa raiz foi identificada.

2.3.2 Análise de mudança/evento

Segundo Ammerman (1998), um dos passos para encontrar a causa raiz através da técnica Mudança /evento visa estudar qual o processo padrão que deveria ocorrer e qual efetivamente ocorreu durante a situação problemática; abaixo está descrito como realizá-la:

- Comparar as etapas relativas à situação em que não ocorreu o problema e a situação em que ocorreu o problema;
- Detalhar as diferenças entre os dois processos, destacando qual o efeito da diferença.

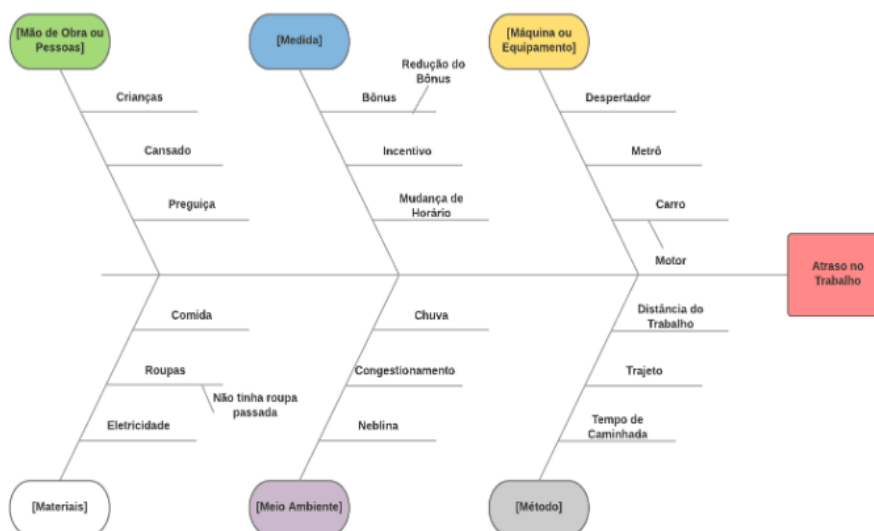
Para fechamento do método procuramos pensar como replicar como trataremos a causa raiz.

2.3.3 Diagrama de Ishikawa ou espinha de peixe

Desenvolvida por Kaoru Ishikawa a ferramenta conhecida como diagrama de causa e efeito ou espinha de peixe é uma ferramenta utilizada para a análise de dispersões no processo. Com objetivo em fazer pensar sobre as possíveis causas de um problema ocorrer. Para iniciar o processo da ferramenta utiliza-se a Brainstorming (tempestade de ideias) para analisar a causa raiz, com isso dentro das principais causas mapeadas pela a ferramenta que descreve o que afetam os processos dentro delas são: - Método; Máquina; Medida; Meio Ambiente; Mão-de-Obra; Material.

- Método – Como é executar o trabalho.
- Matéria-prima – A matéria prima utilizada no trabalho;
- Mão de Obra-Qualificação da mão de obra.
- Máquinas –Falhas de máquinas.
- Medida-Decisão tomada que possa alterar o processo.
- Meio Ambiente – O ambiente pode favorecer a ocorrências de problemas.

Figura 16 - Diagrama de Ishikawa



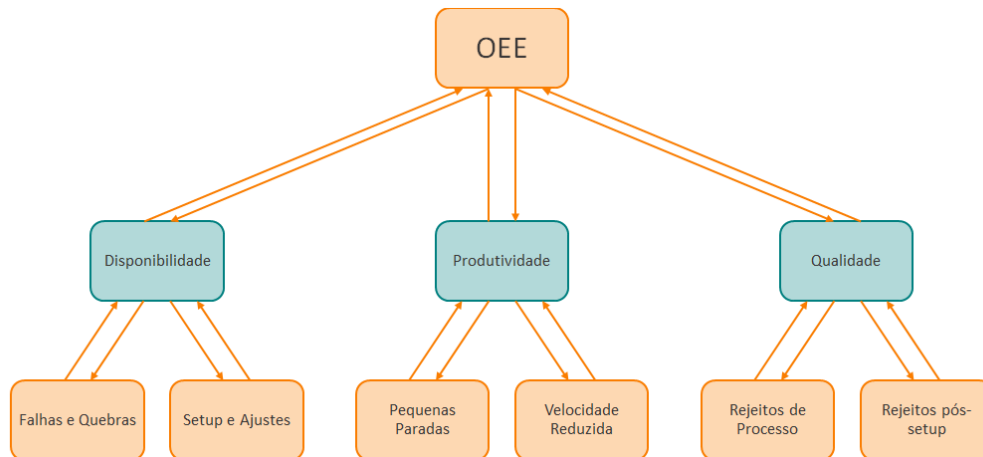
Fonte: Silveira (2012)

2.4 OEE - Eficiência Global do Equipamento

Uma das ferramentas mais importantes na filosofia TPM é a Eficiência Global do Equipamento (OEE). Segundo Azevedo(2004), OEE não serve para comparar uma máquina com outra, e sim para analisar os pontos fracos de cada uma delas. Segundo Hansen (2006), OEE é uma poderosa ferramenta de controle dos indicadores de produção utilizada para obtenção no aumento dos lucros.

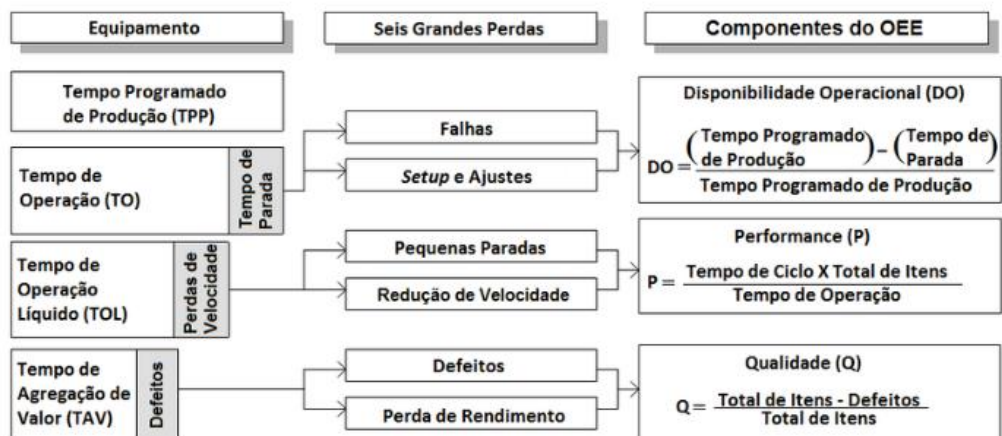
O indicador OEE é resultado da multiplicação de três parâmetros que têm um papel relevante na filosofia TPM (FUENTES, 2006). Bariani & Del'Arco Júnior (2006) definem os parâmetros como: Disponibilidade: É a quantidade de tempo em que um equipamento esteve disponível para trabalhar comparado com a quantidade de tempo em que foi programado para trabalhar. Desempenho (ou Performance): É o quanto o equipamento trabalha próximo do tempo de ciclo ideal para produzir uma peça. Qualidade: É o número total de peças boas produzidas, comparado com o número total de peças produzidas.

Figura 17 - Seis grandes perdas



Fonte: Exo consultoria (2017)

Figura 18 - Seis grandes perdas



Fonte: Braglia, Frosolini e Zammori (2009)

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Com objetivo de contextualizar o e relacionar os procedimentos empregados pelo STP- Sistema Toyota de Produção. A aplicação do TRF é necessária para reduzir desperdícios atrelados a uma busca incessante por aumento de eficiência produtiva, onde segundo (SHINGO, 2000), o SMED (*Single Minute Exchange of Die*), torna isso possível por reduzir a parada por ajuste e preparação, neste estudo caracterizado como estudo caso aplicaremos alguns dos conceitos da produção enxuta.

O presente estudo de caso Levantamento de dados utilizando a formato tipo *Survey*- pesquisa compreende no levantamento de dados em uma amostra significativa acerca de um problema a ser estudado para, em seguida, mediante análise quantitativa, obterem-se as conclusões correspondentes aos dados coletados (GIL, 1996). O estudo foi realizado em uma empresa montadora de placas eletrônicas do Sudoeste do Paraná, através da análise dos dados de preparação de montagem de máquina ou conjunto de máquinas relacionaremos bibliograficamente técnicas consultadas em livros e periódicos. Após análise dos dados como base apresentação da proposta de melhoria com utilização de melhoria do processo de preparação adquiridos durante a especialização.

O estudo de caso foi aplicado em uma das seis linhas de montagem de placas eletrônicas, no setor de SMT Tecnologia de montagem sob superfície. O Setor do SMT caso estudado produz um alto mix de produtos diferentes diariamente chegando a ter 40% de parada de máquina por Setup. A linha X1R-SMT realiza a montagem de médio e alto volume, linha esta escolhida como piloto para possível expansão nas demais linhas de montagem do setor.

A proposta de aplicação do conceito do TRF tem como objeto aumentar a eficiência da linha utilizando o máximo possível das horas disponíveis no dia. Para buscá-la a redução do tempo de parada de máquina estudaremos o fluxo de produção utilizando a ferramenta do gráfico tipo *Spaguetti* e fluxo de atividades do setup interno e externo aplicaremos em formato de A3. Com análise do estado atual separaremos atividades que podem ser realizados externamente ao setup deixando apenas o que for de extrema importância no

setup interno, para isso foram realizados acompanhamentos diários e seguiram as seguintes etapas:

- Separação do Kit de produção no estoque;
- Separação do Kit no Setup off SMT (Externo);
- Setup-on por equipamento (Interno);
- Levantamentos dos deslocamentos;
- Elaboração do mapa de fluxo atual;
- Estudos de alternativas;
- Elaboração de estudos;
- Análise de proposta.

3.1 LOCAL DA PESQUISA

A empresa atua no ramo de prestação de serviço de montagem de placas eletrônicas e está a mais de 25 anos no mercado, com aproximadamente 650 funcionários, instalada em uma estrutura com mais de 10.000m². Empresa possui em seus valores para melhor atender seu cliente com flexibilidade e agilidade acompanhado as inovações e principais tendências do mercado.

O Setor de montagem SMT realiza a montagem de mais de 280 *setups* mês, e com isso o teste proposto a ser realizado utilizará uma genérica para realizar a tomadas de tempo.

Os dados coletados para realização desta proposta de melhoria foram com base em uma das seis linhas produtivas hoje com possibilidade de expansão. Trabalho foi conduzido com objetivo de melhorar o tempo de parada entre produtos, com isso a tomada de tempos de paradas foi realizada de forma que as atividades realizadas nos processos por pequena que seja fosse mensurada e mostrada.

Como a empresa atua em turnos nesta linha especifica a equipes que realizam os setups internos, foi considerado o mesmo número de colaboradores para realização das tomadas de tempo e aplicação do SMED.

O método do SMED foi escolhido por estar diretamente relacionado à padronização e redução do tempo de paradas ou dos desperdícios no meio fabril.

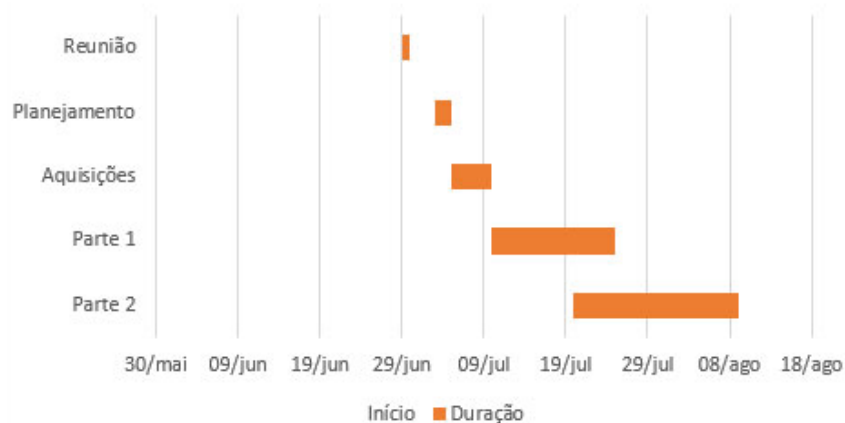
A definição das sequencias das atividades e estudo específico nos *setups* e suas variações foram realizadas com base na melhor configuração para o fluxo produtivo e redução do tempo de setup.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O setor do SMT atribuído ao projeto piloto trabalha com seis linhas com produções programadas de acordo com a necessidade do cliente desdobradas através de Gráfico de *Gantt*. Fernandes e Godinho Filho (2010) defendem que previsão da demanda, análise da capacidade é atribuída ao PCP- Planejamento e controle da produção que por sua vez realizam as programações dos produtos a serem fabricados com base de informações de estoque, disponibilidade fabril, e recursos de mão de obra e máquina. Com estas informações e realizado a programação utilizando a ferramenta de programação Gráfico de *Gantt*, com ela podemos visualizar os seguintes pontos:

- Segmentar tarefa: para segmentar em uma análise por etapas;
- Distribuir responsabilidades: atribuir responsáveis facilitar a comunicação;
- Interdependência de atividades: para conscientizar a equipe interdisciplinar (multi-setores);
- Definir prazos de entrega: o próprio gráfico auxiliar a controle no tempo para monitorar o andamento para garantir as entregas;
- Acompanhar o andamento: e empresa como um todo pode acompanhar o andamento da montagem através das etapas sendo concluídas;

Figura 19 - Gráfico de Gantt



Fonte - O Autor (2019)

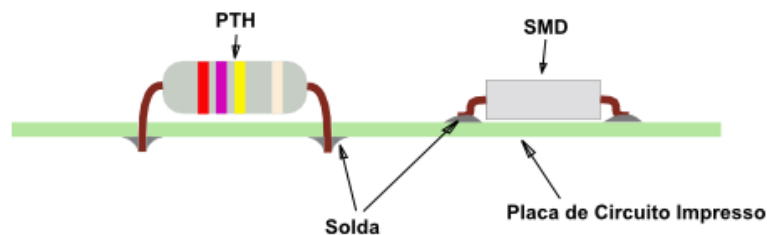
O setor de Engenharia de Processos é responsável por analisar as restrições e desenhar o fluxo produtivo atribuído à montagem e definir as etapas com base nas particularidades e peculiares de cada produto, munindo de informações o setor de planejamento PCP.

A engenharia de processo é responsável em realizar a cronoanálise de cada produto.

A empresa possui as seguintes etapas Almojarifado SMT e PTH, Montagem SMT, Montagem PTH, Pós-composição, Testes e Embalagem.

- Nos Almojarifado PTH e SMD são realizadas armazenagem de componentes e separação do Kit para os setores de SMT, PTH e Pós-composição.
- Montagem SMT- (*Surface Mount Technology*) realizasse a seguintes etapas, Aplicação de pasta de solda, montagem dos componentes na coordenada específica para cada componente, solda *Reflow* por convecção e liberação para o setor seguinte PTH.
- Montagem PTH- (*Through Hole Technology*), realiza-se a depanelização das placas e efetua-se a montagem através de furos esta tecnologia consiste em inserir os componentes com objetivo do mesmo de atravessar a placa, onde o mesmo será submetido a soldar por *Wave solder* soldagem por onda em um tanque de solda.

Figura 20 - Diferenciação entre componentes SMD e PTH



Fonte - O Autor (2019)

- Pós-composição - Etapa onde é realizado o processo pós Wave solder, reparo de soldagem montagem de chicotes teste funcional, aplicação de Coating (revestimento), montagem dos cases inspeção final e embalagem.
- Por amostragem o setor de qualidade realiza antes de expedir a produção uma inspeção na área (OBA). Após esta etapa o produto ou lote é enviado para armazém e despacho.

4.1 Processo atual

Atualmente a empresa realiza no setor do SMT nas seis linhas uma média mensal de 280 *setups*. Cada linha possui sua configuração de máquina, equipada conforme os produtos habilitados pós NPI, por determinação de engenharia. A linha X1 representa no grupo de linhas do setor uma parcela de 15% dos produtos de baixo, médio e alto volume e relativo ao número de setup representa uma parcela 20% do total mensal.

As etapas são semelhantes entre linhas o Kit produtivo é separado pelo estoque SMD (*Surface Mounting Device* - Componente Para Montagem em Superfície), um dia antes da montagem do produto, podendo sofrer mudanças na sequência a ser produzida por determinação do PCP. Hoje a empresa produz cerca de 600 produtos diferentes que por sua vez variam de produtos sazonais de baixo, médio e alto volume. O setor do PCP conta com uma planilha de carga que dispõem as linhas habilitadas para determinado produto de acordo com sua respectiva taxa horaria. A empresa possui um sistema de supermercado controlado, pois as áreas posteriores precisam ser abastecidas conforme

desdobramento de programação nas etapas de PTH, Pós-composição e *Coating*.

O *Setup* de máquina possui um tempo estimado contando com recurso específico máquina e mão de obra. Para o *Setup* Interno já com a máquina parada ou sendo um mal necessário, pois não agrega valor ao produto.

O Estoque SMD realiza a separação de cada Kit produtivo de acordo com o *Gantt*, após a separação encaminha a área de *Setup-off*. O Kit é liberado alocado em caixas de marfenite, nas seguintes dimensões. Tamanho A (C:75cm X L:56cm X A:42cm) Tamanho B C:72cm XL:35cm XA:35cm)

Os fluxos dos processos de separação Estoque SMD, *Setup-off* SMT (externo) e *Setup-On* (Interno) que cada produção é submetida estão descritas nas figuras abaixo:)

Quadro 3 - Etapas de separação de estoque SMD

ETAPA SEPARAÇÃO ESTOQUE SMD	
Nº	Atividade
1	Verificação do plano de produção fonte PCP
2	Separação das PCI's (placas de circuito impresso)
3	Alocação das PCI em caixa de marfenite
4	Separação dos componentes
5	Alocação dos componentes em caixa de marfenite
6	Retirada das Etiquetas de rastreabilidade no setor de impressão
7	Impressão da folha de rosto da ordem de produção
8	Verificação via SAP o pagamento total da ordem
9	Liberação do Kit para Setor de Setup -Off SMT

Fonte - O Autor (2019)

Quadro 4 - Etapas do Setup Off SMT

ETAPA SEPARAÇÃO SETUP OFF SMT	
Nº	Atividade
1	Verificação do plano de produção fonte PCP
2	Retirada da Ficha técnica do produto no endereço do armário
3	Preenchimento do Relatório de produção SMT
4	Separação dos componentes um item de cada material BOT e TOP
5	Alimentação dos Alimentadores de máquina
6	Transferência dos materiais sistemicamente para máquina
7	Alimentação dos componentes do Lado BOT primeiro lado
8	Alimentação dos componentes do Lado TOP segundo lado
9	Liberação do banco de Alimentadores para Setup-ON na linha

Fonte - O Autor (2019)

Quadro 5 - Etapas de Setup-On SMT

ETAPA SETUP-ON NA LINHA SMT	
Nº	Atividade
1	Verificação do Líder para início do Setup
2	Carregamento da receita (programa da máquina)
3	Carregamento dos <i>Nozzles</i> (ferramental)
4	Setup da <i>printer</i> - Impressão da pasta de Solda
5	Carregamento do perfil do forno <i>Reflow</i>
6	Carregamento dos componentes das máquinas
7	<i>Feeder Setup</i> nas máquinas (Validação da posição)
8	Montagem da placa Modelo (placa de validação de processo)
9	Liberação da placa modelo pós conferência com auxílio da Ficha técnica
10	Liberação da primeira placa no sistema SAP pelo Líder

Fonte - O Autor (2019)

Histórico de 2019 tempos de setup dos 10 produtos de maior frequência onde o tempo médio de *setup* entre eles ficou 138 min.

Tabela 1 - Tempos de setup da linha X1

TEMPO DE SETUP'S SMT X1 Mês de Agosto 2019			
Linha	Produto	Tempo Min	Numero de HC
X1	A1	180	3
X1	B1	170	4
X1	C1	256	3
X1	D1	270	2
X1	E1	69	2
X1	F1	175	3
X1	G1	320	4
X1	H1	285	2
X1	I1	185	3
X1	J1	40	4
	Tempo médio na Linha (Min)	138	

Fonte - O Autor (2019)

O produto destacado na Tabela 1 de tempo de *Setup* acima sinalizado via código "E1 = 1º lado (Bot do Produto) e F1= 2º Lado (Top do Produto), tempos

de 69 min para setup do lado Bot e 175 min para o lado Top. Possui demanda mensal fixa, sendo que os demais são sazonais não produzem todo mês.

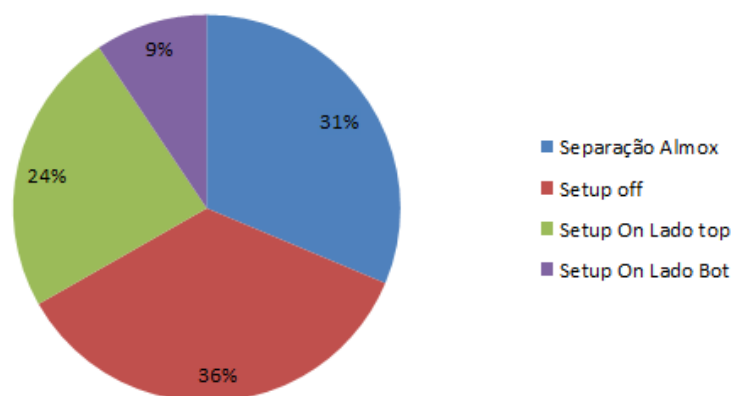
Tabela 2 - Tempos de Setup do produto

TEMPOS DE SETUP DO PRODUTO "E1" e "F1"	
Etapas	tempo em min
Separação Almox	230
Setup off	260
Setup On Lado top	175
Setup On Lado bot	69

Fonte - O Autor (2019)

Figura 21 - Tempos de setup por atividade

Setup Formato Atual



Fonte - O Autor (2019)

Utilizando a técnica de Diagrama de espaguete: que é uma ferramenta capaz de medir os deslocamentos dos operadores em uma determinada operação, através dessas distancias melhora a capacidade de identificar a necessidades de resenhar o fluxo, deslocando os operadores e minimizados os espaços entres os processos. Constatado para cada ordem de produção é percorrido em média 1184 metros da Etapa Separação do KIT até termino de *Setup* na linha de produção SMT, (FAVERI, 2013).

O estoque SMD realiza a separação das ordens de produção somente em horário comercial. A disposição física entre os componentes no estoque SMD é subdividida por tipos de materiais para auxiliar na armazenagem, pois segundo Slack (2009) as consequências de um arranjo físico inadequado que pode levar

padrões de fluxo e tempos de processo muito longos ocasionando perdas na produção ou atraso na separação dos materiais.

No *setup-off* SMT conforme a programação da produção é realizada a separação dos componentes conforme lado a ser montado em linha indicado pela engenharia industrial.

Após acompanhamento de produção através da programação disponibilizado pelo PCP, a produto a ser montado é sequenciado para ser realizado o *setup*- Interno.

Figura 22 - Linha do tempo das etapas do setup

LINHA DO TEMPO - ATUAL	
Separação SMT Bot e Top	230 min
Setup Off Bot e Top	260 min
Setup On Top	175 min
Setup On Bot	69
TEMPO PROCESSAMENTO	734 min= 12h 14 min

Fonte - O Autor (2019)

O tempo de *setup* para o setor é SMT é algo fundamental, pois quanto menor o tempo de parada de linha, maior é flexibilidade de montagem produzir mais com menos recursos.

O setor possui o indicador OEE Eficiência Global do Equipamento, que por sua vez dentro do pilar Disponibilidade contem o tempo de setup como.

4.2 PROCESSO PROPOSTO

O processo de *setup-off* SMT é considerado dentro produção um reprocessamento, quando o Kit de montagem chega no setor em caixas é retirado os componentes das caixas e separada novamente para alimentar nos *feeder's* o lado que irá ser produzido primeiro. Analisando para este processo ocorrem os seguintes desperdícios.

- Tempo de espera: Excesso de caixas de ordens a entrar em linha.
- Transporte: etapas distantes entre Estoque SMD, *Setup off* SMT e linha de produção;

- Processamento: Processos desnecessários no estoque SMD alocado e caixas, no *setup-off* retirado das caixas e separação dos componentes para realizar o sequenciamento de linha.
- Estoque: cada posto com excesso de matéria prima ou estoque se a devido pedido do cliente acumulo de caixas dentro do estoque SMT do Kit sendo separados e no *Setup off* aguardando sequenciamento para entrar em linha
- Movimentação: Movimentação que dificultando a fluidez produtiva os componentes saem do estoque e vai para área produtiva e após vai para linha.

Os 280 setups realizados em média realizados mensalmente utilizam o recurso de 6 linhas no período de 2 turnos de trabalho. As programações de linha pelo tamanho da ordem de produção chegam a ser separadas com um dia de antecedência, para isso é possível atrás da ferramenta de Kanban onde parte do pressuposto de que não se deve produzir nada até que o cliente (interno ou externo) de seu processo solicite a produção de determinado item. Neste sentido, conforme aponta TUBINO (2000).

O processo produtivo ideal é produzir somente na hora que o cliente necessita sem estoques intermediários. Conforme Lubben (1989), a filosofia da manufatura *Just In Time* é operar um sistema de produção simples e eficiente capaz de otimizar o uso dos recursos equipamento de mão-de-obra.

Através deste estudo busca-se realizar o setup de máquina de forma que alimentação dos componentes seja sequenciada diretamente do estoque SMD até a linha produtiva do primeiro ao último tipo de componente direto na posição conforme a posição da máquina.

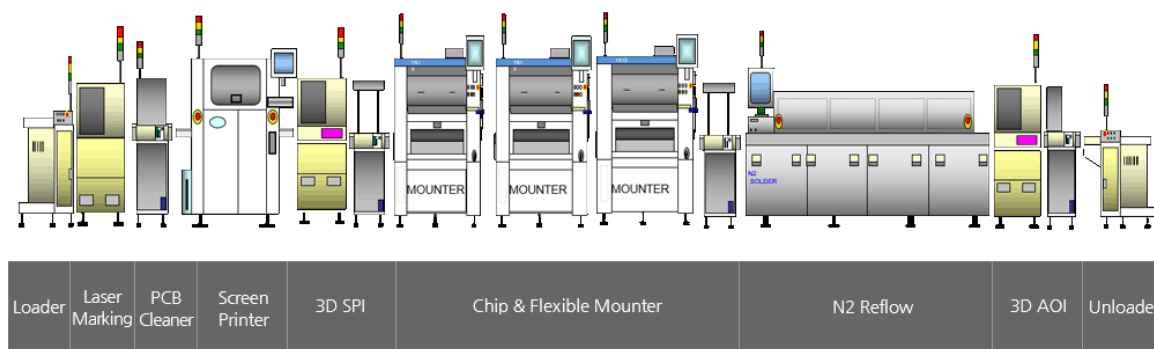
Ocasionalmente o ganho em não realizar movimentação e reprocessamento. Com isso a etapa de *setup-off* que atualmente ocorre em serie passara a ocorrer em paralelo com separação com tempo de 4 horas de antecedência de terminar o produto A, garantindo a entrada do produto B.

Figura 23 - A Linha de produção X1



Fonte - A empresa (2019)

Figura 24 - Configuração da linha X1



Fonte - O Autor (2019)

A produção trabalhando de forma sequenciada com estoque trabalhando em paralelo com a produção podem realizar separação e preparação do Kit de montagem no dia. Conforme esboço proposto abaixo.

Figura 25 - Linha do tempo de setup - método proposto

LINHA DO TEMPO - FORMATO PROPOSTO	
Separação SMT Bot e Top	230 min
Setup Off Bot e Top	260min
Setup On Top	90 min
Setup On Bot	45
TEMPO PROCESSAMENTO	395 min= 6h 14 min

Fonte - O Autor (2019)

Para que a proposta funcione e necessário aperfeiçoar etapas dentro do *Setup* externo e interno forme descritivo abaixo.

Quadro 6 - Etapas de separação no estoque

ETAPA SEPARAÇÃO ESTOQUE SMD + SETUP OFF	
Nº	Atividade
1	Verificação do plano de produção fonte PCP
2	Separação das PCI's (placas de circuito impresso)
3	Alocação das PCI em caixa de marfenite
4	Separação dos componentes
5	Alocação dos componentes em caixa de marfenite
6	Alimentação no <i>Feeder</i> nos Bancos de alimentados das máquinas
7	Retirada das Etiquetas de rastreabilidade no setor de impressão
8	Impressão da folha de rosto da ordem de produção
9	Verificação via SAP o pagamento total da ordem
10	Liberação do Kit para Setor de Setup -Off SMT

Fonte - O Autor (2019)

Quadro 7 - Etapas do setup-On

ETAPA SETUP-ON NA LINHA SMT	
Nº	Atividade
1	Verificação do Líder para início do <i>Setup</i>
2	Carregamento da receita (programa da máquina)
3	Carregamento dos <i>Nozzles</i> (ferramental)
4	Setup da <i>printer</i> - Impressão da pasta de Solda
5	Carregamento do perfil do forno <i>Reflow</i>
6	Carregamento dos componentes das máquinas
7	<i>Feeder Setup</i> nas máquinas (Validação da posição)
8	Montagem da placa Modelo (placa de validação de processo) - Modelo na AOI –Inspeção Automática. Liberação do Lote pelo Líder.

Fonte - O Autor (2019)

Os componentes sequenciados alimentados no banco de alimentadores facilitam e aperfeiçoam a troca de ferramenta, pois contempla externamente a réplica da frente da máquina com isso a produção ganha em agilidade, abastecimentos de componentes durante o processo através de solução disponibilizada pelo setor de TI fabril (Tecnologia da Informação), um *Poka Yoke* que não permite que o processo passe para o próximo posto sem que haja o devido abastecimento dos componentes na sua respectiva posição.

Nesse caso, o tempo de separação do Kit até mais *setup off* reduziria de 46% e tempo de *setup-online*.

Figura 26 - Banco de feeder



Fonte - A empresa (2019)

Figura 27 - Frente da máquina codificada com sistema Poka Yoke



Fonte - A empresa (2019)

5 CONCLUSÕES

O projeto contempla diversas ferramentas estudadas do *Lean Manufacturing*, dentre eles *Kanbam*, *Kaizen*, TRF- Troca Rápida de Ferramenta. Para isso o sequenciamento de ordens de produção para realização da separação em menor espaço de tempo exigiu organização das áreas para seguir as sequências determinadas pelo *setup* em linha. A produção conforme o término de cada ordem puxava a separação e preparação do produto a ser montado com isso estima-se ganho de 30% no tempo de Setup dentro do universo de 280 *setups* mês. O tempo de separação do Kit mais *setup-off* reduziria de 46% e tempo de setup on-line redução 44%.

Neste trabalho não foi completado a necessidade de ferramental para realização da expansão para as demais linhas do setor de SMT. Conforme o objetivo da produção flexível é ajustar rapidamente o volume e o mix de produtos fabricados à demanda do mercado. O TRF aplicada na produção SMT possibilita junto à área de separação do KIT de produção o processo Just in time “na hora certa” ou “momento certo” para linha produtiva.

Para trabalhos futuros pode ser realizado um trabalho de redução do WIP– *Work In Process*, é composto por peças que estão em processo de fabricação, ou em subconjuntos que são armazenados para compor o produto final, entre SMT e PHT. Hoje o SMT necessita manter um estoque mínimo de três dias devido à necessidade em atender a demanda diária e sazonalidade de alguns produtos. Com a redução do tempo de *setup* esta proposta se torna possível.

REFERÊNCIAS

AMMERMAN, MAX. **The Root Cause Analysis Handbook: a simplified approach to identifying, correcting, and reporting workplace errors.** Portland: Productivity, 1998.

BARIANI, LAERCIO. **Utilização da tecnologia da informação por grupos integrados de manufatura para o controle de indicadores de produção enxuta.** Revista de Ciências Humanas, Taubaté, v.12, n.1, p. 67-79, jan./jun, 2006.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Controle da Qualidade Total.** Rio de Janeiro: Editora Bloch, 3ª edição, 1992.

CUNHA, LUCIANE DE OLIVEIRA; ALVES, JOÃO MURTA. A energia que move a produção: um diálogo sobre a integração, projeto e sustentabilidade: Análise crítica do método para criar fluxo contínuo. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXVII, 2007, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ENEGEP, 2007.

DESCONHECIDO. Você sabe o que é o sistema Andon e como ele pode ajudar sua empresa? 2018. Disponível em: <<https://engprocess.com.br/sistema-andon/>>. Acesso em: 06 out. 2019.

DESCONHECIDO. Sistemas à Prova de Erros (Poka Yoke) 2019. Disponível em: <<https://www.nortegubisian.com.br/blog/sistemas-a-prova-de-erros-poka-yoke>>. Acesso em: 06 out. 2019.

DURANTE, FELIPE GASPAR; FILHO, MAURO REZENDE. Aumento da disponibilidade de uma linha SMT através da redução do tempo de setup. Simpósio de Engenharia de Produção, V, 2017, Joinville. **Anais...** Joinville: SIMEP, 2017.

FERREIRA, CINTIA DA PAIXÃO. Otimização de recursos e desenvolvimento: Diagnósticos dos gargalos de um sistema produtivo da empresa B no seguimento de acrílico: Estudo de caso. Simpósio de excelência em gestão e tecnologia, XII, 2015, Resende. **Anais...** Resende: SEGET, 2015.

FOGLIATTO, FLÁVIO SANSON; **Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso.** Gest. Prod. [online]. 2003, vol.10, n.2, pp.163-181. ISSN 0104-530X.

FUENTES, ESPINOSA; FÉLIX, FERNANDO. **Metodologia para inovação da gestão de manutenção industrial.** 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

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

GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente Just-in-Time.** Prod.. 1996, vol.5, n.2, pp.169-189.

GOLDRATT, ELIYAHU M. e COX, JEFF. **A Meta**: Um processo de melhoria contínua. São Paulo: Nobel. 2002.

IMAI, M. **Gemba-Kaizen**: estratégia e técnicas do Kaizen no piso de fábrica. São Paulo: IMAN, 1996.

ISHIKAWA, K. **Controle da qualidade total: A maneira Japonesa**. Rio de Janeiro-RJ: Editora Campus. 1993. 29p.

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

JUNQUEIRA, M. N.; SALOMÃO, S.; QUEIROZ, G. A.; IANNONI, J. R. Perspectivas globais para a engenharia de produção: Utilização da ferramenta de Gantt no processo produtivo de uma empresa de equipamentos médicos de Franca - SP. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXXV, 2015, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ENEGEP, 2012.

KISHIDA, MARINO. **O Círculo de Kaizen para sustentação do lean**. Disponível em <http://www.lean.org.br> Acesso em 06 out 2019.

KOSAKA, GILBERTO. **Trabalho da Máquina vs. Trabalho do Homem**. Disponível em <<https://www.lean.org.br/artigos/381/trabalho-da-maquina-vs-trabalho-do-homem.aspx>> Acesso em 06 out 2019.

LUBBEN, RICHARD T. **Just in time, uma estratégia avançada de produção**, São Paulo: McGraw- Hill, 1989

MENDES, LÚCIO GALVÃO. **Método para a redução de setup baseado na abordagem de melhoria continua Toyota Kata**. 119 f. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MIGUEL, PAULO AUGUSTO CAUCHICK. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para a sua condução. **Produção**, 2007; São Paulo, SP, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.

MONDEN, Y.: **Sistema Toyota de Produção**. IMAM, São Paulo, SP, Brasil, 1984.

MORAES, LUIZ HENRIQUE; SANTORO, MIGUEL CEZAR. Medida de eficiência em linhas de produção. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXVI, 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ENEGEP, 2006.

MOURA, REINALDO. A., 1989, **Kanban- A simplicidade do controle da Produção**. São Paulo. IMAM.

NOGUEIRA, LÚCIO JOSÉ MARTINS. **Melhoria da qualidade através de sistema Poka Yoke**. 51 f. 2012. Trabalho de conclusão de curso (mestrado em

Engenharia metalúrgica e de materiais), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

OLIVEIRA, OTÁVIO J. **Gestão da Qualidade: Tópicos Avançados**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

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

PAIVA, A. A.; AMARAL, H. V.; BARBOSA, M. V.; LUCAS, G. A. P.; COUTINHO, R. E. T. Gestão e Tecnologia para a Competitividade: Otimização de recursos e desenvolvimento: Análise de tempos de setup no processo produtivo de embalagens metálicas. Simpósio de excelência em gestão e tecnologia, X, 2013, Resende. **Anais...** Resende: SEGET, 2013.

PEINADO, JURANDIR; GRAEML, ALEXANDRE R. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**, Curitiba: UnicenP, 2007.

PIRES, ADRIANA CRUZ DO BONFIM. A implantação do Gemba do círculo de kaizen. X Congresso Nacional de excelência em gestão, 2014, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2014.

REZENDE, D. M.; SILVA, J. F.; MIRANDA, S. M.; BARROS, A. Lean Manufacturing: Redução de desperdícios e a padronização do processo. 2015, Associação Educacional Dom Bosco, Resende. **Anais...** Resende: AEDB, 2015.

ROTHER, M. & SHOOK, J.: **Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda**. The Lean Enterprise Institute, Brookline, EUA, 1999.

SILVA, MICHEL CARVALHO DA. **Programa 5S – Qualidade total**. 41 f. 2011. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Administração), Fundação Educacional do Município de Assis, Assis.

SHINGO, SHIGEO. **Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-Yoke System**, Portland: Productivity Press, 1985

SLACK, N., CHAMBERS, S., HARLAND, C., HARRISON, A., JOHNSTON, R., **Administração da Produção**, São Paulo, Atlas, 1996.

TENNANT, CHARLES; ROBERTS, PAUL. **Hoshin kanri: implementing the catchball process**. Long Range Planning, Vol. 34 No. 3, pp. 287-308, 2001.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1995.

Y. SUGIMORI, K. KUSUNOKI, F. CHO & S. UCHIKAWA. **Sistema Toyota de produção e sistema Kanban Materialização do sistema Just-in-time e respeito pelo humano**, International Journal of Production Research, 15: 6, 553-564.

YANG, TSUNG-MING; SU, CHAO-TON. **Application of Hoshin Kanri for productivity improvement in a semiconductor manufacturing company.** Journal of Manufacturing Technology Management. V.18, n.6, p.761-775, 2007.

BESSANT, J.; CAFFYN, S.; GALLAGHER, M. **An evolutionary model of continuous improvement behavior.** Technovation, v. 21, p. 67-77, 2000. [http://dx.doi.org/10.1016/S0166-4972\(00\)00023-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0166-4972(00)00023-7).

OHNO, Taiichi (1988) **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997 (edição norte-americana de 1988 e primeira edição japonesa de 1978).

Worren, N.; Moore, K. e Cardona, P., **“Modularity, Strategic Flexibility, and Firm Performance: A Study of Home Appliance Industry”**, Strategic Management Journal, Vol. 23, Nº. 12, December, 2002, pp. 1123-1140.