

CENTRO UNIVERSITÁRIO FACVEST – UNIFACVEST
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FERNANDA DE ARAÚJO RAFAELI

**FERRAMENTA A PROVA DE FALHAS PARA A MELHORIA CONTÍNUA DE
PROCESSOS PRODUTIVOS ENXUTOS**

LAGES – SC, 2019

CENTRO UNIVERSITÁRIO FACVEST – UNIFACVEST
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FERNANDA DE ARAÚJO RAFAELI

**FERRAMENTA A PROVA DE FALHAS PARA A MELHORIA CONTÍNUA DE
PROCESSOS PRODUTIVOS ENXUTOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia de Produção do Centro Universitário Facvest - UNIFACVEST, como partes dos requisitos para obtenção do título de Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Botan.

LAGES – SC, 2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço este trabalho de conclusão de curso em primeiro lugar a Deus, Nosso Criador, que nos proporcionou com o dom da vida até o prezado momento, e acreditamos que nos proporcionará muito mais ainda em plenitude.

Agradeço a minha querida e amada família, que sempre me apoia, encoraja e que acredita em mim, e no meu potencial. Agradeço a empresa que abriu as portas para o trabalho.

RESUMO

O tema abordado para o desenvolvimento desse estudo de revisão bibliográfica trata-se de aplicações de ferramentas para a melhoria contínua, especificamente a utilização da metodologia de *Lean manufacturing* (produção enxuta) visando a eliminação de desperdício no seu processo produtivo. Diante de um cenário bastante competitivo, empresas buscam as melhores estratégias de produção para se sobressair diante de suas concorrentes. Para que tal vantagem competitiva aconteça é necessário focar na eliminação de desperdícios, automaticamente diminuindo custos para a organização. A escolha da metodologia *Lean Manufacturing* para o estudo, é, devido ser uma ferramenta de melhoria, onde busca-se eliminar qualquer tipo de atividade que não gere valor para o cliente, ou seja, aquilo que o cliente não está disposto a pagar. Nesta revisão bibliográfica será apresentada a metodologia da produção enxuta, visto como sua história, seus princípios, seus desperdícios, juntamente com a ferramenta “a prova de falhas” popularmente conhecido como *Poka-Yokes* que são dispositivos contra falhas humanas, finalizando com cases de sucesso de empresas que utilizam a metodologia.

Palavras chaves: Produção enxuta; melhoria contínua; Poka-Yokes.

ABSTRACT

The topic addressed for the development of this bibliographic review study is the application of tools for continuous improvement, specifically the use of Lean manufacturing methodology aiming at the elimination of waste in its production process. Faced with a very competitive scenario, companies seek the best production strategies to stand out from their competitors. For such a competitive advantage to occur, it is necessary to focus on the elimination of waste, automatically reducing costs for the organization. The choice of the Lean Manufacturing methodology for the study is, due to being an improvement tool, where it is sought to eliminate any type of activity that does not generate value for the client, that is, what the client is not willing to pay. In this literature review, the lean production methodology will be presented, as its history, its principles, its wastes, along with the "fail-safe" tool popularly known as Poka-Yokes that are devices against human failures, ending with cases of success of companies that use the methodology.

Key words: Lean manufacturing, continuous improvement, Poka-Yokes.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	OBJETIVOS	2
2.1	Objetivo Geral	2
2.2	Objetivos Específicos	2
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3.1	A ORIGEM DA PRODUÇÃO ENXUTA	3
3.2	OS GURUS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	4
3.2.1	SAKICHI TOYODA	4
3.2.2	KIICHIRO TOYODA	5
3.2.3	EIJI TOYODA	5
3.2.4	TAIICHI OHNO	5
3.2.5	SHIGEO SHINGO	5
3.2.6	FUJIO CHO	5
3.3	DEFINIÇÕES DE DESPERDÍCIOS	6
3.3.1	OS SETE DESPERDÍCIOS POR TAICHI OHNO	6
3.3.2	OS DEZESSEIS DESPERDÍCIOS PELO JIPM	10
3.3.3	DESPERDÍCIOS POR JOSEPH JURAN	11
3.4	PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO ENXUTA	11
3.4.1	VALOR	11
3.4.2	CADEIA DE VALOR	12
3.4.3	FLUXO DA CADEIA DE VALOR	12
3.4.4	PRODUÇÃO PUXADA	12
3.4.5	BUSCA PELA PERFEIÇÃO	12
3.5	OS QUATORZE PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO ENXUTA POR WILLIAM EDWARDS DEMING	13
3.6	POKA-YOKE	15
3.6.1	HISTÓRIA	15
3.6.2	APLICAÇÃO DA FERRAMENTA	15
3.6.3	POKA-YOKE DE PREVENÇÃO	15
3.6.4	POKA-YOKE DE DETECÇÃO	15
3.6.5	POKA-YOKE DE CONTROLE	16
3.6.5	POKA-YOKE DE ADVERTÊNCIA	16

4. MATERIAIS E MÉTODOS	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	18
5.1 APRESENTAÇÃO DE CASOS	20
6. CONCLUSÃO	24
7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dispositivo de <i>Poka-Yoke</i> “gabari”, (MARQUES, 2014)	22
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Excesso de Produção. Fonte: FM2S (2018)	6
Tabela 2 - Espera. Fonte: FM2S (2018)	7
Tabela 3 – Transporte. Fonte: FM2S (2018)	7
Tabela 4 – Movimentação. Fonte: FM2S (2018)	8
Tabela 5 – Defeitos. Fonte: FM2S (2018)	8
Tabela 6 - Excesso de processamento. Fonte: FM2S (2018)	9

1. INTRODUÇÃO

A produção enxuta, como também é chamada *lean manufacturing*, produção puxada ou sistema Toyota de produção é um método de produção criado pela Toyota por volta da década de 50, no Japão. Surgiu devido à falta de recursos e pela baixa produtividade que a indústria japonesa sofria na época pelos efeitos da segunda guerra mundial, onde o Japão saiu devastado, sem recursos para investimentos na produção em massa, característicos do modelo vigente na época de Henry Ford e General Motors.

Esse procedimento desenvolvido por Frederick Taylor e Henry Ford, tentava reduzir os custos por meio da produção em grande escala, onde o principal problema era a operação com grande estoque, onde também não havia grande preocupação com a qualidade do produto final.

Com o pensamento enxuto, o foco principal é impulsionado pela necessidade de fazer mais com menos, colocar o trabalho na melhor sequência executável. Aperfeiçoar a organização de modo a satisfazer às necessidades do cliente em pequeno prazo, com alta qualidade e baixo custo. Envolver e integrar todas as partes da organização, visar à eliminação crescente do desperdício, focando na eficiência do processo, assim trabalhando apenas com o necessário.

Assim este trabalho de conclusão de curso desenvolveu um estudo de revisão bibliográfica visando explicar o conceito de produção enxuta e mostrar as inúmeras vantagens que ela pode gerar em uma organização. Primeiramente, realiza-se uma breve apresentação histórica da produção enxuta, seus princípios e desperdícios que este sistema procura eliminar, e em seguida será apresentada uma das principais ferramentas utilizadas para atingir os objetivos da produção enxuta o “*Poka-Yoke*”, um termo japonês criado por Shigeo Shingo engenheiro da companhia Toyota em 1960, que significa “a prova de erros”, visando à diminuição de falhas humanas no processo produtivo. Diante desse pressuposto, a utilização do pensamento enxuto tem trazido resultados positivos para as empresas que praticam a filosofia de produção enxuta, eliminando toda e qualquer forma de perda no processo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Apresentar uma revisão bibliográfica sobre as inúmeras vantagens que o pensamento enxuto pode trazer para uma organização focando na utilização da ferramenta *Poka-Yoke*.

2.2 Objetivos Específicos

- Levantar da revisão teórica da produção enxuta.
- Princípios da produção enxuta;
- Desperdícios da produção enxuta;
- *Poka-Yoke* para eliminação de falhas humanas no processo de produção.
- Apresentar estudos de casos de empresas que utilizam a metodologia *lean manufacturing*

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A ORIGEM DA PRODUÇÃO ENXUTA

O termo produção enxuta foi definido por James P. Womack e Daniel T. Jones (1990) em seu livro “A máquina que Mudou o Mundo”. As origens da produção têm sua base no Sistema Toyota de Produção (STP), que tem como principal objetivo produzir cada vez mais com cada vez menos (TOLEDO, 2014).

A Toyota foi a grande referência para o sistema de produção enxuta. As contribuições de Ohno e Shigeo Shingo relatando suas experiências na Toyota foram o marco para que James Womack e seus colaboradores pudessem dar início as definições do que seria este pensamento, esclarecendo a metodologia do STP. (RODRIGUES, 2014).

O sonho de um novo sistema de produção, surgiu nos anos 50, em meio às dificuldades que a companhia Toyota vivenciava na época, efeitos gerados pela segunda guerra mundial. A sua falta de recursos e produtividade baixa impediam que a Toyota implementasse um sistema de produção em massa, criados por Henry Ford e Frederick Taylor. (WOMACK, 1990).

Contudo, as bases principais para este conceito têm início muito antes da fundação da empresa em 1937, princípios criado por Sakichi Toyoda (1867-1930). Sakichi ao observar o tear manual de sua mãe, em busca de facilitar seu manuseio, passa a desenvolver o tear automático, com mecanismos que faziam com que a máquina parasse imediatamente caso houvesse alguma anormalidade, surgindo o conceito de automação, separando o homem da máquina. A automação (*Jidoka*) que mais tarde se tornaria um dos pilares do STP. (ALVES, 2010).

Sakichi Toyoda se muda para Tóquio em meados de 1890 para a comercialização de seus teares, casa-se e tem um filho, Kiichiro Toyoda (1894-1952). (ALVES, 2010).

Em 1910, Sakichi viaja aos Estados Unidos, onde se apaixona pelo mundo dos automóveis. De volta ao Japão Sakichi vende sua empresa de teares e junto ao seu filho Kiichiro fundam a Toyoda Spinning and Weaving Co. Ltd. (ALVES, 2010)

Com a morte de seu pai em 1930, Kiichiro segue com as ideias de Sakichi e inicia seus estudos para o desenvolvimento do automóvel, Kiichiro desenvolve seu primeiro protótipo de automóvel e então em 1937 nasce a Toyota Motors, Kiichiro antes de fundar a Toyota determina que sua empresa não tenha excesso de estoque e busca parcerias com seus fornecedores para buscar nivelar a produção, com isso nasce o conceito e o segundo pilar do STP, o *Just-in-time*, fazer apenas o necessário. (ALVES, 2010).

Eiji Toyoda (1913-2013), primo de Kiichiro começa a fazer parte da empresa, como supervisor da nova linha de produção. Para se reconstruir dos prejuízos gerados pela segunda guerra mundial, Eiji busca conhecer a gestão de seus concorrentes na época e contrata o engenheiro Taiichi Ohno (1912-1990), juntos viajam para os Estados Unidos em busca de ideias para criarem um sistema que fizessem o Japão alcançar os EUA em três anos, caso contrário à indústria automobilística não sobreviveria. (ALVES, 2010).

Eiji e Ohno definem a base do STP à eliminação de desperdício, buscando eliminar tudo o que não gera valor ao produto final. Toyota passa a produzir pequenos lotes com grande variedade de produtos, trabalhadores desenvolvem tarefas multifuncionais e a alta preocupação com a qualidade. A resposta foi extremamente positiva, empresas começaram a partir de então, influenciar-se no sistema desenvolvido por Ohno e Eiji. A Toyota começa a expandir seus negócios e cada vez mais aperfeiçoando seu sistema de produção, desenvolvendo novas ferramentas para atingir o foco de eliminar desperdícios e sustentar os dois pilares *do STP*, no momento exato (*Just-in-time*) e automação (*Jidoka*). (ALVES, 2010)

3.2 OS GURUS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

3.2.1 SAKICHI TOYODA

Sakichi Toyoda (1867-1930) revolucionou a indústria têxtil no século XIX com sua invenção da primeira máquina de tear automática no Japão, com dispositivos de segurança que faziam com que a máquina parasse imediatamente caso houvesse alguma anomalia em seu processo de produção. (RODRIGUES, 2014).

3.2.2 KIICHIRO TOYODA

Kiichiro Toyoda (1894-1952) filho de Sakichi, criou em 1933 a Toyota Motors Corporation. Desde o início sempre buscou e incentivou melhorias para eliminação de desperdícios. (RODRIGUES, 2014).

3.2.3 EIJI TOYODA

Eiji Toyoda (1913 -) primo de Kiichiro Toyoda e sobrinho de Sakichi. Eiji foi responsável pelos grandes questionamentos que deram início ao STP, graças as suas visitas em plantas de indústrias automobilísticas da época. (RODRIGUES, 2014).

3.2.4 TAIICHI OHNO

Taiichi Ohno (1912 - 1990) era um engenheiro mecânico nascido na China, e ex vice-presidente da Toyota, considerado o criador do STP. Teve seu início na companhia em 1933 onde começou a desenvolver as ideias de Kiichiro para a eliminação de desperdícios e redução das perdas de produção. Além do STP, Ohno também desenvolveu a filosofia no momento exato (*just in time*). (OHNO, 1997).

3.2.5 SHIGEO SHINGO

Shigeo Shingo (1909 - 1990) foi consultor da Toyota, colaborando intensamente no desenvolvimento das ideias de Ohno. Autor de vários livros e responsável pelo desenvolvimento de várias técnicas utilizadas hoje no mundo, entre uma delas a troca rápida de ferramentas (SMED). (WOMACK, JONES, 1996)

3.2.6 FUJIO CHO

Fujiu Cho (1937 -) ex-presidente da Toyota desenvolveu a casa do STP, onde apresentava de forma objetiva e clara todas as ações, metodologias e programas do STP. (WOMACK, JONES, 1996)

3.3 DEFINIÇÕES DE DESPERDÍCIOS

3.3.1 OS SETE DESPERDÍCIOS POR TAICHI OHNO

O foco da produção enxuta tem como base a eliminação de desperdícios ou muda, como define Taichi Ohno. Que seriam qualquer etapa ou processo produtivo que não geram valor para o cliente final. Podendo-se produzir mais com a mesma força de trabalho ou até menos. Ohno juntamente com Shigeo Shingo, executivo da Toyota definem como os principais desperdícios, considerando não somente a produção, mas em todas as outras atividades da organização, a superprodução, espera, transporte, processos, estoque, movimentação e produtos defeituosos. (WOMACK, JONES, 1996).

Toda a atividade que gasta energia, mão-de-obra sem gerar valor ao cliente, ou seja, aquilo que o cliente não está disposto a pagar. (FM2S).

3.3.1.1 DESPERDÍCIO DE SUPERPRODUÇÃO

O desperdício de superprodução é associado à produção em excesso, quantidades elevadas que não condizem com a demanda atual de mercado, gerando grandes estoques. (RODRIGUES, 2014).

Tabela 1 - Excesso de Produção.

Tipo de Desperdício	Definição	Exemplos	Causas	Mudanças
Excesso de Produção	Produzir mais itens do que cliente necessita neste momento	Produzir mais para reduzir setups Processamento em lotes grandes	Previsões incorretas Setups demorados Erros no processo	Programação puxada Redução de tamanho de lote Nivelamento da carga Redução do tempo de setup TPM

Fonte: FM2S (2018)

3.3.1.2 DESPERDÍCIO DE TEMPO DE ESPERA

O desperdício por tempo de espera está associado ao material que espera para ser processado, mão-de-obra, peças ou equipamentos, o que acaba gerando filas e atrasando os demais processos. (RODRIGUES, 2014).

Tabela 2 - Espera.

Tipo de Desperdício	Definição	Exemplos	Causas	Mudanças
Espera	Tempo ocioso porque materiais, pessoas, equipamentos ou informações não estão prontos	Espera por peças	Produção empurrada	Sincronização do fluxo de trabalho
		Espera por desenhos	Trabalho desbalanceado	Implantação de células
		Espera pela inspeção	Inspeção centralizada	Balanceamento nas etapas de carga/descarga
		Espera por máquinas	Atrasos na entrada dos pedidos	Produção no <i>takt time</i>
		Espera por informação	Falta de prioridade	TPM
		Espera pelo reparo da máquina	Falta de comunicação	

Fonte: FM2S (2018)

3.3.1.3 DESPERDÍCIO DE TRANSPORTE

As atividades de transporte e movimentações de materiais ao longo do processo não criam valor ao produto final, porém, são etapas necessárias para a continuidade do processo, um dos desperdícios gerados também pelo transporte, é o espaço físico mal planejado que criam distâncias desnecessárias a serem percorridas pelo material durante a produção. Isto gera desperdícios de tempo e devem ser reduzidos. (FM2S, 2018).

Tabela 3 – Transporte.

Tipo de Desperdício	Definição	Exemplos	Causas	Mudanças
Transporte	Movimento de partes que não agrega valor	Movendo peças para dentro e fora do estoque	Produção em lotes grandes	Sistema puxado
		Movendo material de uma estação de trabalho para outra	Produção empurrada	Kanban
			Estoque	Optimização de <i>layout</i>
			Layout não funcional	

Fonte: FM2S (2018)

3.3.1.4 DESPERDÍCIO DE MOVIMENTAÇÕES

O desperdício de movimentação está ligado principalmente no movimento desnecessário dos operadores no local de trabalho. O mau posicionamento de

ferramentas, a localização dos equipamentos, o espaço físico, fazem com que gerem perdas no processo produtivo. (WOMACK, 2003).

Tabela 4 – Movimentação.

Tipo de Desperdício	Definição	Exemplos	Causas	Mudanças
Movimentação	Movimento de pessoas que não agregam valor	Procura por peças, ferramentas, desenhos, etc Escolher material	Área de trabalho desorganizada Itens faltantes <i>Design</i> ruim da estação de trabalho Área de trabalho sem segurança	5S Quadro de ferramentas <i>One-piece flow</i> Layout da estação de trabalho

Fonte: FM2S (2018)

3.3.1.5 DESPERDÍCIO DE PRODUTOS DEFEITUOSOS

O desperdício por produtos defeituosos é considerado um dos maiores desperdícios gerados pela organização. Que implicará em outros custos, como, falta de materiais, falta de mão-de-obra, falta de equipamentos, movimentação de materiais defeituosos, armazenagem, inspeção de qualidade. Que poderiam ser evitados, se os mesmos fossem projetados dentro das especificações do cliente, evitando assim o retrabalho e refugo destes produtos. (WOMACK, 2003).

Tabela 5 – Defeitos.

Tipo de Desperdício	Definição	Exemplos	Causas	Mudanças
Defeitos	Trabalho que contém erros, retrabalho, enganos ou falta de alguma coisa necessária	Sucata Retrabalho Correção Falha em campo Necessidade de inspeção	Falha do processo Falta de carregamento da peça Processo em grandes lotes Instruções de trabalho insuficientes	Melhoria dos procedimentos Melhoria de projeto Criação de poka-yokes

Fonte: FM2S (2018)

3.3.1.6 DESPERDÍCIO DE PROCESSAMENTO

O desperdício por processo refere-se a metodologias utilizadas e mal dimensionadas. A maneira incorreta de utilização de equipamentos, atividades desnecessárias, a mão-de-obra incompatível, fazem com que sejam colocados no processo custos em excesso que muitas vezes podem ser evitados. (RODRIGUES, 2014).

Tabela 6 - Excesso de processamento.

Tipo de Desperdício	Definição	Exemplos	Causas	Mudanças
Excesso de processamento	Esforço que não agrega valor do ponto de vista do cliente	Múltiplas limpezas das peças	Atrasos entre os processos	Linhas em fluxo
		Preenchimento de folhas	Sistema empurrado	Fluxo contínuo
		Tolerâncias apertadas demais	Voz do cliente não compreendida	4Ps
		Ferramenta ou peça de difícil manuseio	Layout ruim	Design enxuto

Fonte: FM2S (2018)

3.3.1.7 DESPERDÍCIO DE ESTOQUE

O desperdício por estoque é causado pelo volume de estocagem elevada do produto final e também de matérias-primas do produto, que acaba aumentando os investimentos da empresa que imobiliza o capital sem necessidade e a ocupação do espaço físico, e que podem gerar vários outros tipos de desperdícios. (WOMACK, 1992).

Tabela 7 – Estoque.

Tipo de Desperdício	Definição	Exemplos	Causas	Mudanças
Inventário (estoque)	Mais materiais, peças ou produtos disponíveis do que o Cliente necessita neste momento	Matéria-prima	<i>Lead-times</i> dos fornecedores	Kanban
		Produto em elaboração	<i>Setups</i> longos	Desenvolvimento do fornecedor
		Produto acabado	<i>Lead-times</i> longos	Fluxo contínuo (<i>one-piece flow</i>)
		Suprimentos de consumíveis	Papéis e formulários em processo	Redução de <i>setup</i>
		Componentes	Ordem no processamento	

Fonte: FM2S (2018)

3.3.2 OS DEZESSEIS DESPERDÍCIOS PELO JIPM

O instituto do Japão de manutenção de plantas JIPM (*Japan Institute Of Plant Maintenance*) na década de 70, faz sua contribuição na produção enxuta com novas fontes de desperdícios, de maneira a tornar mais precisa a busca incansável pela redução de perdas na organização. O JIPM identificou 16 tipos de desperdícios que geram perdas no processo e não agregam valor ao produto final. (RODRIGUES, 2014).

- Perdas por quebra de equipamento;
- Perdas por troca de ferramentas;
- Perdas por falhas no processo;
- Perdas por espera;
- Perdas por velocidade de equipamentos;
- Perdas por rendimento dos equipamentos;
- Perdas na administração;
- Perdas na mobilidade operacional;
- Perdas na organização das linhas;
- Perdas na logística;
- Perdas na medição;
- Perdas relativas à energia;

- Perdas relativas ao material;
- Perdas relativas a ferramentas;
- Perdas com mudanças de dispositivo de controles;
- Perdas por retrabalho.

3.3.3 DESPERDÍCIOS POR JOSEPH JURAN

Joseph Juran, um dos gurus da metodologia da gestão da qualidade total, sugere a divisão de perdas geradas nas atividades que geram custos desnecessários que provocam desperdícios em dois níveis: perdas esporádicas e perdas crônicas. As esporádicas são de fácil identificação e com métodos de soluções simples. Já as crônicas embora algumas também apresentam fácil solução, mas as demais estão relacionadas ao planejamento ou projeto, onde na sua causa-efeito não apresentam maneiras simplistas de serem solucionadas. Onde a necessidade de implantação de técnicas e ferramentas para que possa ser feita a identificação de causa raiz e eliminando seus desperdícios. A redução das perdas crônicas está diretamente ligada à redução de custos dos processos. (CARVALHO, 2012).

3.4 PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO ENXUTA

Os princípios do pensamento enxuto foram propostos por James Womack e D. Jones no livro *Lean Thinking* (2003). Eles resumem os cinco princípios da produção enxuta: Valor; Cadeia de valor; Fluxo de cadeia de valor; Produção puxada e a Busca pela perfeição. Princípios determinados para buscar entender plenamente as necessidades do cliente final.

3.4.1 VALOR

Valor é o ponto inicial do pensamento enxuto e só quem pode defini-lo é o cliente final. A empresa deve conhecer e procurar atender as necessidades do ponto de vista do cliente, criando bens ou serviços, com preços e momentos específicos. A fim de satisfazer as expectativas do mesmo. Valor é definido como quanto o cliente está disposto a pagar e a esperar por determinado produto/serviço. (WOMACK, 1998).

3.4.2 CADEIA DE VALOR

Saber identificar a cadeia de valor de um produto para que venha a eliminar desperdícios é o segundo passo para o pensamento enxuto. Separando os processos em três etapas: As que criam valor, as que não criam valor, mas são necessárias no processo e as que não criam valor algum, essas devem ser eliminadas imediatamente. (WOMACK, 1998).

3.4.3 FLUXO DA CADEIA DE VALOR

Uma vez determinados os valores com precisão, cadeia de produtos mapeadas e etapas de desperdícios eliminadas, o terceiro passo para o pensamento enxuto é fazer com que as etapas que geram valor fluam. Gerando redução no tempo de concepção do produto, processamento de pedidos e estoques. (WOMACK, 1998).

3.4.4 PRODUÇÃO PUXADA

É a capacidade de projetar, programar e fabricar o que o cliente deseja e quando o cliente precisar, ou seja, o cliente passa a puxar a produção, ao invés da empresa empurrar os produtos muitas vezes indesejados que acabam trazendo mais tarde frustração para o cliente. (WOMACK, 1998).

3.4.5 BUSCA PELA PERFEIÇÃO

Assim que as organizações passaram a entender e começaram a definir o que é valor, identificaram as cadeias de valor e eliminaram as etapas que geram desperdício, fizeram com que as etapas que geram valor fluam e os clientes começam a puxar a produção, nasce o quinto princípio da produção enxuta, chegar à perfeição. A empresa deve procurar compartilhar o conhecimento com todos os funcionários para que possa haver diálogos sobre melhorias. (WOMACK, 1998).

3.5 OS QUATORZE PRINCIPIOS DA PRODUÇÃO ENXUTA POR WILLIAM EDWARDS DEMING

3.5.1 Primeiro princípio

Basear suas decisões de gestão em uma filosofia de longo prazo, mesmo ao custo de metas financeiras de curto prazo. (EDTI, 2018)

3.5.2 Segundo princípio

Crie processos em fluxo para que os problemas sejam expostos. (FM2S, 2018)

3.5.3 Terceiro princípio

Use sistemas de puxar para evitar a superprodução. (FM2S, 2018)

3.5.4 Quarto princípio

Nivelar a carga de trabalho. (FM2S, 2018)

3.5.5 Quinto princípio

Construa uma cultura para parar de ter problemas e para ter qualidade na primeira vez de produção. (EDTI, 2018)

3.5.6 Sexto princípio

Tarefas padronizadas são a fundação para a melhoria contínua e fortalecimento do indivíduo. (EDTI, 2018)

3.5.7 Sétimo princípio

Use controles visuais para que nada fique escondido. (EDTI, 2018)

3.5.8 Oitavo princípio

Use tecnologia confiável, realmente testada, que sirva ao seu pessoal e processos. (FM2S, 2018)

3.5.9 Nono princípio

Forme líderes que verdadeiramente entendem o trabalho e que vivem e ensinam a filosofia. (FM2S, 2018)

3.5.10 Décimo princípio

Desenvolva pessoas excepcionais e times que sigam a filosofia da empresa. (FM2S, 2018)

3.5.11 Décimo primeiro princípio

Respeite a rede de parceiros e fornecedores, desafiando-os e ajudando-os a melhorar. (FM2S, 2018)

3.5.12 Décimo segundo princípio

Vá você mesmo a onde acontece o trabalho, para ver o que está acontecendo. (OHNO, 1990)

3.5.13 Décimo terceiro princípio

Tome decisões devagar, verdadeiramente considerando todas as opções, implementa as decisões rapidamente. (FM2S, 2018)

3.5.14 Décimo quarto princípio

Torne-se uma organização que aprende através da incansável reflexão e da melhoria contínua. (FM2S, 2018)

A ferramenta abordada para contextualização deste trabalho, refere-se a ferramenta “Poka-Yoke” (a prova de falhas), técnicas utilizadas para a gestão da qualidade onde baseia-se em soluções simples, que evitam falhas humanas no processo e reduzem custos, seja por materiais defeituosos, quebra de máquina, acidentes de trabalho, manuseio incorreto de equipamentos.

3.6 POKA-YOKE

3.6.1 HISTÓRIA

Poka-Yoke, de origem japonesa, surge em meados de 1960, por Shigeo Shingo, na época engenheiro da companhia Toyota Motors, onde ele se deparava todos os dias com falhas humanas, que resultam algum tipo de desperdício. Diante disso, o engenheiro começou a desenvolver técnicas para que cada vez menos o processo dependesse de decisões humanas, aos poucos as técnicas foram aprimoradas, ganhando cada vez mais espaço e procura pelas empresas. (ENDEAVOR, 2015)

Poka-Yoke não é um sistema de qualidade, tão pouco uma filosofia a ser seguida, trata-se de dispositivos mecânicos a prova de falhas humanas ou erros de processo, evitando produtos defeituosos. (VIDOR, 2010)

3.6.2 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA

Para cada tipo de tarefas a se realizar existe um tipo, ou método, de Poka-Yoke para prevenir falhas humanas. Antes de implementar a ferramenta, a empresa deve conhecer o erro e suas possíveis causas logo, buscar soluções para o problema e testá-las na prática, caso o dispositivo seja eficaz, pode-se ser implementado ao processo produtivo. (EDTI, 2018)

3.6.3 POKA-YOKE DE PREVENÇÃO

Servem para evitar que o problema ocorra, agindo na causa raiz evitando que o defeito ocorra. (EDTI, 2018)

3.6.4 POKA-YOKE DE DETECÇÃO

Neste caso, o produto já foi produzido. Este tipo de Poka-Yoke pode ser dividido em Poka-Yoke de controle ou Poka-Yoke de Advertência. (VOITTO, 2017)

3.6.5 POKA-YOKE DE CONTROLE

Após a produção do produto não conforme, a máquina para imediatamente para que o problema possa ser corrigido. Neste método de controle existem três tipos de método de controle, por contato, por conjunto, por etapas. (VOITTO, 2017)

3.6.5.1 POR CONTATO

O problema é identificado por não se encaixar nos padrões das especificações do produto, sendo desviadas do processo de produção. (UVAGP, 2017)

3.6.5.2 POR CONJUNTO

É feita através das contagens de etapas ou peças necessárias para fabricação do produto. (UVAGP, 2017)

3.6.5.3 POR ETAPAS

É feita a conferência se todas as etapas do processo estão sendo executadas conforme padronizado a fim de garantir a qualidade do produto. (UVAGP, 2017)

3.6.5 POKA-YOKE DE ADVERTÊNCIA

Neste caso é emitido sinais sonoros ou visuais, sinalizando que existe algo fora dos padrões. (VOITTO, 2017)

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização do presente trabalho de conclusão de curso, foram utilizados cinco livros de metodologias de produção enxuta, dez artigos de revistas digitais localizadas na base Google Acadêmico, onde é possível pesquisar trabalhos acadêmicos, jornais de universidades e literatura escolar, também foram utilizados sites referentes a produção enxuta e ferramentas de Poka-Yokes. O estudo desenvolvido trata-se de uma revisão bibliográfica, onde é apresentado a produção enxuta, sua história e conceito juntamente com a ferramenta de Poka-Yoke, a fim de apresentar os grandes benefícios que a filosofia *Lean* pode trazer a qualquer nível de empresa.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dentre várias ferramentas voltadas ao pensamento enxuto, a ferramenta Poka-Yoke ou a prova de erros foi abordada para estudo neste trabalho, pois cada vez mais as empresas e indústrias buscam a eliminação de desperdícios que muitas delas acontecem por pequenos erros de falhas humanas que podem ser eliminadas facilmente por dispositivos de travas ou sensores, visando fazer certo da primeira vez, não gerando retrabalho ou refugo por materiais defeituosos.

É necessário que primeiramente se tenha uma definição de defeitos e onde será aplicado e quais as expectativas a serem superadas pelo dispositivo proposto. Após deve-se criar um protótipo, testá-lo para no fim validá-lo. O teste deverá ser feito em peças não conformes com cem por cento de detecção de defeitos, para garantir que nenhum defeito seja passado pelo dispositivo. Caso o dispositivo venha a falhar em algum teste o processo de validação é interrompido, feito novamente uma análise de causa e nova solução do problema, para iniciar uma nova validação do dispositivo. (STOCCO, 2010)

Após identificar a falha, anomalia ou defeito. Determina-se a causa da não conformidade, seja ela por cansaço do operador, má fé, excesso de confiança, entre inúmeras outras causas resultantes deste defeito. Logo em seguida é feito uma análise das possíveis soluções para os defeitos dando preferência às tratativas de modo a prevenir que o problema venha acontecer novamente. Verifica-se a eficácia do dispositivo criado, levando em consideração seus custos, o tempo que demora a ser colocada em prática e o retorno financeiro da implementação da melhoria. Por fim, registrar as melhorias e seus resultados pois sempre é possível fazer ajustes e melhorias. (FM2S, 2018)

Resumidamente, Poka-Yokes definem-se, dispositivos que evitam que erros sejam cometidos, ou que sejam fáceis de serem detectados. Shingo, defende que erros são inevitáveis, pois seres humanos estão sujeitos a erros e naturalmente erram, seja por falta de concentração, conhecimento técnico entre outros fatores. (NOGUEIRA, 2010)

Poka-Yokes podem ser aplicados em quaisquer situações que ofereça riscos de falhas, desde o chão de fábrica até a administração de negócios.

Shigeo Shingo nos traz o primeiro exemplo de Poka-Yokes implementados no STP, onde Shingo teve uma ideia simples mas que resolveria o problema para que não fossem enviados interruptores com falta de molas, onde bastou apenas a utilização de um prato para colocação de todas as peças necessárias para fabricação do interruptor, onde se sobrasse qualquer peça algo teria saído errado na montagem. (ENDEAVOR, 2015)

Poka-Yokes podem ser desde um simples corretor de texto, lembretes e checklists até um alto sistema de gestão ou dispositivos de segurança como de um caixa eletrônico. Após a chegada de caixas eletrônicos, notou-se um problema recorrente entre os clientes dos bancos, eles esquecem frequentemente seus cartões nos caixas, para isso os bancos desenvolveram um dispositivo de Poka-Yoke simples onde um sinal sonoro era emitido toda vez que o acesso era finalizado e o cartão ainda estava inserido no slot da máquina. (AGREGO, 2018)

Estes dispositivos estão presentes no nosso dia-a-dia, o micro-ondas só funciona quando a porta está fechada, a máquina de lavar interrompe seu funcionamento ao abrir a tampa, o modelo de tomadas brasileiras impede que ocorra o risco de incidentes com choque. (STONNER, 2014).

Intel, umas das maiores fabricantes de processadores computacionais do mundo, reduziu seu tempo de 14 semanas para introdução de chips computacionais para 10 dias utilizando princípios de *lean manufacturing*. (CAE, 2019)

A empresa brasileira Sabor e Sabor do ramo alimentício, diante das crises vivenciadas em 2015, passou a enxugar seu processo de produção, através de modificações simples de layout, possibilitando o fluxo contínuo. Em apenas três meses de mudança de filosofia, a empresa teve um ganho de produtividade de 30% na linha de empacotamento e cerca de 15% na linha de folhados. (SENAI, 2018)

A companhia Toyota motors, precursora do sistema de produção enxuta, tornou-se a empresa líder em mercado mundial em três modelos de automóveis. Em 2017-2018 bateu novamente recorde em seu lucro líquido, aumentando 36,2%, cerca de 23 bilhões de dólares. Diante deste resultado, é a montadora com maior lucro nos cinco anos consecutivos, superando a montadora Volkswagen, que liderou em número de vendas. (G1, 2018)

Para Tsou e Chen, Poka-Yokes são ferramentas que geram retorno satisfatório, dependendo do seu investimento. O valor do custo da não qualidade muitas vezes se torna maior do que o valor da ferramenta, tornando-se um negócio vantajoso. (LÚCIO, PENA, RICCI, BRAGA, 2008)

5.1 APRESENTAÇÃO DE CASOS

5.1.1 Poka-Yoke: Dispositivos à prova de erros auxiliando na inclusão de pessoas portadoras de deficiência

Um estudo de caso realizado por pesquisadores e engenheiros, apresentam ganhos satisfatórios com a implementação da ferramenta, obtendo ganhos em uma empresa de médio porte no ramo alimentício, onde foi verificado que algumas caixas com seus produtos saiam com quantidade fora da especificação, devido ao trabalho ser manufaturado, onde exigia-se o máximo de concentração dos auxiliares de produção. (LÚCIO, PENA, RICCI, BRAGA, 2008)

Após estudos realizados no posto de trabalho, foi implementado um dispositivo de Poka-Yokes de controle, que paralisa a linha caso algo saia fora da especificação. Antes de passar para a etapa de selagem da embalagem foi colocado uma balança industrial, caso a caixa de produtos saísse com a pesagem diferente do especificado um sensor luminoso e sonoro era acionado imediatamente. (LÚCIO, PENA, RICCI, BRAGA, 2008)

Com a utilização deste Poka-Yoke além dos ganhos que a empresa teve com a satisfação do cliente. Possibilitou também a inclusão social de pessoas com deficiência no mercado de trabalho, uma vez que algo saísse fora do padrão era emitidos sinais sonoros e visuais. (LÚCIO, PENA, RICCI, BRAGA, 2008)

5.1.2 Aplicação de ferramentas a prova de falha “Poka-Yoke” como ações resultantes de FMEA de processo em unidades produtivas do setor automobilístico

O estudo de caso desenvolvido por Golin (2013), em uma empresa do setor automobilístico, utilizando a ferramenta Poka-Yoke, para eliminar o erro de etiquetagem dos materiais, onde ocorriam falhas no processo que só era identificado

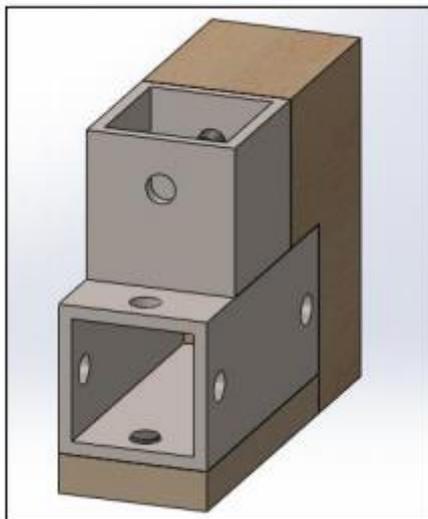
pelo cliente final, gerando problemas como a saída do veículo incompleto, pequenas diferenças nas geometrias das peças, retrabalhos. na análise feita, foi detectado a causa raiz, os dois principais sistemas da empresa não se conversavam.

Foi realizada a conversação dos bancos de dados para eliminar o problema, onde permitiam a comparação técnica entre eles, onde o próprio sistema emite um sinal de bloqueio caso as peças não estejam de acordo com a especificação, esse bloqueio impede que a nota fiscal seja emitida, consequentemente impede que o produto seja expedido. Esta melhoria teve um ganho superior a cinquenta por cento da eliminação de recalls por substituição de peças. (GOLIN, 2013)

5.1.3 A aplicação de Dispositivos Poka-Yoke na melhoria do processo produtivo

O estudo e aplicação de Poka-Yoke na empresa 4Lean, situada em Rio Meão, fabricante de comboios logísticos, de supermercado, carrinhos de transportes, entre diversos outros produtos. Trouxe melhorias no processo estudado para não gerar peças defeituosas. Com a necessidade de cada vez produzir mais e com zero defeitos, a proposta realizada foi diante do processo de soldadura incorreta de duas peças. Foi implementado um dispositivo de Poka-Yoke “gabari”, de duas partes, sendo sua base de madeira, com pinos onde o operador faz o encaixe das peças a serem soldadas, conforme figura 1 abaixo. Antes da implementação do dispositivo o colaborador deveria ter total atenção antes do processo de soldadura, para que as peças ficassem alinhadas corretamente e na orientação certa. (MARQUES, 2014)

Figura 1 - **Dispositivo de Poka-Yoke “gabari”**,



Fonte: **MARQUES, 2014**

Com a aplicação do dispositivo evitou-se que fossem produzidos defeitos por falta de atenção do operador. Este Poka-Yoke garantiu que fossem produzidos soldaduras com zero defeitos, onde eliminou o desperdício gerado de aproximadamente 9% de peças defeituosas eliminando também a necessidade de inspeção final da peça depois da soldagem, sendo a inspeção realizada na fonte. (MARQUES, 2014)

5.1.4 Sistema Poka-Yoke para Controle de Torque na Montagem de Motores Elétricos

A empresa WEG, maior fabricante da América em motores elétricos, a fim de aumentar sua performance em qualidade, devida a alta concorrência no mercado, em 2015 propôs um estudo de caso e aplicação de dispositivos Poka-Yoke para reduções de custos. Esse estudo foi realizado no processo de montagem, por não se tratar de um setor muito complexo, pode ser melhorado com mudanças de métodos e práticas e com pouco investimento financeiro. (GRIS, 2015)

O trabalho desenvolvido foi focado no controle de torque de aperto, onde o problema a ser tratado é de batimento axial de flange. De modo geral, os motores que possuem esse tipo de tampa flangeadas são utilizados para aplicações de bombeamento de sistemas de ventilação ou fluidos. A não conformidade de aperto no torque pode gerar produtos com defeitos de usinagem ruim do encaixe, encaixe menos preciso na

carcaça, tampas mal usinadas, conseqüentemente aumentando o batimento axial. (GRIS, 2015)

Para solução, diante deste problema, foi desenvolvido um painel de sistema de luzes para garantir o controle do torque, foi utilizado um dispositivo simples e de baixo custo “*Pick by Light*”, este sistema tem como proposta garantir que o operador faça a escolha correta das ferramentas a serem utilizadas juntamente com a sua seqüência. Ao efetuar a escolha de um parafuso o sistema libera a ferramenta correta para o tamanho do tambor. Caso o operador selecione uma ferramenta errada, ela não funcionará, pois sua alimentação de ar ficará bloqueada. (GRIS, 2015)

Está solução tirou a decisão das mãos da operação para a utilização das ferramentas corretas. Após a implementação, o monitoramento mostrou 100% dos casos que a operação estava utilizando a ferramenta correta, que reduziu as não conformidades por batimento axial de flange fora da especificação. Tal melhoria trouxe uma diminuição do custo por retrabalho e refugo de material não conforme, onde o custo do investimento será pago com seu próprio funcionamento entre 4 a 5 meses. (GRIS, 2015)

Com base nos estudos de casos reportados neste trabalho, comprova-se a importância do pensamento enxuto em uma organização, juntamente com métodos a prova de erro é possível eliminar falhas de processo de forma que não voltem a se repetir. A crescente disputa por mercado, faz com que as organizações busquem melhorias em seu processo para que consigam eliminar ou reduzir seus desperdícios, sobressaindo-se sobre seus concorrentes.

6. CONCLUSÃO

Para o presente trabalho de conclusão de curso, foi realizado uma revisão bibliográfica da metodologia *Lean Manufacturing* focando na ferramenta de apoio Poka-Yoke, com o objetivo de elucidar o seu conceito e explanar as inúmeras vantagens que a metodologia pode oferecer para uma organização. Com o objetivo de eliminar quaisquer desperdícios gerados durante o processo.

No primeiro momento, foi realizado uma revisão histórica do pensamento enxuto, os princípios básicos e seus sete desperdícios que esta metodologia visa eliminar. Em sequência é apresentada a ferramenta Poka-Yoke como apoio a metodologia *lean*, tal como sua história, conceito e contextualização.

Tendo como base os estudos de casos apresentados, podemos evidenciar as inúmeras vantagens que o *lean manufacturing* proporciona a uma organização. Através de um completo estudo e entendimento é possível que esta metodologia possa ser aplicada a qualquer ramo empresarial desde que seu objetivo final seja a eliminação de desperdícios e processos que não gerem valor para o cliente, eliminando tudo aquilo que o cliente não está disposto a pagar.

Sabendo-se, da alta competitividade de mercado e sua instabilidade, é fundamental a escolha de uma metodologia enxuta que viabilize meios e estratégias de produção para garantir sua sobrevivência diante da alta concorrência.

Diante do trabalho apresentado, conclui-se a eficiência da metodologia estudada quando aplicada de maneira correta na organização, permitindo que a empresa elimine perdas durante seu processo, produzindo cada vez mais e com menos recursos. Nota-se que a metodologia aliada a ferramenta Poka-Yoke proporciona ganhos como, redução de perdas de processo, eliminação de retrabalho, eliminação de tempo para ajuste de máquina, redução de mão-de-obra, redução de custos operacionais, diminuição de acidentes e até mesmo inclusão de pessoas com deficiência. O pensamento enxuto abre caminhos para o defeito zero e busca da perfeição de processos.

7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. **AGREGO**. O que é Poka Yoke? Veja para que serve e como implementar essa técnica em sua empresa. Disponível em: <https://agregonet.net/poka-yoke/>. Acesso em: 2 jun. 2019.
2. **CAE**. Empresas que aplicam o Lean Manufacturing com sucesso. Disponível em: <https://caetreinamentos.com.br/blog/lean-manufacturing/empresas-que-aplicam-lean-manufacturing/>. Acesso em: 28 mai. 2019.
3. **CICONELLI**, Carlos M. Estudo de caso: aplicação da ferramenta kaizen no processo de recirculação de tintas no setor de pintura de uma indústria automotiva . Universidade federal de juiz de fora, Juiz de fora, mg, jan. 2007. Disponível em: http://www.ufjf.br/ep/files/2009/06/tcc_jan2007_carlosciconelli.pdf. Acesso em: 12 set. 2018.
4. **DUARTE**, Inês Cristina Vieira. Melhoria Contínua Através do Kaizen: Estudo de Caso. UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR, [S.L], out. 2013. Disponível em: <https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/2459/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20In%C3%AAs%20Duarte.pdf>. Acesso em: 12 set. 2018.
5. **ENDEAVOR**. Poka Yoke: como ter uma empresa à prova de erros. Disponível em: <https://endeavor.org.br/estrategia-e-gestao/poka-yoke/>. Acesso em: 29 mai. 2019.
6. **FM2S**. Quais são os 7 desperdícios visuais do Lean Manufacturing?. Disponível em: <https://www.fm2s.com.br/quais-sao-os-7-desperdicios-visuais-lean-manufacturing/>. Acesso em: 3 jun. 2019.
7. **G1 - AUTO ESPORTE**. Toyota anuncia lucro anual recorde de US\$ 23 bilhões. Disponível em: <https://g1.globo.com/carros/noticia/toyota-anuncia-lucro-anual-recorde-de-us-23-bilhoes.ghtml>. Acesso em: 30 mai. 2019.
8. **GRIS**, Richard Cristiano. Sistema Poka-Yoke para Controle de Torque na Montagem de Motores Elétricos. UFSC, Florianópolis, SC, v. 1, n. 1, p. 1-76, ago./2015. Disponível em:

- <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/171487/PFC-20151-RichardCristianoGris.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 27 mai. 2019.
9. **IMAI**, Masaaki. Gemba kaizen: estratégias e técnicas do kaizen no piso de fábrica. 2 ed. São Paulo, SP: Imam, 2000. 332 p.
 10. **IONAK**, Raabe Michelle. O kaizen como sistema de melhoria contínua da padronização da produção: um estudo de caso numa indústria metalúrgica de soluções em armazenagem. . Universidade tecnológica federal do paraná , Ponta grossa , p.111-222, nov. 2017. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7892/1/pg_ceep_2016_1_1_8.pdf>. Acesso em: 12 set. 2018.
 11. **Lúcio José Martins Nogueira**. Melhoria da Qualidade através de Sistemas Poka-Yoke. FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO INAPAL PLÁSTICOS S.A., [S.L], n. 51, jun. 2017.
 12. **LÚCIO**, F. H. et al. Poka-yoke: dispositivos à prova de erros auxiliando na inclusão de pessoas portadoras de deficiência. Revista Eletrônica Produção & Engenharia, São paulo, v. 4, n. 2, p. 1-14, jan./jun. 2013. Disponível em: <[file:///C:/Users/onraf/Desktop/13-37-1-PB%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/onraf/Desktop/13-37-1-PB%20(2).pdf)>. Acesso em: 21 mai. 2019.
 13. **LUÍS HENRIQUE STOCCO DA SILVA**. ABORDAGEM PARA INSTALAÇÃO DE POKA-YOKE EM LINHAS DE PRODUÇÃO COM DEFICIENTES AUDITIVOS NO SETOR AUTOMOTIVO. UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA E DE MATERIAIS - PPGEM, Curitiba, Paraná, nov. 2010. Disponível em: <<http://www.utfpr.edu.br/curitiba/estrutura-universitaria/diretorias/dirppg/programas/ppgem/banco-teses/dissertacoes/2010/SILVALuisHenriqueStoccoda.pdf>>. Acesso em: 06 mai. 2019.
 14. **MARQUES**, J. P. C. P. S. A aplicação de Dispositivos Poka-Yoke na melhoria do processo produtivo: Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica na Especialidade de Produção e Projecto. FCTUC, Coimbra, v. 1, n. 1, p. 1-67, jul./2014. Disponível em: <<https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/39055/1/Aplicacao%20de%20disposi>

- tivos%20Poka%20Yoke%20na%20melhoria%20do%20processo%20produtivo.pdf>. Acesso em: 7 mai. 2019.
15. **O QUE É POKA YOKE? APRENDA A APLICAR NA SUA EMPRESA!.** Voitto. Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/o-que-e-poka-yoke>>. Acesso em: 06 mai. 2019.
 16. **PEREIRA**, Cristina Alves Dos Santos. Lean manufacturing aplicação do conceito a células de trabalho. Covilhã, Portugal, p. 116, out. 2010.
 17. **PINHEIRO**, Larissa Maria Prisco; **TOLEDO**, José Carlos De. Lean thinking e lean manufacturing. São Carlos, SC, p. 21, dez. 2014.
 18. **RODRIGUES**, Marcus Vinicius. Sistema de produção lean manufacturing: entendendo, aprendendo e desenvolvendo. 1 ed. Rio de Janeiro - RJ: Campus, 2014. 148 p.
 19. **SCHONBERGER**, Richard J. Técnicas industriais japonesas. 4 ed. São Paulo, SP: Livraria pioneira editora, 1982. 200 p.
 20. **SENAI**. Com lean manufacturing, indústria de alimentos aumenta sua produtividade em duas frentes. Disponível em: <http://www.senaipr.org.br/para-empresas/com-lean-manufacturing-industria-de-alimentos-aumenta-sua-produtividade-em-duas-frentes-2-27128-364249.shtml>. Acesso em: 27 mai. 2019.
 21. **STONNER**. Poka yoke – evitando as falhas humanas. Disponível em: <https://blogtek.com.br/poka-yoke-evitando-falhas-humanas/>. Acesso em: 5 jun. 2019.
 22. **Taiichi Ohno**. O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala. 1 ed. [S.L.]: Bookman, 1997. 150 p.
 23. **UNIVEM ABERTO**. Aplicação das ferramentas a prova de falha "Poka-Yoke" como ações resultantes de FMEA de processo em unidades produtivas do setor automobilístico. Disponível em: <https://aberto.univem.edu.br/handle/11077/1090>. Acesso em: 26 mai. 2019.
 24. **UVAGP**. <https://uvagpclass.wordpress.com/2017/09/06/poka-yoke-dispositivo-a-prova-de-falhas-humanas/>. Disponível em: <<https://uvagpclass.wordpress.com/2017/09/06/poka-yoke-dispositivo-a-prova-de-falhas-humanas/>>. Acesso em: 06 mai. 2019.

25. **VOITTO**. O que é Poka Yoke? Aprenda a aplicar na sua empresa! Leia mais em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/o-que-e-poka-yoke>. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/o-que-e-poka-yoke>. Acesso em: 3 jun. 2019.
26. **WOMACK**, James P.; **JONES**, Daniel T.; **ROOS**, Daniel. A máquina que mudou o mundo. 13 ed. Rio de Janeiro, RJ: Campus, 1992. 347 p.
27. **WOMACK**, James; **JONES**, Daniel. A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza. 5 ed. Rio de Janeiro, RJ: Campus, 1998. 426 p.